

## Содержание

Введение . . . . .	8
1 Постановка задачи . . . . .	9
1.1 Обзор особенностей заказчика . . . . .	9
1.1.1 Организационная структура . . . . .	9
1.1.2 Задачи требующие инфраструктурного сопровождения . . . . .	11
1.1.3 Ограничения накладываемые на информационное сопровождение . . . . .	12
1.1.4 Предполагаемые архитектурные решения и задачи информационной системы . . . . .	13
1.2 Обзор аналогов . . . . .	14
1.2.1 Системы управления версиями . . . . .	14
1.2.2 Системы электронного документооборота . . . . .	15
1.2.3 Облачные хранилища данных . . . . .	15
1.2.4 Выводы . . . . .	16
1.3 Формализация технического задания . . . . .	16
1.3.1 Платформа . . . . .	16
1.3.2 Средства разработки . . . . .	17
1.3.3 Спецификация подсистем . . . . .	17
1.3.3.1 Пользовательское приложение . . . . .	17
1.3.3.2 Бизнес-логика . . . . .	18
1.3.3.3 Хранилище данных . . . . .	18
1.3.4 Спецификация требований к ПО . . . . .	19
2 Проектирование . . . . .	20
2.1 Системные архитектурные решения . . . . .	20
2.1.1 Логическая модель данных . . . . .	20
2.1.2 Распределение задач между компонентами . . . . .	21
2.2 Архитектура программных компонентов . . . . .	22
2.2.1 Обзор архитектуры системы . . . . .	22
2.2.2 Архитектура клиентской части . . . . .	23
2.2.3 Архитектура сервера приложений . . . . .	24
2.2.4 Архитектура БД . . . . .	25
2.3 Проектирование инфраструктуры . . . . .	26
2.3.1 Оценка требований к рабочему месту пользователя . . . . .	26
2.3.2 Оценка требований к серверу . . . . .	26
2.3.3 Оценка требований к пропускной способности канала . . . . .	26
3 Реализация . . . . .	27
3.1 Особенности реализации клиентской части . . . . .	27
3.2 Особенности реализации серверной части . . . . .	30
3.3 Особенности реализации инструмента администрирования . . . . .	32

3.4 Особенности реализации БД . . . . .	34
3.5 Особенности тестирования и отладки . . . . .	39
3.6 План внедрения . . . . .	42
3.6.1 Организационные мероприятия . . . . .	42
3.6.2 Технические мероприятия . . . . .	43
3.6.3 Мероприятия сопровождения . . . . .	43
3.6.4 Выводы . . . . .	44
4 Экономическое обоснование разработки дипломного проекта . . . . .	45
4.1 Обоснование целесообразности разработки проекта . . . . .	45
4.2 Формирование цены программного продукта . . . . .	45
4.3 Расчет затрат на разработку проекта . . . . .	47
5 Безопасность жизнедеятельности при разработке информационной системы . . .	51
5.1 Анализ опасных и вредных факторов при работе с компьютером . . . . .	51
5.1.1 Физические ОВПФ . . . . .	51
5.1.2 Химические ОВПФ . . . . .	51
5.1.3 Биологические ОВПФ . . . . .	52
5.1.4 Психофизиологические ОВПФ . . . . .	52
5.2 Обеспечение безопасности работ на рабочем месте . . . . .	52
5.2.1 Обеспечение электробезопасности . . . . .	52
5.2.2 Обеспечение санитарно-гигиенических требований к помещениям . . . . .	53
5.2.3 Требования к освещенности рабочей зоны . . . . .	53
5.2.4 Требования к организации рабочего места пользователя . . . . .	54
5.2.5 Меры по снижению уровня шума . . . . .	55
5.3 Пожарная безопасность . . . . .	55
5.4 Выводы . . . . .	57
6 Заключение . . . . .	58
Список использованных источников . . . . .	59

## Введение

В настоящее время для сохранения конкурентоспособности и повышения экономической эффективности предприятия должны соответствовать стандартам, регламентирующим качество выпускаемой продукции или оказываемых услуг, например, ГОСТ Р ИСО 9001-2008 и др. Для того, чтобы пройти сертификацию, организациям, оказывающим услуги в сфере дополнительного образования необходимо провести анализ информационных и бизнес-процессов и оценить их соответствие требованиям качества, предъявляемым Министерством Образования и Науки РФ.

Переход на СПО требуется исходя из распоряжения правительства РФ «О плане перехода федеральных органов исполнительной власти и федеральных бюджетных учреждений на использование свободного программного обеспечения ( 2011 – 2015 годы )» [1].

В образовании, в том числе в ГОУ ЦО СПбГДТЮ, традиционно предъявляется высокое требование к уровню качества конечного результата. Сфера образования тесно связана с использованием информационных технологий как в подготовке и сопровождении учебного процесса, так и непосредственно при проведении занятий. Одним из аспектов работы информационных систем является хранение, обработка и совместный доступ к файлам различных типов. Для чего оптимально создать общее информационное хранилище файлов с поддержкой контроля версий для ОС GNU/Linux. При этом необходимо согласовываться с особенностями существующей инфраструктуры и персонала. А также требованиями организации и правительства к использованию СПО.

В главе 1 дипломной работы приводится подробный обзор предметной области, обосновываются предварительные требования, указываются недостатки существующих решений, после чего осуществляется предварительная постановка задачи.

Проектирование информационной системы рассматривается в главе 2. Итогом главы является развернутое техническое задание для реализации данной системы.

Об особенностях и средствах реализации данного проекта пойдет речь в главе 3. Рассмотрены индивидуальные подходы, а так же конкретные решения тех или иных вопросов, описаны особенности тестирования и ввода в эксплуатацию.

В главах 4 и 5 пойдет речь об экономическом обосновании целесообразности данного проекта, а так же будут рассмотрены вопросы, связанные с безопасностью жизнедеятельности при работе с нашей системой.

# **1 Постановка задачи**

## **1.1 Обзор особенностей заказчика**

Государственное образовательное учреждение Центр образования «Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных» (ГОУ ЦО СПбГДТЮ) – государственное образовательное учреждение дополнительного образования в Санкт-Петербурге.

Диапазон предлагаемых направлений охватывает практически все сферы деятельности человека в науке, искусстве, спорте. Более 900 кружков дают возможность для развития творческих способностей каждого ребенка.

Высокопрофессиональные специалисты Дворца, энергичные, творческие педагоги, работают в тесном контакте с научной и культурной общественностью Петербурга. Это позволяет создать уникальную образовательную среду, благоприятствующую развитию личности детей и подростков.

Продуманная, постоянно совершенствующая система обучения позволяет школьнику заниматься избранным делом с первого по одиннадцатый классы. Для наиболее одаренных старших школьников создано учебное заведение "Аничков лицей".

### **1.1.1 Организационная структура**

Государственное образовательное учреждение Центр образования «Санкт-петербургский городской дворец творчества юных» (ГОУ ЦО «СПбГДТЮ») обладает большой и сложной организационной структурой, для каждого элемента которого, характерен свой вид деятельности. Рассмотрим организацию с точки зрения двух аспектов: территориального и структурного.

Территориальная распределенность обусловлена тем, что Дворец творчества юных расположен в центре города, на его территории находится множество отдельных корпусов, а также ему принадлежит довольно большой участок земли на Крестовском острове и ЗЦДЮТ «Зеркальный». Доступ пользователей к глобальным и локальным информационным ресурсам обеспечивается подключениями по выделенной линии (2 Мбит/с), по оптоволоконному кабелю (1000 Мбит/с) и прямыми подключениями к узлу (100 Мбит/с). Схема подключения показана на рисунке 1.1

Сеть рассчитана на большое количество пользователей ИТ-инфраструктурой (более 15 000 компьютеров). Среди них: работники дворца; педагоги; управляющий персонал; персонал, отвечающий за сервисную деятельность; учащиеся. Сложность управленческой структуры организации определяется большим штатом сотрудников и широким спектром исполняемых функций. Главным руководителем является генеральный директор, которому подчиняются различные подразделения такие как: финансовый, хозяйственный, учебно-воспитательный и другие сектора.

Сотрудники дворца разделены на коллективы или отделы, отвечающие за определенный вид деятельности (рисунок 1.2). Каждый отдел в свою очередь имеет большое количество

## ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОТДЕЛОВ ГОУ СПБ ГДТЮ

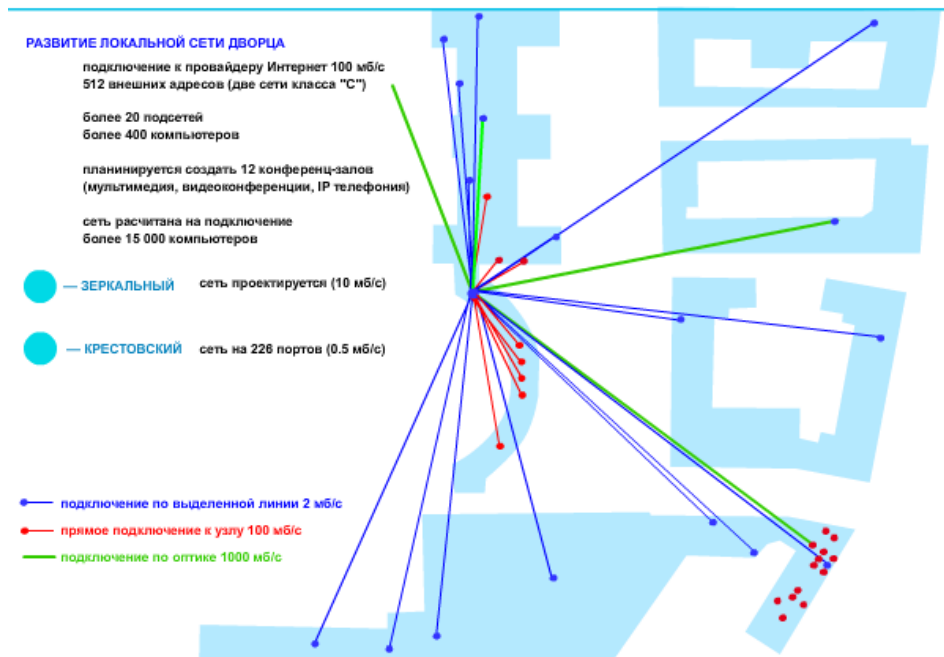


Рисунок 1.1 — Структура ЛВС организации

своих подразделений. У каждого коллектива или отдела есть свой директор, один или несколько заместителей и большое количество сотрудников.

- Отдел ХВ – отдел художественного воспитания;
- Отдел ПО – отдел предшкольного образования;
- Отдел ГПиДСИ – отдел гуманитарных программ и детских социальных инициатив;
- Отдел ИТКО – отдел информационных технологий и компьютерного обеспечения;
- СДЮС школа №1 – специализированная детско-юношеская спортивная школа №1;
- СДЮС школа № – специализированная детско-юношеская спортивная школа №2;
- УОК «фонтанка-37» – учебно-оздоровительный комплекс «фонтанка-37»;
- ЭБЦ «крестовский остров» – эколого-биологический центр «крестовский остров»;
- ЦГПО – центр городских предметных олимпиад.

Основной функцией дворца является оказание образовательных и воспитательных услуг, которые оказывают учебные коллективы, осуществляющие свою деятельность под управлением методических подразделений самого Дворца и управляющих организаций МОиН города. Кроме непосредственно обучения сотрудники составляют различные учебные программы, рабочие планы, отчеты, разрабатывают учебно-методические пособия. Обеспечением текущей деятельности дворца, в аспекте поддержания в надлежащем состоянии оборудования, коммуникаций занимаются сервисные подразделения Дворца. Схема должностей СПБГТЮ представлена на рисунке 1.3.

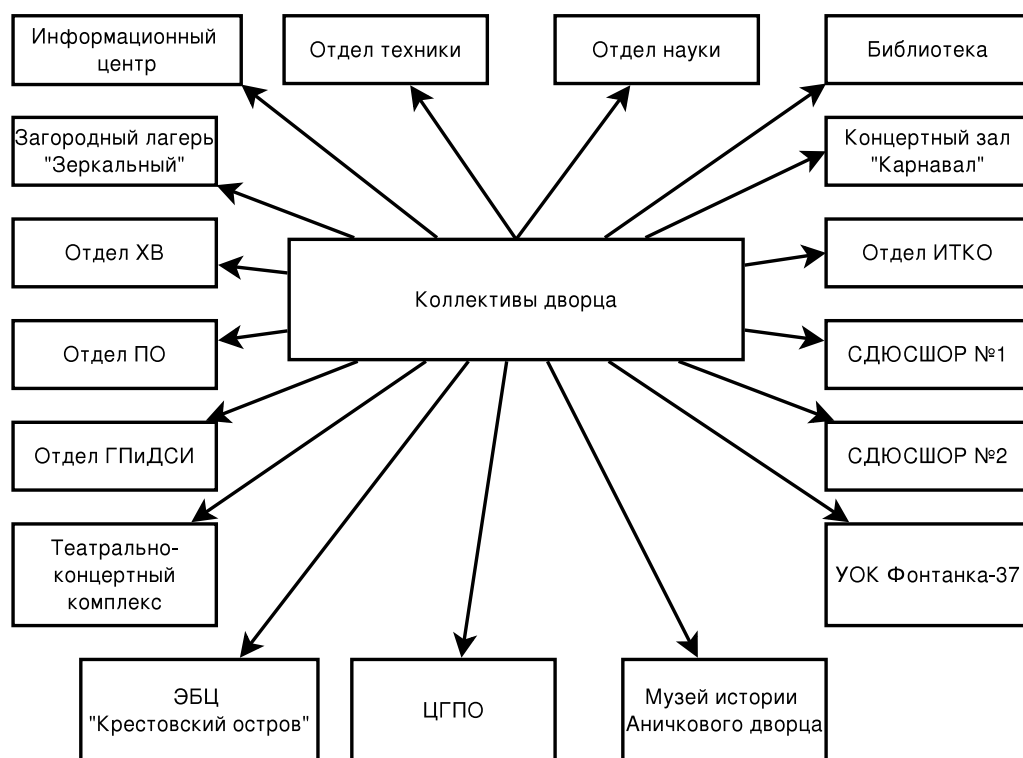


Рисунок 1.2 — Структура подразделений

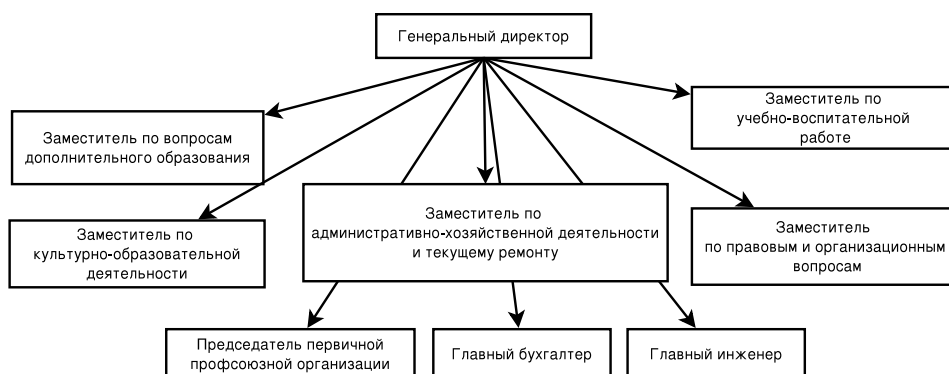


Рисунок 1.3 — Структура управления организацией

### 1.1.2 Задачи требующие инфраструктурного сопровождения

ГОУ ЦО «СПбГДТЮ» планово [18] переходит на использование свободного программного обеспечения (СПО). Частью этого плана является создание специального инфраструктурного пространства, одним из элементов которого является общее сетевое файловое хранилище. Переход на СПО также требуется исходя из распоряжения правительства РФ «О плане перехода федеральных органов исполнительной власти и федеральных бюджетных учреждений на использование свободного программного обеспечения ( 2011 – 2015 годы )» [1].

Для обеспечения работы сотрудников требуется система сетевого хранения файлов по подразделениям с возможностью разделения прав доступа сотрудников. Подразделения могут использовать различные виды файлов: изображения, документы в различных форматах, аудио

или видео информация и так далее. Подразделениям необходима возможность выкладывать файлы в общий доступ.

### 1.1.3 Ограничения накладываемые на информационное сопровождение

Поскольку организация осуществляет переход на свободное программное обеспечение в соответствии с планом перехода (таблица 1.1), то требуется использование исключительно свободных программных продуктов для реализации системы хранения файлов. В проекте используются только компоненты распространяющиеся под свободными лицензиями, одобренными OSI (Open Software Initiative). Решение должно функционировать в операционной системе (ОС) GNU/Linux и быть независимым от ОС установленной на рабочем месте пользователя.

