

# РЕФЕРАТ

Данная расчетно-пояснительная записка содержит 128 (без приложения) страниц, 24 иллюстраций (без приложения), 60 таблиц, 2 приложения, 25 использованных источников.

Ключевые слова: полнотекстовый поиск, сбор информации, формальный язык запросов, генетическое программирование, эволюционные алгоритмы, символическая регрессия, анализ временных рядов, геоинформационная система.

Данный дипломный проект посвящен разработке подсистемы анализа новостных потоков в текстовом виде, прогнозирования их активности и отображения на географической карте. Целью разработки является обработка собранной из открытых источников информации, выделение географически ограниченных новостей, анализ новостной динамики, визуализация полученных данных на географической карте, построение аналитических заметок на основе полученных данных.

Подсистема проектируется в виде веб-сервиса, предоставляющего пользователю набор экраных форм для взаимодействия с данным программных изделием, а также машинный интерфейс для взаимодействия стороннего программного обеспечения с данной подсистемой. Структуру подсистемы составляют сервер приложения, сервер СУБД, сервер индексации и терминалы пользователей. При разработке программного продукта используется язык программирования Haskell.

В результате разработки была спроектирована подсистема, отвечающая требованиям технического задания и имеющая возможности, необходимые как для всестороннего анализа новостной информации, так и для наглядного отображения её на географической карте.

Область применения подсистемы – аналитические центры, лаборатории анализа данных, новостные и политические агентства, органы государственной власти.

Проект является некоммерческим с малой стоимостью выполнения.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Конструкторская часть</b>	<b>11</b>
1.1 Постановка задачи проектирования . . . . .	11
1.2 Описание предметной области . . . . .	12
1.2.1 Естественно-языковая модель предметной области . . . . .	12
1.2.2 Сущности предметной области . . . . .	15
1.2.3 Описание бизнес-процесса . . . . .	16
1.2.4 Выбор и обоснование критериев качества . . . . .	17
1.2.4.1 