Таблица 1.1 — План перехода на СПО в Аничковом дворце

Этап/деятельность	Делопроизводство	Обучение	Службы
Подготовительный	до 01.09.2009	до 01.09.2009	до 01.09.2009
Промежуточный	01.09.2009 – 01.09.2010	01.09.2009 – 01.09.2010	01.09.2009 – 01.09.2010
Завершающий	01.09.2010 – 01.09.2011	01.09.2010 – 01.09.2011	01.09.2010 – 01.09.2011

Операционная система Windows остаётся в использовании только для выполнения прикладных задач и устанавливается исключительно в виртуальную машину на рабочем месте пользователя под управлением ОС GNU/Linux. Соответственно, доступ к сетевому хранилищу предполагается осуществлять средствами ОС, которая используется для запуска виртуальной машины, таким образом поддержка ОС Windows не является обязательным требованием к разрабатываемой системе.

Определённые ограничения на сложность работы с системой накладывает уровень подготовки сотрудников. Основными категориями сотрудников являются учебный и административный персонал, в большинстве своём обладающие ограниченными навыками по работе с компьютерами.

У педагогов в следствии недостатка времени и иногда отсутствия желания осваивать новый продукт могут возникнуть трудности при переходе на новую информационную систему. С другой стороны, педагоги – люди, которые умеют учиться, что является неоспоримым плюсом для более быстрого перехода на новую систему.

Управленческий аппарат почти весь состоит из людей далёких от информационных технологий. У таких сотрудников нет желания менять устоявшийся бизнес-процесс, поэтому их приходится заставлять переучиваться, используя административный ресурс, что накладывает жёсткие ограничения на сложность использования системы хранения файлов.

Во Дворце ежедневного находится большое количество сотрудников, выполняющих свои непосредственные обязанности, поэтому функционирование Дворца является непрерывным процессом, поэтому его не только не следует приостанавливать, а категорически не рекомендуется это делать.

Таким образом система сетевого доступа к файлам должна быть максимально простой с точки зрения пользователя, использовать стандартизованные решения, реализации которых есть под все популярные операционные системы и быть открытым программным обеспечением.

#### **1.1.4 Предполагаемые архитектурные решения и задачи информационной системы**

Исходя из положений раздела 1.1.2 задачей хранилища данных является хранение файлов пользователей, дерева каталогов, информации о пользователях и их правах доступа. В процессе работы, пользователи будут использовать большое количество различных форматов файлов, поэтому представление файла в системе хранения должно быть максимально обобщённым.

Система ориентирована на пользователей с различным уровнем знакомства с информационными технологиями(раздел 1.1.3). Для минимизации риска утери данных при случайном удалении или перезаписи файлов требуется реализовать хранение истории версий таким образом, чтобы пользователь мог получить доступ к удалённому файлу или одной из предыдущих доступных версий. В то же время, для уменьшения объёма данных хранящихся на жестком диске хранилища, требуется возможность окончательного удаления предыдущих версий файлов по прошествии определённого срока, либо по необходимости системным администратором.

Для осуществления контроля за действиями пользователей и поиска ошибок в работе системы требуется сохранять информацию о действиях пользователей в системе с момента входа в систему. Для поиска проблемы необходимо знать какие действия выполнял пользователь в указанный момент времени и были ли ему разрешены данные действия правами доступа на тот момент.

Для управления пользователями и правами доступа требуется отдельное приложение, позволяющее создавать, удалять изменять информацию о пользователях; создавать, редактировать, удалять подгруппы; управлять составом пользователей в группах и назначать права доступа к группам для пользователей. Поскольку сотрудники разделены по отделам и группам, то для оперативного управления правами доступа и группами требуется введение роли администратора отдела, которому делегируются права и обязанности по администрированию в рамках его отдела. Так как администраторы отделов не являются техническими специалистами, то инструмент администрирования должен быть реализован в виде графического приложения.

Таким образом требуется:

- предоставление удобного доступа пользователя к файлам и директориям, на которые ему были установлены права доступа;



- осуществление разделения пользователей по ролям доступа;
- хранение предыдущих версий файлов с возможностью их последующего удаления;
- ведение журнала активности пользователей.

Исходя из требований к системе, предлагается трёхзвенная архитектура: Клиент – сервер приложений – СУБД. Такая архитектура позволяет разделить логику работы клиент-серверной части и хранения файлов в хранилище данных. Отдельно разрабатывается инструмент администрирования для управления пользователями, группами и правами доступа.

Предполагается разделить функциональность системы по компонентам следующим образом:

- Клиентское приложение используется для запроса пользователя о его учётных данных и подключения удалённого хранилища к пользовательскому дереву каталогов;
- Сервер приложений используется для проверки прав доступа пользователей, реализации взаимодействия с клиентской частью, обработки доступа к содержимому файлов;
- СУБД используется для хранения информации о пользователях, группах, правах доступа, местоположении файлов и информации об иерархии каталогов файловой системы;
- Инструмент администрирования используется для создания, редактирования, удаления пользователей, групп и назначения прав доступа.

## **1.2 Обзор аналогов**

С учётом требований описанных выше, рассмотрим существующие решения с точки зрения их возможного применения в существующих условиях. Основными критериями оценки будут являться:

- Свободность лицензии;
- Совместимость с точки зрения существующего решения;
- Простота использования и администрирования;
- Соответствие требованиям к проекту.

В обзор попали виды решений реализующие возможности требуемые в разделе 1.1.3. Рассматриваются виды решений, а не отдельные примеры, поскольку в использовании они различаются техническими деталями, а не алгоритмами использования.

### **1.2.1 Системы управления версиями**

Система управления версиями — программное обеспечение для облегчения работы с изменяющейся информацией. Система управления версиями позволяет хранить несколько версий одного и того же документа, при необходимости, возвращаться к более ранним версиям, определять, кто и когда сделал то или иное изменение и многое другое.

Системы контроля версий такие как: git, svn, cvs; требуют определённой подготовки от пользователя. Это решение требует от пользователя ручного получения файлов из хранилища и помещения их обратно. Исходя из причин по которым создавались такие системы, невозможно ограничить глубину сохранения версий файлов, что при использовании не-текстовых данных приводит к быстрому разрастанию хранилища файлов.

Решение на основе git является наиболее безопасным, поскольку все данные передаются через шифрованное соединение, а аутентификация пользователя производится на основе криптографических ключей.

Данное решение не подходит за счёт его сложности для изучения пользователями не знакомыми с принципами разработки ПО и сложностью организации взаимодействия между группами пользователей.

### **1.2.2 Системы электронного документооборота**

Система документооборота, система электронного документооборота (СЭД) — автоматизированная многопользовательская система, сопровождающая процесс управления работой иерархической организации с целью обеспечения выполнения этой организацией своих функций. При этом предполагается, что процесс управления опирается на человеко-читаемые документы, содержащие в слабо формализованной форме инструкции для сотрудников организации, необходимые к исполнению.

Такие системы ориентированы на управление бизнес-процессами и оперируют понятием документа. Организовать в такой системе совместную работу над разнородными материалами, такими как методические пособия сложно, поскольку зачастую это может быть мультимедийная информация к обработке и хранению которой СЭД не приспособлены.

### **1.2.3 Облачные хранилища данных**

Облачное хранилище данных — модель онлайн-хранилища, в котором данные хранятся на многочисленных, распределённых в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам, в основном третьей стороной. В противовес модели хранения данных на собственных, выделенных серверах, приобретаемых или арендуемых специально для подобных целей, количество или какая-либо внутренняя структура серверов клиенту, в общем случае, не видна. Данные хранятся, а равно и обрабатываются, в так называемом облаке, которое представляет собой, с точки зрения клиента, один большой, виртуальный сервер. Физически же такие сервера могут располагаться весьма удалённо друг от друга географически, вплоть до расположения на разных континентах.

Примерами таких систем могут выступать: Dropbox, Amazon S3, ownCloud, Ubuntu One и множество других. Данные решения в большинстве своём (кроме ownCloud) проприетарны и не позволяют свободно установить серверную часть системы, что противоречит требованию о свободе решения.

ownCloud хотя и является свободным ПО, нацелен на личное использование и не обладает требуемыми в разделе 1.1.3 возможностями по организации доступа к файлам различных подразделений и пользователей.

#### **1.2.4 Выводы**

Из рассмотренных аналогов, требованиям раздела 1.1.4 полностью не соответствует ни один представленных аналогов. Системы контроля версий требуют значительной начальной подготовки пользователей для работы с такой системой. Системы электронного документооборота изначально не предназначены для хранения мультимедийной информации. ownCloud не позволяет управлять разделением прав доступа в объёме требуемом согласно 1.1.4.

Таким образом для реализации поставленной задачи требуется разработать клиент-серверную систему, сочетающую в себе удобство доступа к файлам, широкие возможности по управлению правами доступа и управляемое версионное хранение файлов в хранилище.

### **1.3 Формализация технического задания**

#### **1.3.1 Платформа**

Исходя из ограничений описанных в разделе 1.1.3 требуется использование исключительно свободного ПО для реализации системы хранения файлов.

Для работы системы используется операционная система GNU/Linux, в частности дистрибутив Ubuntu. Для работы системы на рабочем месте пользователя требуется наличие следующих библиотек:

- neon [7] - Библиотека реализующая протокол WebDAV [10] [6] на языке C. Лицензии: GPL, LGPL;
- expat - Библиотека для работы с XML документами. Лицензия: MIT;
- fuse - Библиотека для разработки файловых систем в пространстве пользователя [4] [3]. Лицензия GPLv2;
- glibc - стандартная библиотека языка C. Лицензии: GPL, LGPL.

Для работы серверной части требуются следующие библиотеки:

- psycopg2 - Интерфейс к СУБД PostgreSQL;
- sqlalchemy - Библиотека объектно-реляционного отображения данных [9].

Все указанные библиотеки распространяются под лицензиями одобренными организацией OSI. Такие лицензии позволяют неограниченное использование, распространение, изучение и модификацию исходных текстов библиотек и приложений, которые распространяются на условиях этих лицензий.

### 1.3.2 Средства разработки

Для разработки системы используются следующие программные продукты:

- Eclipse – свободная интегрированная среда разработки модульных кроссплатформенных приложений;
- pydev – модуль для разработки и отладки для языка Python;
- CDT – модуль для разработки и отладки для языков C и C++;
- Visual Paradigm Community Edition – средство проектирования UML [17] диаграмм;
- PostgreSQL – свободная реляционная система управления базами данных (СУБД) [25].

Система основана на следующих открытых решениях:

- pywebdav – реализация WebDAV протокола на языке Python. Распространяется на условиях лицензии GPLv2;
- davfs2 – реализация доступа к хранилищу данных с использованием WebDAV протокола. Представляет собой реализацию файловой системы в пространстве пользователя. Распространяется на условиях лицензии GPLv2.

Использование готовых решений позволяет значительно сократить затраты на разработку и отладку и тестирование системы. Исходя из проектов взятых за основу, в работе используются языки C [19] [23] и Python [24].

Исходя из требований лицензии GPLv2 результат данной дипломной работы также распространяется по условиям лицензии GPLv2.

### 1.3.3 Спецификация подсистем

Система содержит три основные подсистемы:

- Пользовательское приложение;
- Бизнес-логика;
- Хранилище данных.

#### 1.3.3.1 Пользовательское приложение

Подсистема «Пользовательское приложение» должна реализовывать интерфейс между операционной системой установленной на рабочем месте пользователя и бизнес-логикой. Эта подсистема должна включать следующие возможности:

- запрашивать у пользователя его имя пользователя/пароль;
- выполнять подключение рабочей области пользователя в дерево каталогов;
- выполнять синхронизацию рабочей области при внесении изменений другими пользователями;

- передавать информацию об изменениях произведённых пользователем в рабочей области;
- выполнять корректное отключение рабочей области пользователя с синхронизацией всех изменений из буфера изменений.

Основным требованием к интерфейсу взаимодействия с операционной системой установленной на рабочем месте пользователя является реализация этим интерфейсом операций по взаимодействию с файлами и каталогами требуемую операционной системой.

Интерфейс взаимодействия с бизнес-логикой должен обладать возможностью работы по сети, возможность аутентификации пользователя, гарантированную доставку сетевых пакетов.

### **1.3.3.2 Бизнес-логика**

Подсистема «Бизнес-логика» должна реализовать интерфейс между пользовательским приложением и хранилищем данных. Эта подсистема должна включать следующие возможности:

- выполнять аутентификацию и авторизацию пользователей;
- обрабатывать действия пользователя в его рабочей области;
- сохранять содержимое файлов пользователя в хранилище данных;
- при необходимости сохранять историю изменений файлов пользователями;
- передавать клиентскому приложению содержимое файлов, запрошенное пользователем, как полностью, так и блоками;
- предотвращать одновременное изменение двумя или более пользователями одного файла одновременно;
- управлять пользователями и правами доступа;
- предотвращать прямой доступ пользователя к хранилищу данных.

Интерфейс взаимодействия с пользовательским приложением должен обладать возможностью работы по сети, возможность аутентификации пользователя, гарантированную доставку сетевых пакетов. Также должна быть предусмотрена возможность работы нескольких пользователей с данной подсистемой одновременно.

Интерфейс взаимодействия с хранилищем данных должен обеспечивать одновременную обработку множества обращений пользователей к бизнес-логике, требующих работы с информацией в хранилище данных.

### **1.3.3.3 Хранилище данных**

Подсистема «Хранилище данных» должна обеспечивать:

- хранение и получение информации о пользователях, файлах, содержимом файлов, группах, правах доступа и прочем;

- возможность одновременной обработки множества обращений;
- обеспечивать целостность хранения данных;

Интерфейс взаимодействия с хранилищем данных должен обеспечивать одновременную обработку множества обращений пользователей к бизнес-логике, требующих работы с информацией в хранилище данных.

### 1.3.4 Спецификация требований к ПО

Исходя из положений раздела 1.1.4, спецификаций подсистем и возможностей рассмотренных аналогов в разделе 1.2 был сформулирован список требований.

Требуется ведение журнала активности пользователей, включающего в себя информацию о следующих действиях:

- дату и время входа/выхода пользователя;
- создание файла;
- модификация файла;
- удаление файла;
- установка блокировки на файл;
- снятие блокировки с файла.

Требуется предоставить удобный доступ пользователя к файлам и директориям, на которые ему были установлены права доступа такие как: чтение, запись, удаление файлов и каталогов. Этот инструмент должен предоставлять возможность пользователю работать с хранилищем данных точно также, как и с локальной директорией. Это значит, что от пользователя не должно требоваться каких либо действий для сохранения данных в хранилище, кроме как ввод пользовательских данных при подключении к системе.

Необходимо осуществлять разделение пользователей по следующим ролям:

- Пользователь в соответствие со своими правами имеет доступ к файлам и каталогам подразделения и к общим каталогам. Имеет доступ к предыдущим версиям своих файлов на чтение.
- Администратор подразделения может назначать права доступа для сотрудников подразделения, создавать и удалять каталоги в каталоге подразделения. Имеет доступ на чтение к предыдущим версиям файлов подразделения.
- Администратор создает и удаляет учётные записи пользователей, записи подразделений, назначает права доступа, имеет полный доступ к дереву каталогов, имеет полный доступ к предыдущим версиям файлов.

## 2 Проектирование

### 2.1 Системные архитектурные решения

Процесс разработки архитектуры проходит «сверху вниз», что подразумевает постепенное выделение более мелких элементов системы с уточнением их атрибутов.

#### 2.1.1 Логическая модель данных

Для проектирования системы требуется сначала выделить основные информационные сущности в системе и определить отношения между ними. Для этого строится ER диаграмма (рисунок 2.1).

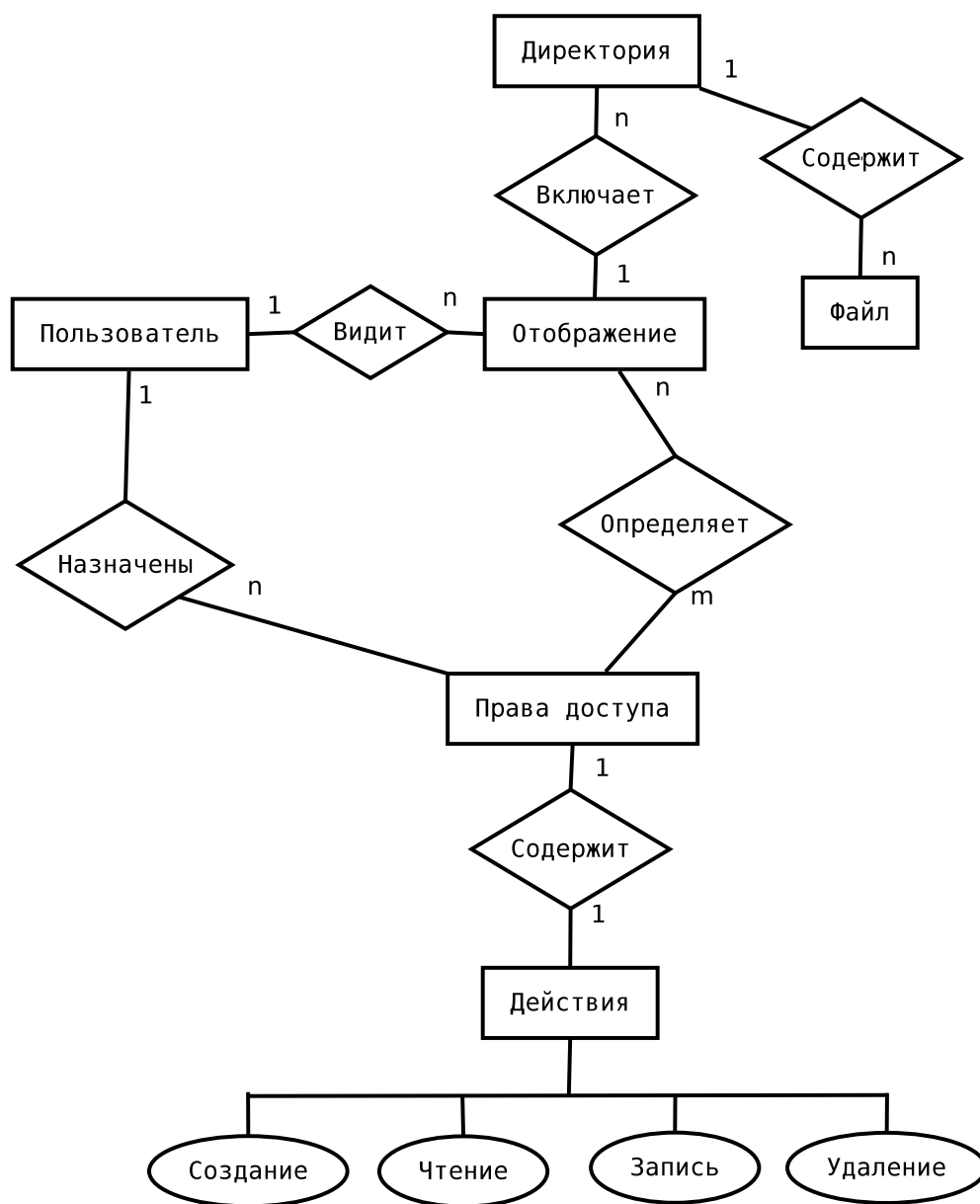


Рисунок 2.1 — Логическая модель данных

Основными сущностями в системе являются «файл» и «пользователь», которые связаны между собой посредством сущности «отображение», которая определяет директории и файлы, которые доступны пользователю на основании присвоенных ему прав доступа. Права доступа определяют действие которое разрешено или запрещено выполнять пользователю в системе. Для пользователя основными являются такие действия как: создание файла/директории, чтение содержимого файла, редактирование файла, удаление файла.

### **2.1.2 Распределение задач между компонентами**

На основании требований в разделе 1.1.3 система состоит из следующих компонентов:

- пользовательское приложение;
- серверная часть;
- административный интерфейс в составе серверной части;
- хранилище данных.

Пользовательское приложение реализует сетевой доступ к файлам находящимся в хранилище, посредством WebDAV протокола. Задачами клиентской части являются:

- запрос учётных данных пользователя;
- реализация представления файловой системы и подключение её к дереву каталогов пользователя;
- реализацию протокола общения между клиентской частью и сервером приложений;
- передача файлов пользователя серверу приложений;
- получение запрошенных файлов с сервера приложений.

Серверная часть реализует интерфейс между клиентским приложением и хранилищем данных. Также к серверной части относится административный интерфейс администратора.

В рамках серверной части обеспечивается:

- авторизация пользователей;
- предоставление требуемых файлов и каталогов для работы в соответствии с правами доступа;
- блокировка используемых файлов;
- получение обновлённой версии с возможным получением предыдущих версий файла;
- запись информации о действиях пользователей в рамках системы.

Административный интерфейс реализует следующие возможности:

- создание и модификация учётных записей пользователей;
- создание и модификация групп пользователей;
- редактирование состава пользователей в группах и подгруппах;
- назначение прав доступа пользователей в группах.



Хранилище данных решает задачу хранения пользовательских данных, файлов, дерева каталогов и вспомогательных сущностей.

## 2.2 Архитектура программных компонентов

### 2.2.1 Обзор архитектуры системы

Разрабатываемая система обладает трёхзвенной архитектурой. Модуль на рабочем месте пользователя соединяется с сервером приложений и все действия над файлами проводит исключительно через него. Сервер приложений включает в себе реализацию алгоритмов бизнес-логики, позволяющих разделить хранение содержимого файлов и обработку действий пользователя. Диаграмма развёртывания приведена на рисунке 2.2.

Для разделения прав доступа используется реализация списков контроля доступа (ACL) [2], что позволяет организовать гибкое назначение прав доступа к объектам различным пользователям.

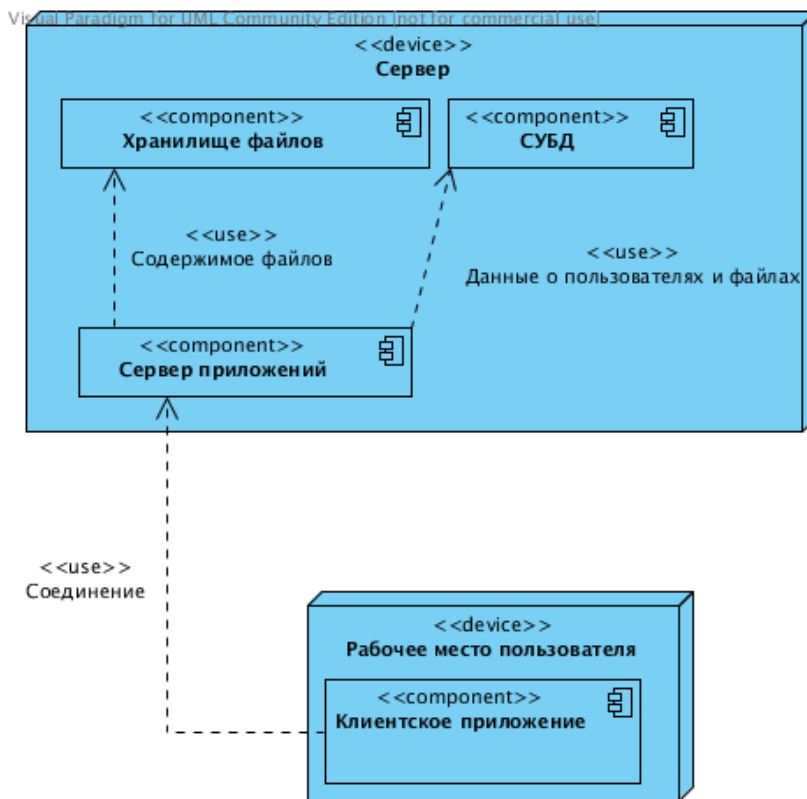


Рисунок 2.2 — Диаграмма развёртывания

Диаграмма последовательности взаимодействия пользовательского приложения с сервером находится в приложении А. Диаграммы последовательностей взаимодействия серверного приложения и хранилища данных находятся в подразделе 2.2.2. Все последующие диаграммы есть в большем размере в приложении А.

### 2.2.2 Архитектура клиентской части

Клиентская часть реализует доступ к файловому хранилищу как к подкаталогу в дереве файлов пользователя. Это достигается использованием средств, которые позволяют предоставить интерфейс к сетевому хранилищу данных.

На диаграмме последовательностей (рисунок 2.3) показаны события происходящие в процессе запроса пользователем файла.

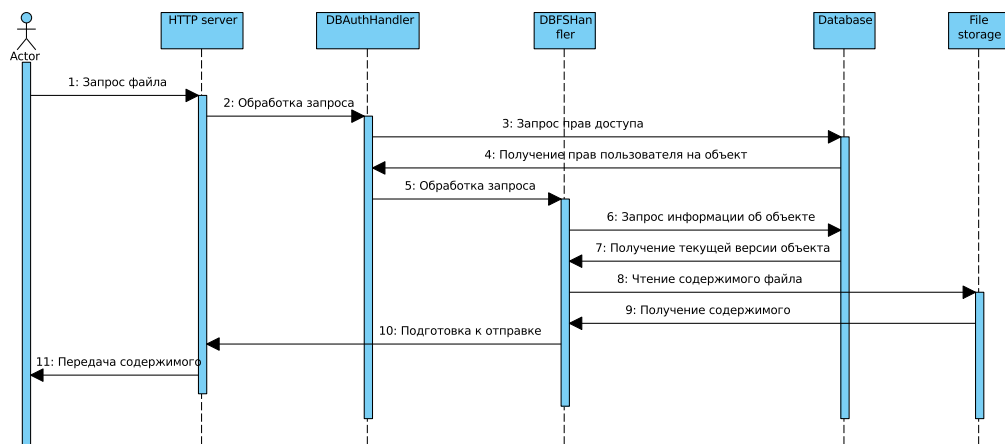


Рисунок 2.3 — Последовательность чтения файла

При монтировании ФС, у пользователя запрашивают его логин/пароль для работы в системе, после этого сервер приложений проверяет правильность введенных данных и аутентифицирует его и возвращает содержимое корневой директории пользователя.

При изменении файла происходит блокировка ресурса на сервере приложений. Запись данных пользователем идёт в локальный кэш, который после закрытия файла отправляется на сервер приложений(рисунок 2.4).

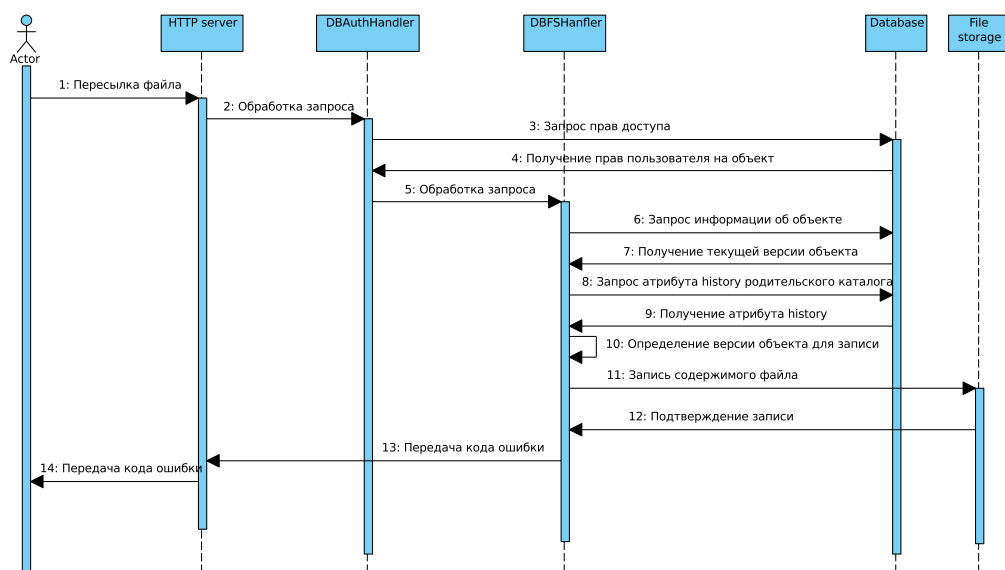


Рисунок 2.4 — Последовательность записи файла

Использование кеширования позволяет уменьшить количество версий файлов, особенно для приложений в которых используется автосохранение файлов. Для исключения ситуации, в которой при открытии файла и закрытии его без изменений создаётся запись в истории, используется маркер изменения файла. В случае если данный маркер не был установлен, файл не заносится в кеш для отправки на сервер.

При отсоединении происходит отправка данных из кеша клиентской части на сервер приложений и отключение от сервера приложений.

В работе пользователя выделяются три основных этапа: установка соединения с системой, изменение объектов файловой системы и отсоединение системы.

### 2.2.3 Архитектура сервера приложений

Сервер приложений используется для обработки запросов пользователей и подготовкой полученных файлов к сохранению в хранилище. Сервер приложений состоит из многопоточного обработчика запросов пользователей, обработчика аутентификации и авторизации пользователей и обработчика davfs протокола используемого для связи с клиентским приложением.

Диаграмма классов системы, без реализации WebDAV и http-сервера представлена на рисунке 2.5. Система построена на принципе независимости от реализации хранения файлов и информации о пользователях, что позволяет реализовать своё хранилище данных, реализующее интерфейс для WebDAV протокола.

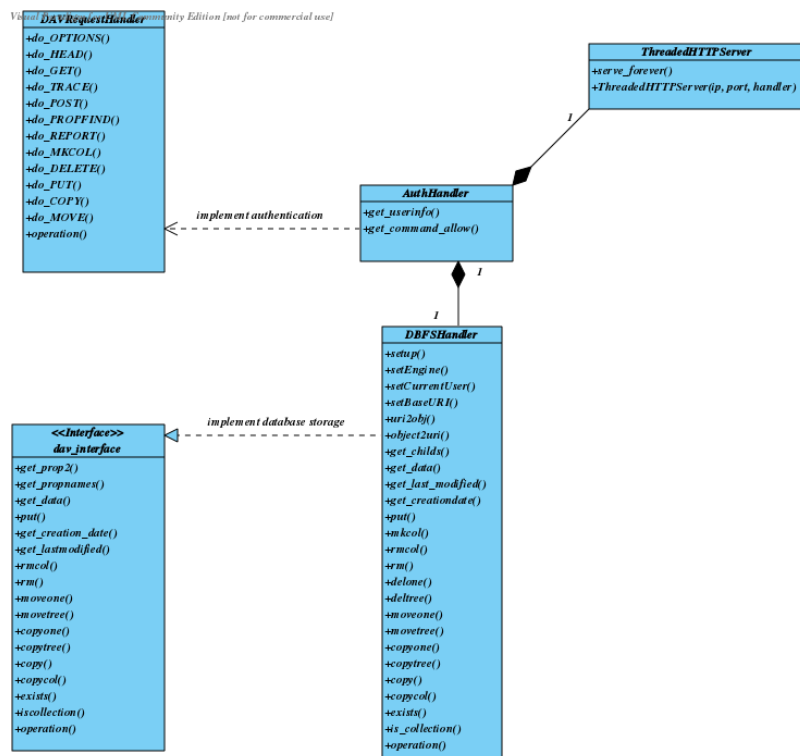


Рисунок 2.5 — Диаграмма значимых классов проекта

Класс ThreadedHTTPServer является точкой входа для клиентских соединений. Этот класс реализует многопоточный HTTP сервер к которому присоединяются клиентские приложения. При создании объекта ThreadedHTTPServer ему передаётся параметр handler, который являясь потомком класса DAVRequestHandler содержит в себе реализацию WebDAV протокола, логику аутентификации и авторизации пользователей и ссылку на объект, который реализует логику хранения данных. Класс DBFSHandler реализует davinterface содержит в себе логику работы с хранилищем файлов и СУБД. Такое разделение упрощает разработку и тестирование отдельных блоков.

## 2.2.4 Архитектура БД

В проекте используется технология объектно-реляционного отображения, позволяющая работать с записями в базе данных(БД), как с объектами языка программирования. Такой подход позволяет представить БД как абстрактное хранилище объектов и не задумываться над деталями конкретной реализации БД.

Для хранения данных может использоваться любая реляционная СУБД, которая поддерживается выбранной библиотекой для объектно-реляционного отображения.

Основные сущности используемые в системе (рисунок 2.6):

- пользователи;
- элементы дерева каталогов;
- группы;
- права доступа;
- версии файлов;

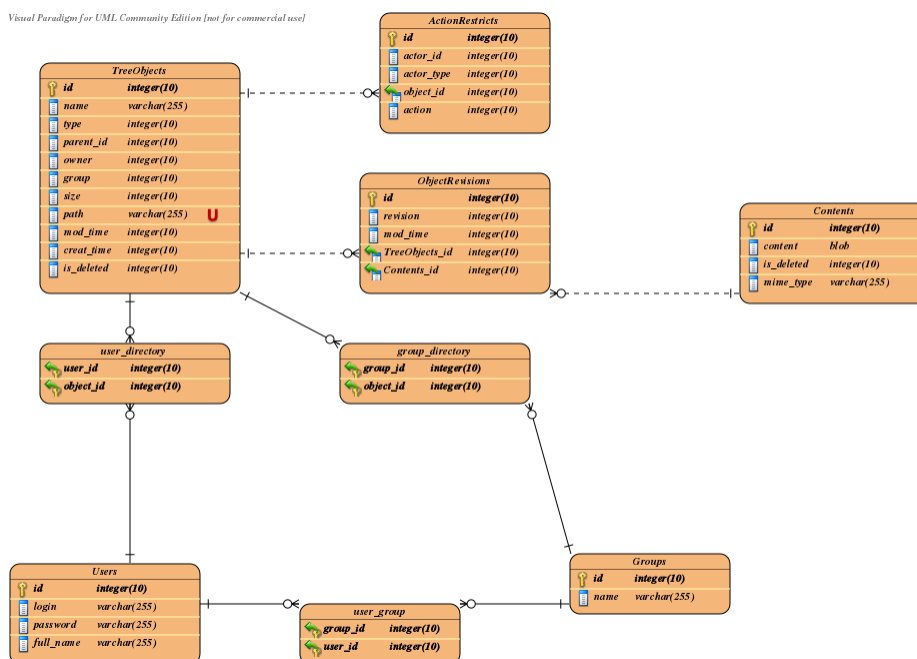


Рисунок 2.6 — Схема БД

Также БД содержит вспомогательные таблицы для обеспечения связей «многие ко многим», которые позволяют хранить информацию о принадлежности пользователя группам и спискам директорий групп и личных директорий пользователей. Более подробно все сущности описаны в разделе 3.4.

## **2.3 Проектирование инфраструктуры**

### **2.3.1 Оценка требований к рабочему месту пользователя**

Минимальные требования разработанной системы к аппаратному обеспечению не превышают требований выбранной ОС Ubuntu Desktop Edition [21], поэтому эти требования были выбраны в качестве минимальных:

- Платформа x86;
- Процессор Intel или AMD;
- RAM не менее 256 мегабайт;
- Жёсткий диск - не менее 4 гигабайт;
- Сетевая карта стандарта Ethernet.

### **2.3.2 Оценка требований к серверу**

Минимальные требования разработанной системы к аппаратному обеспечению не превышают требований выбранной ОС Ubuntu Server Edition [22], поэтому эти требования были выбраны в качестве минимальных:

- Платформа x86;
- Процессор Intel или AMD;
- RAM не менее 128 мегабайт;
- Жёсткий диск - не менее 1 гигабайта;
- Сетевая карта стандарта Ethernet.

### **2.3.3 Оценка требований к пропускной способности канала**

Используемые решения не накладывают требований на пропускную способность каналов связи. От пропускной способности будет зависеть удобство работы с системой, но не работоспособность. Для комфортной работы с системой, рабочему месту пользователя требуется соединение с пропускной способностью 10 МБит/сек. Для комфортной сервера требуется соединение с пропускной способностью не менее 100 МБит/сек.

## 3 Реализация

### 3.1 Особенности реализации клиентской части

Клиентская часть состоит из модуля к FUSE, утилит монтирования и графического интерфейса для утилит монтирования для упрощения работы пользователям.

Filesystem in Userspace (FUSE) (Файловая система в пользовательском пространстве) — это модуль для ядер Unix-подобных ОС, с открытым исходным кодом и относящийся к свободно-программному обеспечению. Модуль распространяется под лицензиями GNU GPL и GNU LGPL. Он позволяет пользователям без привилегий создавать их собственные файловые системы (ФС) без необходимости переписывать код ядра. Это достигается за счёт запуска кода файловой системы в пространстве пользователя, в то время как модуль FUSE только предоставляет «мост» для актуальных интерфейсов ядра [3]. Общий принцип работы показан на рисунке 3.1. FUSE особенно полезна для написания виртуальных файловых систем. В отличие от традиционных файловых систем, которые по существу сохраняют информацию для восстановления данных с диска, виртуальные файловые системы не хранят данные непосредственно. Они действуют как представление, трансляция (перевод) существующей файловой системы или устройства хранения. Практически, любой ресурс, доступный для использования FUSE, может быть экспортирован в файловую систему.

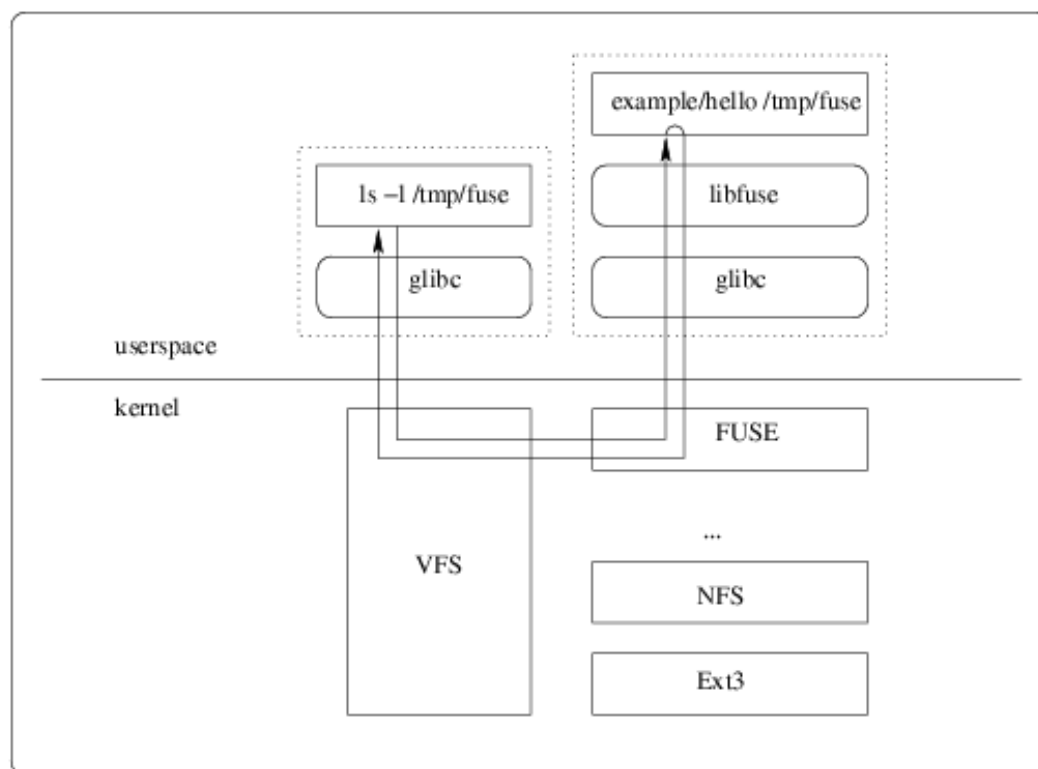


Рисунок 3.1 — Схема работы FUSE

Для реализации управления версионированием для проекта davfs2 была реализована возможность задания расширенных атрибутов файловой системы.

Расширенные атрибуты файловой системы - это ассоциированный с элементом ФС набор метаданных не связанных с файловой системой. Такой набор метаданных реализован в виде ассоциативного массива хранящего имя атрибута и его значения в виде текстовых строк. В ОС GNU/Linux имя атрибута является строкой заканчивающейся нулевым символом и должно предваряться пространством имён. Используется пространство имен "user" поскольку список атрибутов которые могут в нём содержаться не ограничен. Эта возможность используется для управления версионностью файлов хранящихся в директории. При установке атрибута "user.history" для директории, создаётся подкаталог ".history" в котором содержатся записи истории изменения файлов.

Приведённая в листинге 3.1 функция выполняет роль посредника между FUSE слоем и логикой работы с расширенными атрибутами. Выполняется выделение имени необходимого атрибута и области памяти для записи полученного значения и вызов нижеописанной функции dav\_getxattr. Результатом этого вызова является код ошибки записываемый в заголовок вывода. Все значения кроме 0 являются кодами ошибок, описанных в заголовочном файле errno.h.

```
1 static uint32_t
2 fuse_getxattr(void)
3 {
4     struct fuse_in_header *ih = (struct fuse_in_header *) buf;
5     struct fuse_getxattr_in *in = (struct fuse_getxattr_in *)
6                                     (buf + sizeof(struct fuse_in_header));
7     char *name = (char *) (buf + sizeof(struct fuse_in_header)
8                             + sizeof(struct fuse_getxattr_in));
9     struct fuse_out_header *oh = (struct fuse_out_header *) buf;
10    struct fuse_getxattr_out *out = (struct fuse_getxattr_out *)
11                                      (buf + sizeof(struct fuse_out_header));
12    char *value = (char *) (buf + sizeof(struct fuse_out_header));
13    if (debug) {
14        syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "FUSE_GETXATTR:");
15        syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "  n 0x%llx, %s, %i",
16                ih->nodeid, name, in->size);
17    }
18
19    size_t size = in->size;
20    if (size == 0) {
21        oh->error = dav_getxattr((dav_node *) ((size_t) ih->nodeid), name,
22                                value, &size, ih->uid);
23        if (oh->error) {
24            oh->error *= -1;
25            return sizeof(struct fuse_out_header);
26        }
27        out->size = size;
```

```

28     out->padding = 0;
29     return sizeof(struct fuse_out_header)
30           + sizeof(struct fuse_getxattr_out);
31 } else {
32     if (size > (buf_size - sizeof(struct fuse_out_header)))
33         size = buf_size - sizeof(struct fuse_out_header);
34     oh->error = dav_getxattr((dav_node *) ((size_t) ih->nodeid), name,
35                             value, &size, ih->uid);
36     if (oh->error) {
37         oh->error *= -1;
38         return sizeof(struct fuse_out_header);
39     }
40     return sizeof(struct fuse_out_header) + size;
41 }
42 }

```

Листинг 3.1 — Взаимодействие с FUSE

Приведённая в листинге 3.2 функция выполняет обход списка расширенных атрибутов элемента файловой системы, выполняет поиск требуемого атрибута и сохраняет значение атрибута в область памяти передаваемую параметром buf. В случае отсутствия требуемого атрибута, в соответствии с описанием данной функции в Linux Programmer's Manual [5] возвращается код ошибки ENODATA, соответствующий требуемому коду ENOATTR.

```

1 int
2 dav_getxattr(dav_node *node, const char *name, char *buf, size_t *size,
3             uid_t uid)
4 {
5     if (!is_valid(node)){
6         return ENOENT;
7     }
8
9     syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "getxattr %s", node->path);
10
11     if (node->parent != NULL && !has_permission(node->parent, uid, X_OK | R_OK)){
12         syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "getxattr EACCESS ERRORR");
13         return EACCES;
14     }
15
16     syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "xattrs %llx, count %i", node->xattrs
17           , node->xattr_count);
18
19     dav_xattr_item* list = node->xattrs;
20     char* ns = "user.";
21
22     while( list != NULL){
23         //syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "xattrs %s:%s", list->name

```



```

24     , list->value);
25     int len = strlen(list->name)+6;
26     char* tmp_str = (char*)ne_malloc(len);
27     memset(tmp_str,0, len );
28     strncat(tmp_str,ns,5);
29     strncat(tmp_str,list->name,strlen(list->name));
30     tmp_str[len-1] = '\0';
31     syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "xattrs tmpname %s", tmp_str);
32     if( strcmp(name,tmp_str, strlen(name)) == 0){
33         syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "found attr %s", list->name);
34         if( list->value == NULL){
35             syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "attr value is null");
36             *size=0;
37             buf[0]='\0';
38         } else {
39             *size=strlen(list->value);
40             syslog(LOG_MAKEPRI(LOG_DAEMON, LOG_DEBUG), "getxattr %s:%s len:"
41                 , tmp_str , list->value , *size);
42             strncpy(buf, list->value , *size);
43             buf[*size]='\0';
44
45         }
46         free(tmp_str);
47         return 0;
48     }
49     free(tmp_str);
50
51     list = list->next;
52
53 }
54
55 return ENODATA;
56 }

```

Листинг 3.2 — Поиск атрибута

### 3.2 Особенности реализации серверной части

Серверная часть реализована на основе проекта ruwebdav - реализации файлового хранилища на основе WebDAV протокола. Для реализации системы были реализованы:

- реализация обработки и хранения файлов;
- реализация системы авторизации и аутентификации пользователей;

Реализация обработки и хранения файлов представляет собой класс с обработчиками webdav команд, которые позволяют совершать операции в хранилище данных. В листинге 3.3 приведён отрывок исходного текста, с реализацией сохранения файла.

```

1      if prop != None:
2          rev = ObjectRevision()
3          rev.mod_time = obj.mod_time
4
5          if old_rev == None:
6              rev.revision = 1
7          else:
8              hist = self.uri2obj(string.join([parent.path[: -1], ".history", ""], '/'),
9                                     sess)
10
11             if hist != None:
12                 prev_rev = ObjectRevision()
13                 prev_rev.content = old_rev.content
14                 prev_rev.revision = old_rev.revision
15                 prev_rev.mod_time = old_rev.mod_time
16                 rev.revision = old_rev.revision + 1
17
18                 prev_name = "%s_%s" % (
19                     name,
20                     datetime.fromtimestamp(
21                         old_rev.mod_time
22                     ).strftime("%Y-%m-%d-%H-%M-%S"))
23                 prev = TreeObject(
24                     prev_name,
25                     TreeObject.TYPE_REV_FILE,
26                     hist,
27                     self.User.id,
28                     None,
29                     0,
30                     0,
31                     string.join([hist.path[: -1], prev_name], '/'))
32
33                 sess.add(prev)
34                 prev.revisions.append(prev_rev)
35
36                 sess.commit()
37                 rest = sess.query(ActionRestrict).filter_by(
38                     actor_id=self.User.id,
39                     object_id=hist.id
40                 )
41                 sess.add(ActionRestrict(
42                     self.User.id,
43                     '1',
44                     prev.id,
45                     user_hist_acts

```

```

46         ))
47
48         sess.commit()
49     else :
50         if old_rev == None:
51             rev = ObjectRevision()
52             rev.mod_time = obj.mod_time
53             rev.revision = 1
54         else:
55             rev = old_rev
56     if content_type == None:
57         content_type = "application/octet-stream"
58
59     if obj.id != None:
60         file_path = "%s_%i_%i" % (name, obj.id, rev.revision)
61     else:
62         file_path = "%s_1_%i" % (name, rev.revision)
63
64     try:
65         fp=open("%s/%s" % (self.directory, file_path), "w+")
66         if isinstance(data, types.GeneratorType):
67             for d in data:
68                 fp.write(d)
69         else:
70             if data:
71                 fp.write(data)
72         fp.close()
73         log.info('put: Created %s' % uri)
74     except:
75         log.info('put: Could not create %s' % uri)
76         raise DAV_Error, 424
77
78     rev.content = Content(file_path, content_type)

```

Листинг 3.3 — Сохранение файла

Алгоритм проверяет наличие атрибута «history» на родительской директории и после этого либо создаёт новую версию файла, либо сохраняет в текущую версию. Информация о файле и его имени хранится в БД, а содержимое записывается под уникальным именем в указанную директорию.

### 3.3 Особенности реализации инструмента администрирования

Инструмент администрирования реализован с использованием библиотек: PyQT4 [8] и SQLAlchemy [9]. В процессе разработки также был использован «QT Designer» (рисунок 3.2) - инструмент для создания форм графического интерфейса пользователя.

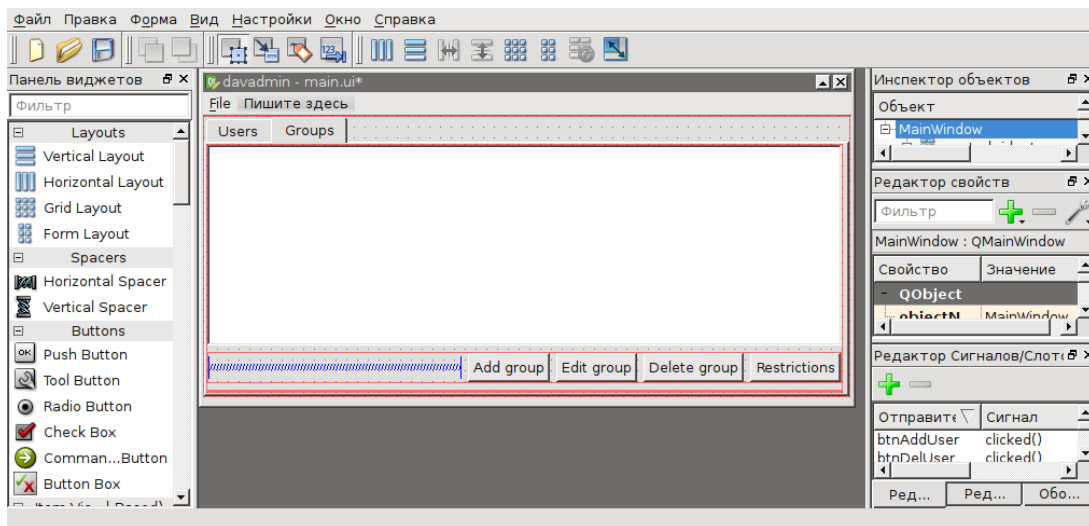


Рисунок 3.2 — Qt Designer

Инструмент администрирования имеет средства аутентификации пользователя, что позволяет использовать один инструмент как системному, так и локальному администратору. Локальный администратор видит только ту часть дерева групп, к которой имеет администраторские права доступа. Системный администратор видит все группы.

В листинге 3.4 приведён исходный текст обновления списка пользователей и групп к которым есть права администратора.

```

1 def update_data(self):
2     users = self.dbhandler.getUsers()
3     self.lstUsers.clear()
4     for u in users:
5         self.lstUsers.addItem(QtGui.QListWidgetItem(u.login))
6
7     self.treeGroups.clear()
8     usr = self.dbhandler.getCurrentUser();
9     for group in self.dbhandler.getGroups():
10         rs = self.dbhandler.session.query(ActionRestrict).filter_by(
11             actor_id=usr.id, actor_type=1, object_type=2, object_id = group.id).
12             first()
13
14         if rs.action & actions["ADMIN"] != 0 :
15             item=QtGui.QTreeWidgetItem([group.name])
16             item.addChildren(self.get_groupWidgetTree(group, usr))
17             self.treeGroups.addTopLevelItem(item)
18         else:
19             subs = self.get_groupWidgetTree(group, usr)
20
21             for i in subs:
22                 self.treeGroups.addTopLevelItem(i)

```

Листинг 3.4 — Обновление данных в графическом интерфейсе

Функция в листинге 3.5 используется для обновления содержимого списка пользователей системы и дерева групп пользователей.

```
1 def get_groupWidgetTree(self, group, usr):
2     lst = []
3     for g in group.subgroups:
4         rs = self.dbhandler.session.query(ActionRestrict).filter_by(
5             actor_id=usr.id, actor_type=1, object_type=2, object_id = g.id).first()
6
7         subs = self.get_groupWidgetTree(g, usr)
8
9         if rs != None and rs.action & actions["ADMIN"] != 0 :
10             gi = QtGui.QTreeWidgetItem([g.name])
11             gi.addChildren(subs)
12             gi.setData(0,32, rs.action)
13             lst.append(gi)
14         else:
15             for i in subs:
16                 d = i.data(0,32)
17                 if d.toUInt()[0] & actions["ADMIN"] != 0:
18                     lst.append(i)
19     return lst
```

Листинг 3.5 — Обход дерева групп

Данная функция используется для получения массива элементов подгрупп и вызывается рекурсивно для каждого элемента дерева групп, к которому у пользователя имеются администраторские права. При возникновении ситуации, что у пользователя есть права администратора на подгруппу, но нет на родительскую группу, то в этом случае подгруппа в дереве переносится на уровень выше до тех пор, пока не найдётся родительская группа к которой есть администраторские права доступа, либо пока не будет достигнут корневой уровень дерева.

### 3.4 Особенности реализации БД

В проекте используется технология объектно-реляционного отображения, позволяющая работать с записями в БД, как с объектами языка программирования. Такой подход позволяет представить БД как абстрактное хранилище объектов и не задумываться над деталями конкретной реализации БД.

Описание хранилища данных является набором классов на языке Python наследованных от базового класса для декларативного описания сущностей в БД. Ниже приводятся описания классов системы, которые отображаются на таблицы СУБД.

Класс ActionRestrict(листинг 3.6) хранит в себе записи о правах доступа по типу актора и объекта. Объектом может быть TreeObject или Group, это задаётся полем object\_type. Актором может являться пользователь или группа пользователей. Поле action хранит битовую маску, которая задаёт доступные права доступа для актора на объект.

```

1 class ActionRestrict(Base):
2     __tablename__ = 'Restrictions'
3     id = Column(Integer, primary_key=True)
4     actor_id = Column(Integer)
5     actor_type = Column(Integer)
6     object_id = Column(Integer)
7     object_type = Column(Integer)
8     action = Column(Integer)
9
10    def __init__(self, actor_id, actor_type, object_id, action, object_type=1):
11        self.actor_id = actor_id
12        self.actor_type = actor_type
13        self.object_id = object_id
14        self.action = action
15        self.object_type = object_type

```

Листинг 3.6 — Права доступа

Таблицы `user_group`, `group_directory`, `user_directory` (листинг 3.7) - не имеют связанных классов и нужны только в служебных целях для реализации отношений «многие ко многим», содержащих связи между пользователем-группой, группой-директориями и пользователями-директориями соответственно. Отношение группа-директория - описывает принадлежность директории группе пользователей и даёт возможность работать с одной директорией различным группам пользователей. Отношение пользователь-директория описывает принадлежность директории пользователю. Такое отношение необходимо для поддержки личных директорий пользователя.

```

1 user_group = Table(
2     'UserGroups', Base.metadata,
3     Column('user_id', Integer, ForeignKey('Users.id')),
4     Column('group_id', Integer, ForeignKey('Groups.id'))
5 )
6 group_directory = Table(
7     'GroupDirectories', Base.metadata,
8     Column('object_id', Integer, ForeignKey('TreeObjects.id')),
9     Column('group_id', Integer, ForeignKey('Groups.id'))
10 )
11 user_directory = Table(
12     'UserDirectories', Base.metadata,
13     Column('object_id', Integer, ForeignKey('TreeObjects.id')),
14     Column('user_id', Integer, ForeignKey('Users.id'))
15 )

```

Листинг 3.7 — Вспомогательные таблицы

Таблица `audit` (листинг 3.8) содержит в себе данные о действиях пользователей в системе. Сохраняется информация о блокировках, записи, удалении, копировании, перемещении и

прочих операциях над содержимым файлов и директорий. Также содержится информация о том, было ли разрешено пользователю запрошенное действие.

```
1 audit = Table(  
2     'audit', Base.metadata,  
3     Column('id', Integer, primary_key=True),  
4     Column('user_id', Integer, ForeignKey('Users.id')),  
5     Column('object_id', Integer, ForeignKey('TreeObjects.id')),  
6     Column('action_time', Float),  
7     Column('action', Integer),  
8     Column('result', Integer)  
9 )
```

Листинг 3.8 — Таблица аудита

Класс ObjectRevision(листинг 3.9) определяет версию объекта. Содержит в себе информацию о: номере версии, времени модификации, ссылку на содержимое и ссылку на объект. Этот класс требуется для гибкого управления версиями.

```
1 class ObjectRevision(Base):  
2     __tablename__ = 'ObjectRevisions'  
3     id = Column(Integer, primary_key=True)  
4     revision = Column(Integer)  
5     mod_time = Column(Float)  
6     TreeObjects_id = Column(Integer, ForeignKey('TreeObjects.id'))  
7     Contents_id = Column(Integer, ForeignKey('Contents.id'))  
8     content = relationship("Content",  
9         backref=backref("object_assocs", uselist=False), uselist=False, cascade="all")
```

Листинг 3.9 — Таблица версий

Класс User(листинг 3.10) - представляет пользователя в системе. Содержит данные пользователя, ссылки на его директории и список групп в которых пользователь участвует. Также в этом классе реализован метод позволяющий получить права доступа к группе.

```
1 class User(Base):  
2     __tablename__ = 'Users'  
3     id = Column(Integer, primary_key=True)  
4     login = Column(String)  
5     password = Column(String)  
6     full_name = Column(String)  
7     groups = relationship("Group", secondary=user_group, backref='User')  
8     directories = relationship("TreeObject", secondary=user_directory, backref='User',  
9         )  
10    is_deleted = Column(Boolean, nullable=False)  
11  
12    def __init__(self, login, password, full_name, is_deleted=False):  
13        self.login = login  
14        self.password = password
```

```

14         self.full_name = full_name
15         self.is_deleted = is_deleted
16
17     def getRestrictions(self, obj, sess):
18         return sess.query(ActionRestrict).filter_by(actor_id=self.id, object_id=obj.
            id, actor_type='1', object_type='2')

```

Листинг 3.10 — Таблица пользователей

Класс Group(листинг 3.11) - представляет собой группу пользователей. Содержит ссылки на список пользователей, список директорий группы, список подгрупп.

```

1 class Group(Base):
2     __tablename__ = 'Groups'
3     id = Column(Integer, primary_key=True)
4     name = Column(String)
5     parent_id = Column(Integer, ForeignKey('Groups.id'))
6     users = relationship("User", secondary=user_group, backref='Group')
7     directories = relationship("TreeObject", secondary=group_directory, backref='
        Group')
8     is_deleted = Column(Boolean, nullable=False)
9     base_dir_id = Column(Integer, ForeignKey('TreeObjects.id'))
10    base_dir = relationship("TreeObject", backref=backref("Groups", uselist=False)
        )
11    subgroups = relationship("Group",
12                             backref=backref('parent', remote_side=id)
13                             )
14
15    def __init__(self, name, base_dir = None, parent = None, is_deleted=False):
16        self.name=name
17        self.is_deleted = is_deleted
18        self.parent = parent
19        self.base_dir = base_dir

```

Листинг 3.11 — Таблица групп

Класс Content(листинг 3.12) - это класс представляющий файл в БД. Хранится содержимое и mime-type содержимого.

```

1 class Content(Base):
2     __tablename__ = 'Contents'
3
4     id = Column(Integer, primary_key=True)
5     content = Column(String)
6     is_deleted = Column(Boolean)
7     mime_type = Column(String)
8
9     def __init__(self, content, mime_type='application/octet-stream'):
10        self.content = content

```



```

11         self.mime_type = mime_type
12
13     def __repr__(self):
14         return "<Content('%s','%s')>" % (self.id, self.content)

```

### Листинг 3.12 — Таблица содержимого

Класс `TreeObject`(листинг 3.13) - представляет элемент файловой системы. Тип элемента определяется константами в поле `type`, задающими что это: директория, файл или поддиректория с предыдущими версиями.

```

1 class TreeObject(Base):
2     __tablename__ = 'TreeObjects'
3     id = Column(Integer, primary_key=True)
4     name = Column(String)
5     type = Column(Integer)
6     parent_id = Column(Integer, ForeignKey('TreeObjects.id'))
7     owner = Column(Integer)
8     group = Column(Integer)
9     size = Column(Integer)
10    path = Column(String)
11    mod_time = Column(Float)
12    creat_time = Column(Float)
13    is_deleted = Column(Boolean, nullable=False)
14    flags = Column(Integer)
15
16    revisions = relationship("ObjectRevision", backref="objects",
17                             order_by=desc("ObjectRevisions.revision"), cascade='all')
18
19    nodes = relationship("TreeObject",
20                          backref=backref('parent', remote_side=id)
21                          )
22
23    properties = relationship("ObjectProperty",
24                              backref=backref('object', remote_side=id)
25                              )
26
27    TYPE_FILE = 0
28    TYPE_COLLECTION = 1
29    TYPE_HISTORY = 2
30    TYPE_REV_FILE = 3
31
32    def get_last_revision(self):
33        if len(self.revisions) > 0:
34            return self.revisions[0]
35        else:
36            return None
37

```

```

38 last_revision=property(get_last_revision)
39
40 def __init__(self, name, type, parent, owner, group, size, content, path,
41 creat_time=time.time(), mod_time=time.time(), is_deleted=False):
42     self.name      = name
43     self.type      = type
44     self.parent    = parent
45     self.owner     = owner
46     self.group     = group
47     self.size      = size
48     self.content   = content
49     self.path      = path
50     self.mod_time  = mod_time
51     self.creat_time= creat_time
52     self.is_deleted= is_deleted
53
54 def __repr__(self):
55     return "<TreeObject('%s ', '%s ', '%s ',)>" % (
56         self.name, self.type, self.parent)

```

Листинг 3.13 — Таблица файловой системы

Класс `ObjectProperty` (листинг 3.14) - представляет расширенный атрибут элемента файловой системы. Хранит информацию вида «ключ – значение» где ключ - имя атрибута без пространства имён, а значение - само значение атрибута.

```

1 class ObjectProperty(Base):
2     __tablename__ = 'Properties'
3     id           = Column(Integer, primary_key=True)
4     object_id    = Column(Integer, ForeignKey('TreeObjects.id'))
5     name         = Column(String)
6     value        = Column(String)
7
8     def __init__(self, name, value, object):
9         self.name = name
10        self.value = value
11        self.object = object

```

Листинг 3.14 — Таблица свойств

### 3.5 Особенности тестирования и отладки

Тестирование программного обеспечения – проверка соответствия между реальным и ожидаемым поведением программы, осуществляемая на конечном наборе тестов, выбранном определенным образом (IEEE Guide to Software Engineering Body of Knowledge, SWEBOK, 2004). В более широком смысле, тестирование - это одна из техник контроля качества, включающая в себя активности по планированию работ (Test Management), проектированию тестов (Test

Design), выполнению тестирования (Test Execution) и анализу полученных результатов (Test Analysis).

Во всех системах, основанных на взаимодействии между клиентом и сервером, уязвимости обычно возникают из-за некорректной обработки запросов клиента и/или недостаточной проверки входной информации со стороны разработчика.

Процесс исчерпывающего тестирования по методу черного ящика включает в себя исследование каждого элемента данных, определение ожидаемого ввода, искажение его, и анализ результатов работы приложения на предмет выявления признаков неожиданного поведения. Во многих случаях разработчики требуют от клиентов входные данные, которые должны быть защищены от изменения пользователем - такие как идентификатор пользователя, который генерируется динамически, передается клиенту, после чего используется во всех последующих запросах. Следует убедиться в отсутствии доступа ко всем ресурсам через каждую точку входа без осуществления процедуры авторизации.

Основываясь на вышесказанное, был проведен целый ряд действий по тестированию серверной части системы. В процессе его разработки, согласно описанному выше жизненному циклу системы, постоянно проводилось тестирование разрабатываемых модулей.

Процесс тестирования готового программного продукта обычно выполняется в соответствии с заранее подготовленным тест-планом или сценарием, который показывает ожидаемую реакцию системы на воздействие пользователя. Тестовый сценарий представляет собой таблицу, в которой последовательно описываются все действия пользователя. Для каждого шага предварительно составляется предполагаемая реакция системы, а также делается графа для заполнения реальной реакции системы на данное действие. По завершению данного шага и оценки реакции системы на воздействие пользователя, делается отметка о прохождении теста. Для каждого компонента системы составляется свой сценарий и на основании него проводится тестирование системы. Тестирование разрабатываемой системы производилось в соответствии со сценариями, которые приведены ниже. Представленные таблицы показывают лишь сценарии для тестирования основных взаимодействий модулей. В таблицах 3.1 и 3.2 представлен тестовый сценарий для модуля авторизации. Пошаговые действия включают в себя последовательные действия над элементами пользовательского интерфейса.

Таблица 3.1 — Сценарий проверки авторизации с корректными параметрами

#	Шаг сценария	Ожидаемый результат	Полученный результат	Совпадает
1	Запустить скрипт для монтирования ФС	На экран выводится запрос имени пользователя	Получено окно с полем ввода имени пользователя	+

2	Ввести имя правильное пользователя	На экран вы- водится запрос пароля	Получено окно с полем ввода пароля	+
3	Ввести пра- вильный па- роль	Завершение приложения	Завершение приложения	+

Таблица 3.2 — Сценарий проверки авторизации с некорректными параметрами

#	Шаг сценария	Ожидаемый результат	Полученный результат	Совпадает
1	Запустить скрипт для монтирования ФС	На экран вы- водится запрос имени пользо- вателя	Получено окно с полем ввода имени пользо- вателя	+
2	Ввести имя неверное поль- зователя	На экран вы- водится запрос пароля	Получено окно с полем ввода пароля	+
3	Ввести пароль	Сообщение об ошибке автори- зации	Сообщение об ошибке автори- зации	+

Аналогичным образом проводится тестирования для всех остальных модулей системы: производится последовательное нажатие на элементы управления и сравнение результатов с ожидаемыми. По результатам проводимых тестов, периодически выявлялись ошибки и несоответствия заявленным требованиям. Процесс разработки постоянно сопровождался тестированием «белого ящика», таким образом, возникающие ошибки могли быть сразу устранены. Из числа выявленных и устраненных ошибок можно отметить:

- некорректный код возврата клиентской части приложения при ошибке авторизации;
- ошибки сохранения файлов;
- ошибки сохранения расширенных атрибутов.

Проведенный анализ и тестирование разработанной системы показали, что система работоспособна и подготовлена для процедуры внедрения и введения в эксплуатацию.

## **3.6 План внедрения**

### **3.6.1 Организационные мероприятия**

Для полноценного внедрения системы в организации необходимо провести комплекс организационно-технических мероприятий. Внедрение системы хранения файлов в такой сложной организации как СПбГДТЮ невозможно совершить единовременно, поэтому внедрение системы происходит в несколько этапов. Этапы внедрения:

- тестирование;
- опытная эксплуатация;
- промышленная эксплуатация;

На этапе тестирования с системой знакомятся сотрудники отдела информационных технологий. На этом этапе запускается тестовый сервер, к которому имеет доступ ограниченный состав сотрудников. В это время производится проверка основных сценариев использования системы, находятся основные ошибки и недоработки. Также на этом этапе создаются начальные данные в системе.

На этапе опытной эксплуатации к использованию системы присоединяются наиболее грамотные пользователи из других отделов организации. На этом этапе находятся оставшиеся ошибки, подготавливаются инструкции по работе с системой для администраторов и пользователей. К окончанию этапа опытной эксплуатации должны быть проведены следующие мероприятия:

- назначение системного администратора;
- назначение локальных администраторов в отделах;
- обучение персонала работе с системой;
- распределение задач администрирования между главным и локальными администраторами;
- создание полной структуры каталогов, пользователей и групп, необходимых для эксплуатации
- перенос файлов из предшествующей системы хранения файлов;

На этапе промышленной эксплуатации, предыдущая система отключается и полностью заменяется новой. На использование новой системы переводятся все отделы организации. В процессе промышленной эксплуатации начинают разрабатываться требования по дальнейшему развитию системы.

### 3.6.2 Технические мероприятия

В процессе внедрения требуется проведение комплекса технических мероприятий для развёртывания системы в учреждении. Для данной системы требуется проведение следующих мероприятий:

- установка и настройка аппаратного обеспечения для серверной части;
- установка и настройка аппаратного обеспечения для СУБД. Этот пункт может быть пропущен в случае настройки СУБД на одном сервере с серверной частью;
- настройка программного обеспечения;
- развёртывание СУБД;
- настройка клиентской части;

Этап настройки аппаратного обеспечения включает в себя следующие действия:

- установку операционной системы;
- установку библиотек указанных в разделе 1.3.1.

Этап развёртывания СУБД:

- установка и настройка сервера БД;
- развёртывание начальной конфигурации БД;
- внесение первоначальных данных в БД;
  1. создание пользователей;
  2. создание групп с внесением пользователей;
  3. распределение прав локальным администраторам;
  4. установка прав доступа пользователям;

Этап настройки программного обеспечения:

- развёртывание серверной части системы;
- настройка межсетевого экрана, прав доступа, резервного копирования;

### 3.6.3 Мероприятия сопровождения

В процессе промышленной эксплуатации, поддержка системы осуществляется силами ИТ подразделения учреждения, поэтому важным пунктом сопровождения является распределение обязанностей по сопровождению пользователей при работе с системой между локальным администратором, системным администратором и разработчиком.

Задачами локального администратора являются:

- помощь подчинённым пользователям в повседневной работе с системой;
- настройка прав доступа и распределение пользователей по подгруппам отдела или подразделения в рамках доступных прав;

- управление подгруппами отдела за который данный администратор ответственен;
- делегирование полномочий администрирования подгруппы;

Задачами системного администратора являются:

- создание учётных записей пользователей;
- назначение локальных администраторов;
- аудит деятельности пользователей;
- поддержка инфраструктуры системы;
- обеспечение резервного копирования данных;

Задачи разработчика и срок технической поддержки определяются условиями договора поддержки. Типичные задачи определяемые в договоре поддержки:

- исправление ошибок обнаруженных в процессе эксплуатации;
- разработка новых возможностей в рамках договора поддержки или по отдельному договору;
- консультирование системного администратора по вопросам работы с системой;

### **3.6.4 Выводы**

Внедрение новой системы - это как правило сложный и трудоёмкий процесс, который при неправильной организации взаимодействия между разработчиком и организацией может сорвать сроки. Для того, чтобы внедрение произошло по графику требуются не только технические мероприятия, но и организационные, такие как:

- создание команды внедрения;
- явное назначение ответственных лиц, которые будут отвечать за процесс внедрения и общение с разработчиком;
- документирование процесса, на случай форс-мажорных обстоятельств;
- обучение сотрудников;
- ясное и однозначное распределение обязанностей между членами команды внедрения;

## **4 Экономическое обоснование разработки дипломного проекта**

### **4.1 Обоснование целесообразности разработки проекта**

Цель экономической части выпускной квалификационной работы - обоснование целесообразности выполнения разработки экономическими методами. Для этого необходимо провести содержательную оценку экономической значимости объекта разработки.

Деятельность в образовательных учреждениях связана с оказанием образовательных и воспитательных услуг. Она влияет на множество фактов и охватывает широкий спектр нужных вопросов по организационно-технологическому, экономическому и финансовому характеру, требующих повседневного решения.

Естественными критериями в задачах выбора решений по развитию системы служат экономические показатели. В них основными переменными могут быть затраты. Затраты на приобретение и установку комплекса технических, программных и других средств, расходы на обучение персонала, подготовку и содержание помещений, разработку прикладных программ, поддержку техники и другие цели.

Одним из основных требований функционирования предприятий и их ассоциаций в условиях рыночной экономики являются безубыточность хозяйственной и другой деятельности, возмещение расходов собственными доходами и обеспечение в определенных размерах прибыльности, рентабельности хозяйствования.

Необходимость автоматизации обусловлена целым рядом причин, главная из них — необходимость хранения файлов пользователей с возможностью ограничения доступа к ним для различных групп пользователей. Также автоматизированная система позволит получать своевременно необходимую информацию из других отделов учреждения.

### **4.2 Формирование цены программного продукта**

Программные продукты представляют собой особый товар, имеющий ряд характерных черт и особенностей, в числе которых – специфика труда по созданию программного продукта, определение цены на него, обоснование затрат на разработку и т.п.

Программный продукт является объектом интеллектуальной собственности. Интеллектуальная собственность, охраняемая в большинстве стран мира, является сейчас одним из наиболее мощных стимуляторов прогресса во всех отраслях развития общества – научно-технического, культурного и других.

Интеллектуальная собственность включает в себя две основные сферы прав:

- промышленную собственность, под которой понимаются главным образом права на изобретения, промышленные образцы, товарные знаки и наименования мест происхождения товара;



- авторское право, под которым понимаются главным образом права на литературные, музыкальные, художественные, фотографические и аудиовизуальные произведения, программа для ЭВМ и базы данных.

Программные продукты представляют собой весьма специфичный товар с множеством присущих им особенностей. Многие их особенности проявляются и в методах расчетов цены на них.

На разработку программного продукта средней сложности обычно требуются весьма незначительные средства. Однако, при этом он может дать экономический эффект, значительно превышающий эффект от использования достаточно дорогостоящих систем.

Необходимо выделить еще одну особенность программного продукта: возможность их многократного применения различными пользователями. Соответственно цена такого продукта резко снижается по мере расширения круга пользователей.

Следует подчеркнуть, что у программных продуктов практически отсутствует процесс физического старения и износа. Для них основные затраты приходятся на разработку образца, тогда как процесс тиражирования представляет собой, обычно, сравнительно несложную и недорогую процедуру копирования на магнитные носители программного продукта и сопровождающей документации. Таким образом, этот товар не обладает, по сути, рыночной стоимостью, формируемой на базе общественно необходимых затрат труда [27].

Цена на программные продукты устанавливается на единицу программной продукции с учетом комплектности ее поставки. Ее цена, обычно, формируется на базе себестоимости производства и прибыли.

При определении стоимости программного продукта можно выделить четыре метода оценки:

- метод аналогии;
- нормативные методы;
- методы экспертных оценок;
- исследовательские методы.

Метод аналогии основан на использовании в качестве базы для оценки трудовых и стоимостных затрат параметров, ранее выполненных аналогичных программных разработок. В этом случае предполагаемые затраты определяются по фактическим данным о расходах соответствующих программ аналогов с корректировкой, поправочными коэффициентами. Значения этих коэффициентов, а также выбор сопоставлений определяется экспериментальными данными.

Различные модификации методов различаются степенью детализации программных разработок (программы, операторы, команды, модули) и процессами создания программ (виды работ, этапы), набором факторов, влияющих на затраты.

При определении цены на программные продукты в рыночных условиях определяют нижний и верхний пределы цены. Нижним пределом обычно являются издержки, поскольку

они возмещают затраты на создание программы. Верхний предел установить сложнее, так как им может быть сразу несколько факторов.

Во-первых, это возможный прирост прибыли (экономии), который пользователь может получить при использовании программного продукта.

Во-вторых, если аналогичный продукт предлагается разными производителями, то цены конкурента могут быть верхним пределом.

В-третьих, для пользователя не исключается возможность самостоятельной разработки продукта с привлечением сторонних специалистов. Предельной ценой для пользователя будут выступать собственные издержки на разработку программы.

Четвертый фактор связан с сознательным нарушением авторских прав и законов об интеллектуальной собственности, то есть приобретение пользователем контрафактной продукции. Поэтому оценки степени защищенности продукта является важным критерием ценообразования.

Однако при любом способе определения цены на программные продукты доходы от реализации должны превышать затраты на создание, в противном случае будут отсутствовать стимулы для развития и совершенствования.

### 4.3 Расчет затрат на разработку проекта

Затраты на системы (формула (1)), связанные с программным продуктом, будут состоять из:

$$K = K_n + K_p \quad (1)$$

где  $K_n$  – затраты на проектирование;

$K_p$  – затраты на реализацию.

Суммарные затраты на проектирование и разработку программы (формула (2)):

$$K_n = \sum 3\Pi_{oi} \times T_i \times [(1 + W_c) + W_n] + 3T + M \quad (2)$$

где  $T_i$  – время, затрачиваемое на разработку программного продукта работником  $i$ -ой категории, человеко-дней;

$3\Pi_{oi}$  – заработная плата разработчика  $i$ -ой категории, руб./мес.;

$W_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, затраченную на разработку, в долях к основной заработной плате и районный коэффициент (= 0,8 состоящий из коэффициента премиальных 0,7 и коэффициента отпускных, равного 0,1);

$W_c$  – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды на заработную плату разработчиков, в долях к сумме основной и дополнительной заработной платы ( $W_c = 0,26$  (Страховые взносы = 26%, процент, состоящий из страховых взносов в Пенсионный фонд, в долях единицы – 0,2, страховых взносов в ФСС – 0,029, страховых взносов в ФОМС – 0,031));

$W_n$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы организации, в долях к основной заработной плате разработчиков данной организации, равный 0,45 (состоящий из затрат на связь

0,15, административные расходы 0,1, содержание и эксплуатацию и оборудования 0,2);

$M$  – затраты на материалы (таблица 4.2);

$Зт$  – затраты на использование машинного времени.

Денежные расходы на основную заработную плату определяются по формуле (3) :

$$ЗП_{oi} = \sum ЗП_{срni} \times T_i \quad (3)$$

где  $ЗП_{oi}$  – среднедневная заработная плата работника  $i$ -ой категории, руб.;

$T_i$  – трудоемкость работ, выполняемых проектировщиком  $i$ -ой категории, чел/дн.

Затраты времени на разработку системы по каждому исполнителю принимаются, исходя из его загрузки по календарному графику выполнения работ.

Данные по расчету основной заработной платы проектировщиков занесены в таблицу 4.1 , исходя из того, что в месяце в среднем – 21 рабочий день. Основная заработная плата разработчиков системы приведена в таблице 4.1.

Расходы на дополнительную заработную плату производим по формуле (4):

$$ЗП_{д} = \sum ЗП_{oi} \times W_d \quad (4)$$

С суммы начисленной заработной платы оплачиваются страховые взносы в ПФ, ФСС, федеральный и территориальные ФОМСы. Произведем расчет страховых взносов по формуле (5):

$$СВ = \sum (ЗП_{oi} + ЗП_{д}) \times W_c \quad (5)$$

Таблица 4.1 — Расчет основной заработной платы

Должность	Должностной оклад, руб.	Средняя дневная ставка, руб.	Затраты времени на разработку чел./дней	ФОТ, руб.
Руководитель от кафедры	8400	400	35	14000
Руководитель от предприятия	8400	400	34	13600
Программист	6500	310	77	23870
Итого				51470
Дополнительная заработная плата (80%)				41176
Отчисления во внебюджетные фонды (26%)				24088

Произведем расчет расходов на материалы ( $M$ ), используя данные, представленные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 — Затраты на материалы

Наименование	Количество, шт.	Стоимость, руб./шт.	Общая стоимость, руб.
Бумага, пачка	1	120	120
Диски	2	16	32
Тонер	1	350	350
Всего			502

Накладные расходы определяются пропорционально заработной плате производственных рабочих. Накладные расходы  $Z_n$  определим по формуле (6):

$$Z_n = \sum Z_{Pi} \times W_n \quad (6)$$

Таким образом, затраты на проектирование равны:  $K_n = 51470 \times 2.718 + 400 \times 15 + 502 = 146398$ руб.

Смета затрат на разработку программного продукта по статьям расходов представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 — Смета затрат на разработку программного продукта

Статьи затрат	Сумма (руб.)
Основная заработная плата	51470
Дополнительная зарплата	41176
Отчисления во внебюджетные фонды	24088
Затраты на материалы	502
Затраты на машинное время	6000
Накладные расходы организации	23161
ИТОГО:	146398

Суммарные затраты на реализацию проекта (формула (7)):

$$K_p = K_o + K_{зд} + K_{пп} + K_{св} + K_{иб} + K_{пк} \quad (7)$$

где  $K_o$  – затраты на основное и вспомогательное оборудование, руб.;

$K_{зд}$  – затраты на строительство, реконструкцию здания и помещений, руб.;

$K_{пп}$  – затраты на приобретение типовых разработок, пакетов, руб.;

$K_{св}$  – затраты на прокладку линий связи, руб.;

$K_{иб}$  – затраты на создание информационной базы, руб.;

$K_{пк}$  – затраты на подготовку и переподготовку кадров, руб.

В связи с тем, что для внедрения системы, рассматриваемой в данном дипломном проекте, не было затрат, связанных с прокладкой линии связи, затрат на реконструкцию и строи-

тельство зданий, то данные затраты для внедрения системы не учитывают. Таким образом, при внедрении системы рассматриваемой в данном дипломном проекте, затраты на его реализацию определяются затратами на оборудование. В оборудование входит компьютер. Его стоимость 24000 рублей.

Затраты на основное и вспомогательное оборудование определяется по формуле (8)

$$K_o = \sum C_{6j} \times Q_i \times k_i \quad (8)$$

где  $C_{6j}$  – балансовая стоимость j-ого вида оборудования, руб. (24000руб.);

$Q_i$  – количество единиц i-го оборудования, руб. (=1);

$k_i$  – коэффициент загрузки i-го вида оборудования при обработке информации по задаче.

Коэффициент загрузки оборудования (формула (9)):

$$k_i = \frac{T_{ij}}{\Phi_{\varepsilon j}} \quad (9)$$

где  $\Phi_{\varepsilon j}$  – эффективный годовой фонд времени работы технического средства j-го вида, ч./год.

$$T_{ij} = t_{ij} \times U_i \quad (10)$$

где  $t_{ij}$  – трудоемкость однократной обработки информации по i-ой задаче на j-ом виде технических средств, часов машинного времени ( $t_{ij} = 6$ );

$U_i$  – частота (периодичность) решения i-ой задачи, дней /год (  $U_i = 264$ ).

Подставляя имеющиеся цифры в формулу, получаем затраты на приобретение оборудования:  $K_o = 24000 \times 1 \times \frac{6 \times 264}{264 \times 8} = 18000$  руб.

Суммарные затраты на разработку проекта составят:  $K = 146398 + 18000 = 164398$  руб.

## **5 Безопасность жизнедеятельности при разработке информационной системы**

Целью является обоснование мер безопасности и анализ опасных, вредных производственных факторов воздействия на оператора ПЭВМ. Общая же система мероприятий по безопасности труда должна соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

### **5.1 Анализ опасных и вредных факторов при работе с компьютером**

В соответствии с ГОСТ 12.0.003 – 03 «Классификация опасных и вредных производственных факторов» (ОВПФ) [11]. ОВПФ подразделяются на следующие группы по природе действия: физические, химические, биологические и психофизиологические.

#### **5.1.1 Физические ОВПФ**

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная влажность воздуха рабочей зоны. Могут вызывать дискомфорт, снизить работоспособность, повысить утомляемость работающих. Повышенная или пониженная ионизация воздуха. Электрооборудование влияет на уровень ионизации воздуха в процессе работы, что приводит к ухудшению здоровья, расстройству нервной системы, гипоксии. Повышенный уровень шума, вибрации на рабочем месте. Шум негативно влияет на нервную и сердечнососудистую системы, а также на органы пищеварения. Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации, повышенный уровень инфракрасной радиации. Источником ИК и УФ излучения является монитор. Воздействие УФ излучения сказывается при длительной работе с компьютером или при заболевании сетчатки глаза. Однако, в настоящее время уровни УФ излучения компьютера много ниже допустимого уровня и практически не влияют на состояние здоровья оператора. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Недостаточная освещенность приводит к значительному снижению производительности, приводит к возникновению профессионального заболевания – близорукости. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

#### **5.1.2 Химические ОВПФ**

Содержание вредных веществ в производственных помещениях не должно превышать значений предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе населенных мест (ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [14]).

### **5.1.3 Биологические ОВПФ**

Биологические ОВПФ включают в себя микро и макроорганизмы, влияющие на здоровье человека. При существенном их количестве в несколько раз увеличивается риск заболеваний. Патогенные микроорганизмы (вирусы, грибки, бактерии) и макроорганизмы (растения, животные) при регулярной и качественной уборке помещения не скапливаются.

### **5.1.4 Психофизиологические ОВПФ**

Умственное перенапряжение. Вызывает ухудшение памяти, плохой сон, головные боли и др. Повышенные нервно-эмоциональные перегрузки. Монотонность труда. Следствие: труднее переключиться на другую работу (требуется небольшой отдых). Перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов. Длительные статические нагрузки. Вызывает усталость мышц спины, шеи, рук и ног. Неправильная организация рабочего места и порядка работы может приводить к заболеваниям нервной системы, таким как: стресс, стенокардия и головные боли; заболеваниям костно-мышечной системы: ревматизм, остеохондроз, радикулит, запястный синдром и синдром длительных статических нагрузок (СДСН); заболеваниям глаз: близорукость, воспалительные заболевания глаз, катаракта, отслоение сетчатки, косоглазие. Воздействие указанных неблагоприятных факторов приводит к снижению работоспособности, вызванное развивающимся утомлением. Появление и развитие утомления связано с изменениями, возникающими во время работы в центральной нервной системе, с тормозными процессами в коре головного мозга.

## **5.2 Обеспечение безопасности работ на рабочем месте**

Вследствие анализа опасных и вредных производственных факторов представленного в разделе 5.1, следует предложить следующие меры безопасности при работе пользователей с ПЭВМ.

### **5.2.1 Обеспечение электробезопасности**

С целью предупреждения поражений электрическим током, в соответствии с правилами электробезопасности, в служебном помещении должен осуществляться постоянный контроль состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в электросеть компьютеры, осветительные приборы, другие электроприборы. Исключительно важное значение для предотвращения электротравматизма имеет правильная организация обслуживания действующих электроустановок ИО, проведения ремонтных, монтажных и профилактических работ согласно ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление» [16]. В ИО разрядные токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении к любому из элементов ЭВМ. Такие разряды опасности для человека не представляют, но кроме неприятных ощущений они могут привести к выходу из строя ЭВМ. Для снижения величины возникающих зарядов статического электричества в ИО

покрытие технологических полов следует выполнять из однослойного поливинилхлоридного антистатического линолеума. В помещении должна отсутствовать электрически активная среда, отсутствовать возможность одновременного прикосновения к металлическим частям прибора и заземляющему устройству, отсутствовать высокая температура и сырость (ПТЭЭП 6 от 13.01.2003г.). Другим методом защиты является нейтрализация заряда статического электричества ионизированным газом. К общим мерам защиты от статического электричества в ИО можно отнести общие и местное увлажнение воздуха.

### **5.2.2 Обеспечение санитарно-гигиенических требований к помещениям ИО и рабочим местам операторов ПЭВМ**

Помещения ИО, их размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству работающих и размещаемому в них комплекту технических средств. В них предусматриваются соответствующие параметры температуры, освещения, чистоты воздуха, обеспечивают изоляцию, от производственных шумов и т.п. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СН 245-71 устанавливают на одного работающего, объем производственного помещения не менее 15 м<sup>3</sup>, площадь помещения выгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4,5 м<sup>2</sup>.

### **5.2.3 Требования к освещенности рабочей зоны**

В ИО, как правило, применяется боковое естественное освещение. Рабочие комнаты и кабинеты должны иметь естественное освещение, коэффициент естественной освещенности обязан быть не менее 1,2-1,5%, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. В тех случаях, когда одного естественного освещения не хватает, устанавливается совмещенное освещение.

Искусственное освещение по характеру выполняемых задач делится на рабочее, аварийное, эвакуационное. Искусственное освещение помещений и рабочих мест с ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк [20]. Для обеспечения такого уровня освещенности допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. В тоже время местное освещение не должно увеличивать освещенность экрана более 300 лк и создавать бликов на поверхности экрана. Рациональное цветовое оформление помещения направленно на улучшение санитарно-гигиенических условий труда, повышение его производительности и безопасности. Окраска помещений ИО влияет на нервную систему человека, его настроение и, в конечном счете, на производительность труда. Основные производственные помещения целесообразно окрашивать в соответствии с цветом технических средств. Освещение помещения и оборудования должно быть мягким, без блеска. Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20. Коэффициент запаса для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Следует ограничивать прямую блескость от источников



освещения. При этом яркость светящихся поверхностей, находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>. Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потока, при изменении системы отраженного освещения, не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность одного цвета с коэффициентом отражения 0.4 - 0.6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

#### **5.2.4 Требования к организации рабочего места пользователя**

По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 при конструировании оборудования и организации рабочего места пользователя ПЭВМ следует обеспечивать соответствие конструкции всех элементов рабочего места и их взаимного расположения эргономическими требованиями с учетом характера выполняемой пользователем деятельности, комплексности технических средств, форм организации труда и основного рабочего положения пользователя. В качестве основных эргономических требований организации рабочего места пользователя выбираются следующие:

- особенности конструктивного выполнения и расположения технических средств и аппаратуры;
- длительность работы с данной аппаратурой;
- точность и эффективность приема информации.

Первый принцип определяется выбранной аппаратурой, тогда как второй и третий зависят от первого и определяют функциональное состояние пользователя. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Положение тела должно соответствовать направлению взгляда. Расположение клавиатуры не должно приводить к напряжению рук. Для ввода данных из документов (бланков), их рекомендуется располагать на расстоянии 450-500 мм от глаз пользователя, преимущественно слева, при этом угол между экраном монитора и документом в горизонтальной плоскости не должен превышать 30-40 градусов. Время непрерывной работы – 45 минут. Перерыв – 15 минут. В перерыве – физические упражнения с растяжением мышц спины и рук. Суммарное рабочее время за сутки 4 часа.

Высота рабочей поверхности стола для пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм; при отсутствии таковой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также – расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой

для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

### **5.2.5 Меры по снижению уровня шума**

Снижение шума, создаваемого на рабочих местах ИО внутренними источниками, а также шума проникающего извне, является очень важной задачей. В соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [12], снижение шума в источнике излучения можно обеспечить применением упругих прокладок между основанием машины, прибора и опорной поверхностью. В качестве прокладок используются резина, войлок, пробка, различной конструкции амортизаторы. Под настольные шумящие аппараты можно подкладывать мягкие коврики из синтетических материалов, а под ножки столов, на которых они установлены, – прокладки из мягкой резины, войлока, толщиной 6-8 мм. Крепление прокладок возможно путем приклейки их к опорным частям. Снижение уровня шума, проникающего в производственное помещение, может быть достигнуто увеличением звукоизоляции ограждающих конструкций, уплотнением по периметру притворов окон, дверей. Таким образом, для снижения шума создаваемого на рабочих местах внутренними источниками, а также шума проникающего извне следует:

- ослабить шум самих источников (применение экранов, звукоизолирующих кожухов);
- снизить эффект суммарного воздействия отраженных звуковых волн (звукопоглощающие поверхности конструкций);
- применять рациональное расположение оборудования;
- использовать архитектурно-планировочные и технологические решения изоляций источников шума.

### **5.3 Пожарная безопасность**

Основы обеспечения пожарной безопасности определены Федеральным законом №69 «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г [26]. Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами: ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [13] и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования» [15]. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. Пожары в ИО представляют особую опасность, так как

сопряжены с большими материальными потерями. Характерная особенность ИО – небольшие площади помещений. Источниками зажигания в ИО могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов. Для большинства помещений ИО установлена категория пожарной опасности «В». Учитывая высокую стоимость электронного оборудования ИО, а также категорию его пожарной опасности, здания для ИО и части здания другого назначения, в которых предусмотрено размещение ЭВМ должны быть 1 и 2 степени огнестойкости. В зданиях ИО пожарные краны устанавливаются в коридорах, на площадках лестничных клеток и входов. Применение воды в машинных залах ЭВМ, хранилищах носителей информации, помещениях контрольно-измерительных приборов ввиду опасности повреждения или полного выхода из строя дорогостоящего оборудования возможно в исключительных случаях, когда пожар принимает угрожающе крупные размеры. При этом количество воды должно быть минимальным, а устройства ЭВМ необходимо защитить от попадания воды, накрывая их брезентом или полотном. Для тушения пожаров на начальных стадиях широко применяются огнетушители. По виду используемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на следующие основные группы. Пенные огнетушители, применяются для тушения горящих жидкостей, различных материалов, конструктивных элементов и оборудования, кроме электрооборудования, находящегося под напряжением. Газовые огнетушители применяются для тушения жидких и твердых веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением. В производственных помещениях ИО применяются главным образом углекислотные огнетушители, достоинством которых является высокая эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, диэлектрические свойства углекислого газа, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку сразу. Объекты ИО необходимо оборудовать установками стационарного автоматического пожаротушения. Наиболее целесообразно применять в ИО установки газового тушения пожара, действие которых основано на быстром заполнении помещения огнетушащим газовым веществом с резким сжижением содержания в воздухе кислорода. Меры пожарной безопасности определены по НПБ 110-03. Пользователи допускаются к работе на персональных ЭВМ только после прохождения инструктажа по безопасности труда и пожарной безопасности на каждом рабочем месте. Профилактические методы борьбы с пожарами на рабочем месте оператора ПЭВМ предусматривают: организационные: правильное содержание помещений, противопожарный инструктаж служащих, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности и т.д.; технические: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании помещений, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения; режимные: запрещение курения в не установленных местах, производство пожароопасных работ в помещении машинного зала и т.д.; эксплуатационные: своевременные профилактические осмотры, ремонты оборудования. Необходимо предусмотреть безопасную

эвакуацию людей на случай возникновения пожара. В соответствии с НПБ 104-03 число эвакуационных выходов из зданий, помещений должно составлять не менее двух.

#### **5.4 Выводы**

Проанализированы вредные и опасные для здоровья человека факторы при работе в качестве оператора ЭВМ. Также сделан анализ факторов, не связанных с работой вычислительной техники, но определяющий безопасность работы. Были приведены требования к организации рабочего места. Рабочее место оператора ЭВМ должно быть наиболее комфортабельным и способствовать высокой эффективности труда оператора.

## 6 Заключение

Основной задачей выпускной квалификационной работы являлась разработка системы сетевого хранения файлов с разделением прав доступа для поддержания учебного процесса в Санкт-Петербургском дворце творчества юных. В ходе работы проведены: анализ бизнес-процессов, организационной структуры дворца, типов хранимых файлов и требований к регламенту доступа к файлам. Учтены требования законодательства внутренних распоряжений и ГОСТов при формировании требований к проекту.

В рамках реализации темы ВКР, на основе выдвинутых требований к ИС, разработана её архитектура, выбраны платформа и средства разработки. Все этапы создания системы подробно освещены в соответствующих главах. В результате получено конечное решение для поддержки деятельности организации в свете использования возможностей информационных систем для совместной работы с файлами.

В экономическом разделе работы проведен расчет основных экономических показателей разработки. Результаты расчетов подтверждают целесообразность разработки проекта.

Также, рассмотрены вопросы охраны труда при проектировании и разработке ИС. Выявлены возможные опасные и вредные факторы связанные как с работой с электронно-вычислительным оборудованием и средствами периферии, так и не связанные, но определяющие безопасность таких работ. Для уменьшения влияния этих факторов на организм разработчиков предложены соответствующие меры защиты. Кроме того, рассмотрены требования к электробезопасности и пожаробезопасности, а также, требования к организации рабочего места пользователя.

Разработанный проект находится в стадии внедрения. Кроме того, система предполагает возможность дальнейшего развития и совершенствования за счет продуманной архитектуры, что позволяет, в случае необходимости, при небольших затратах значительно расширить представленную функциональность. Таким образом, поставленную в первой главе цель, можно считать достигнутой.

## Список использованных источников

- 1 Распоряжение от 17 декабря 2010 г. №2299-р «О плане перехода федеральных органов исполнительной власти и федеральных бюджетных учреждений на использование свободного программного обеспечения ( 2011 – 2015 годы )». URL: <http://government.ru/gov/results/13617/>, Дата обращения: 20.12.2010.
- 2 Acl - Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/ACL>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 3 Filesystem in userspace - Википедия. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Filesystem\\_in\\_Userspace](http://ru.wikipedia.org/wiki/Filesystem_in_Userspace), Дата обращения: 15.12.2010.
- 4 Fuse: Filesystem in userspace. URL: <http://fuse.sourceforge.net/>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 5 getxattr(2) - linux man page. URL: <http://linux.die.net/man/2/getxattr>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 6 Http extensions for distributed authoring. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc2518>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 7 neon http and webdav client library. URL: <http://www.webdav.org/neon/>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 8 PyQt v4 - python bindings for qt v4. URL: <http://www.riverbankcomputing.co.uk/static/Docs/PyQt4/pyqt4ref.html>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 9 Sqlalchemy 0.6.6 documentation. URL: <http://www.sqlalchemy.org/docs/>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 10 Webdav - Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/WebDAV>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 11 ГОСТ 12.0.003-03 «Классификация опасных и вредных производственных факторов».
- 12 ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности».
- 13 ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
- 14 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
- 15 ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования».
- 16 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».
- 17 Мацяшек. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML. / Мацяшек. — Издательский дом «Вильямс», 2002.
- 18 План перехода на СПО в Аничковом дворце (Презентация). URL: <http://info.anichkov.ru/present0/>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 19 Ритчи. «Язык программирования С» / Ритчи, Керниган. — Издательский дом «Вильямс», 2009.

- 20 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
- 21 Системные требования ОС ubuntu desktop edition 10.10. URL: <https://help.ubuntu.com/10.10/installation-guide/i386/minimum-hardware-reqts.html>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 22 Системные требования ОС ubuntu server edition 10.10. URL: <https://help.ubuntu.com/10.10/serverguide/C/preparing-to-install.html>, Дата обращения: 15.12.2010.
- 23 Стивенс. Unix. Профессиональное программирование / Стивенс, Раго. — Символ-плюс, 2007.
- 24 Сузи. Язык программирования Python / Сузи. — Бином, 2007.
- 25 Уорсли. PostgreSQL. Для профессионалов / Уорсли, Дрейк. — Питер, 2003.
- 26 Федеральный закон №69 «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г.
- 27 Экономическая часть дипломных разработок. Методические указания для студентов технических специальностей всех форм обучения / Васюхин, Голубев, Кустарев, Тюленев. — СПбГУ ИТМО, 1998.

# Приложение А

## UML диаграммы



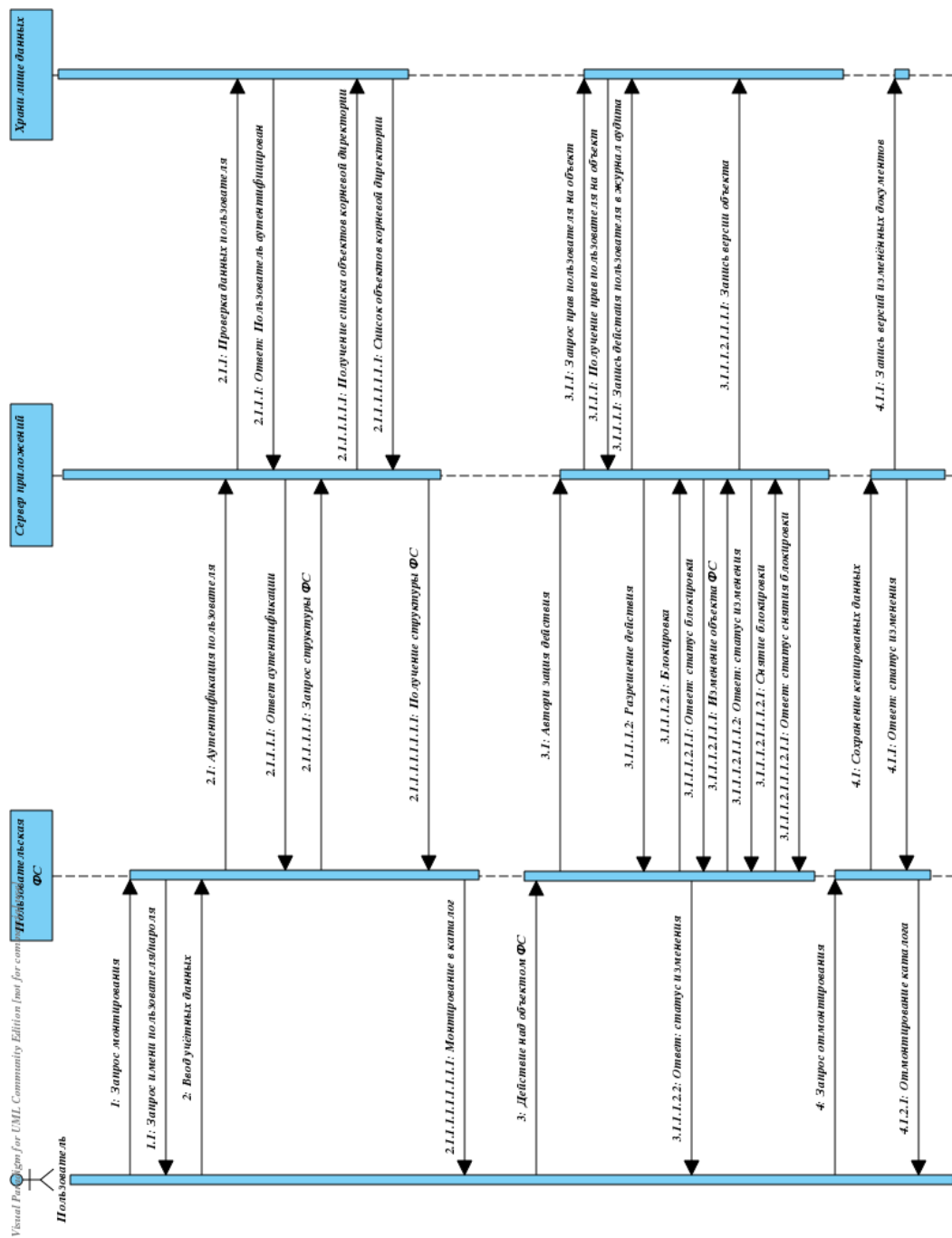


Рисунок А.1 — Диаграмма последовательностей системы

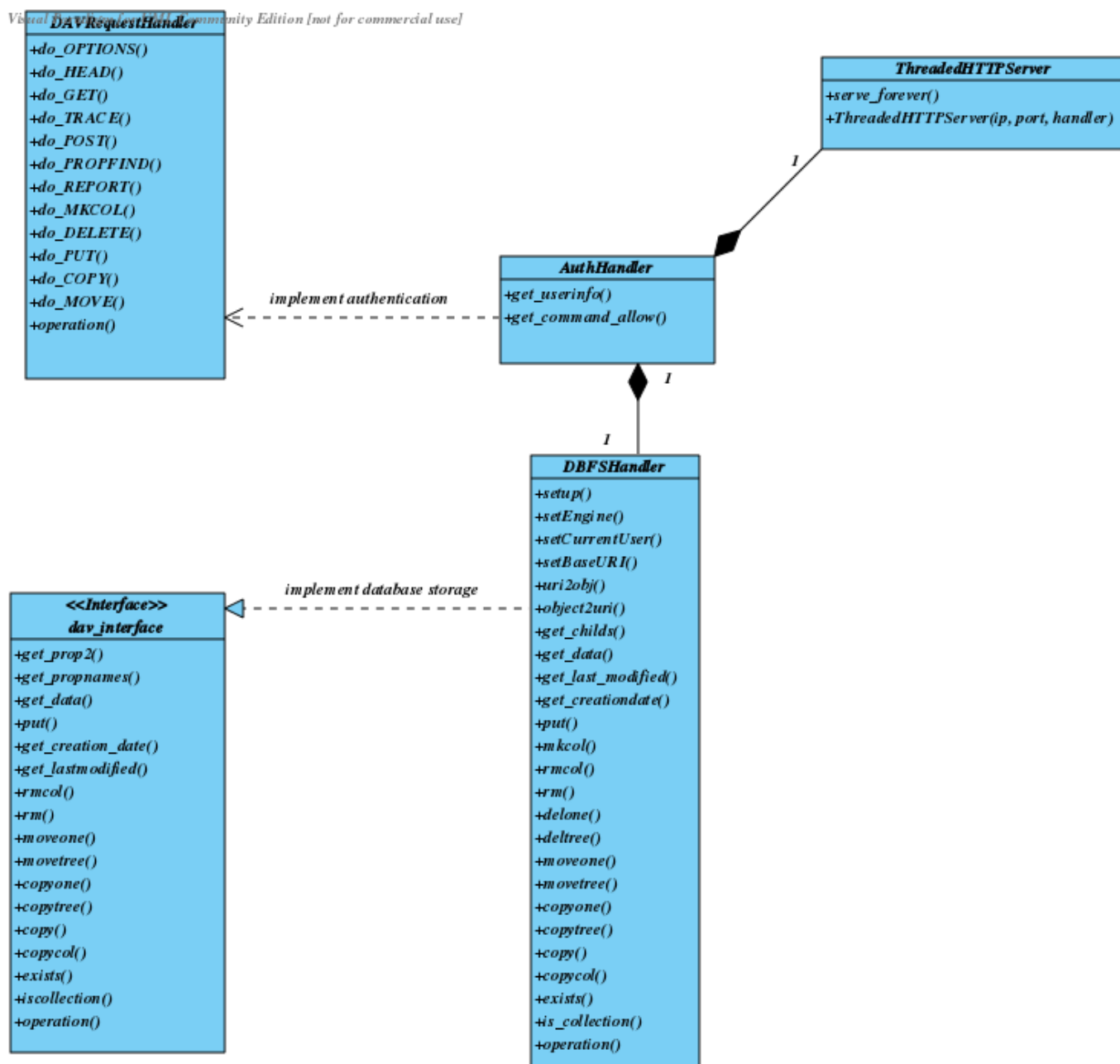


Рисунок А.2 — Диаграмма значимых классов проекта

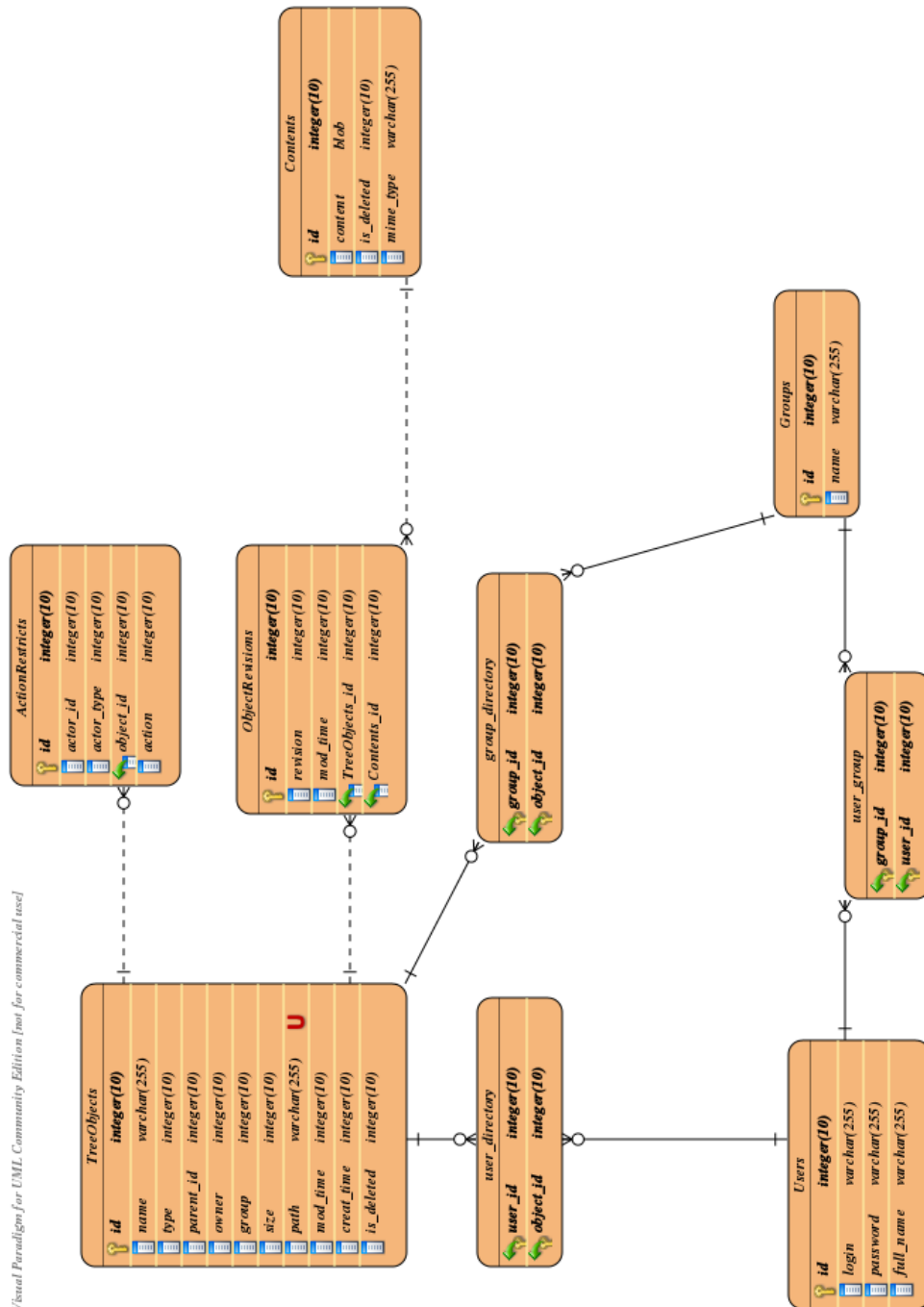


Рисунок А.3 — Схема БД

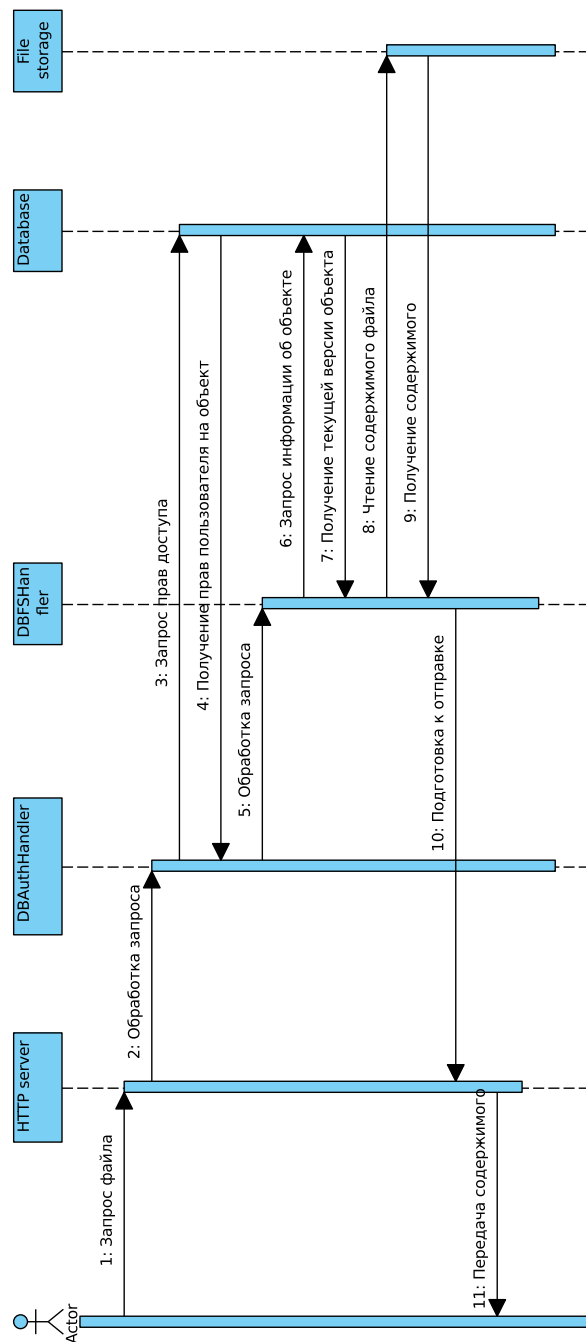


Рисунок А.4 — Последовательность чтения файла

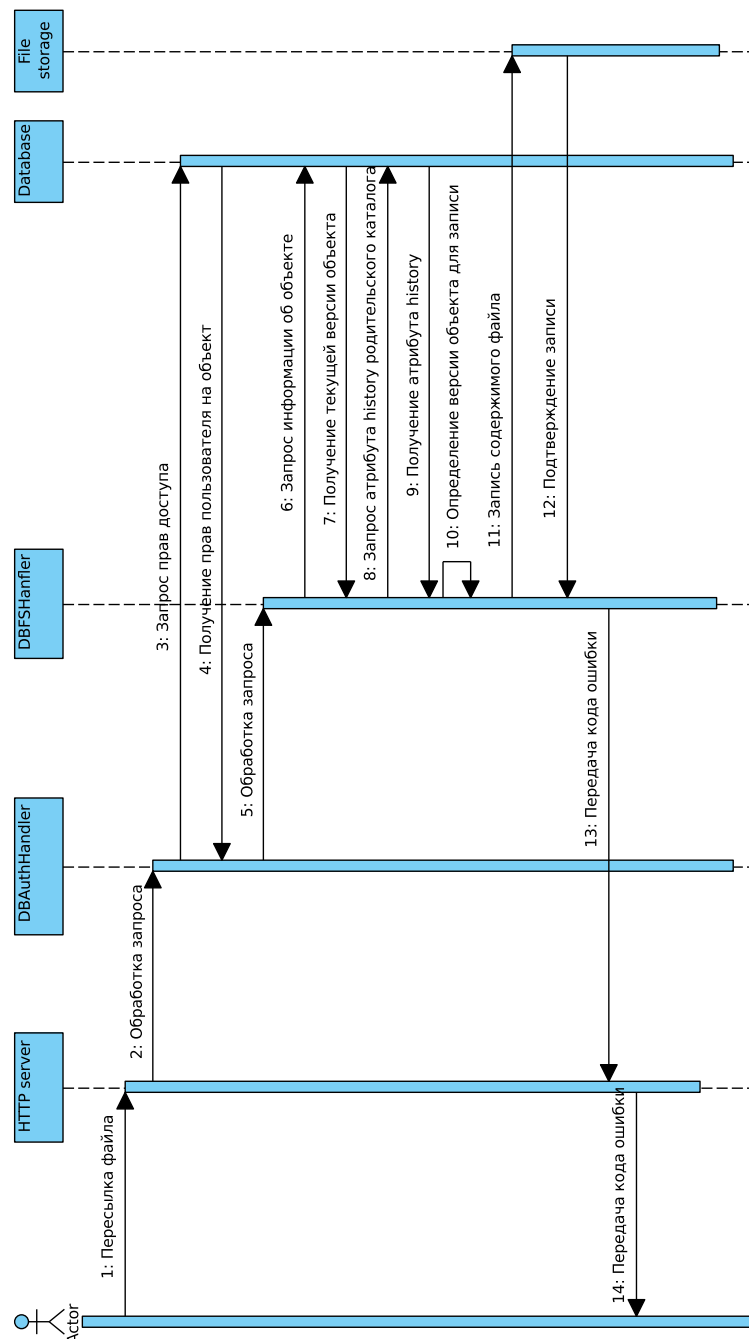


Рисунок А.5 — Последовательность записи файла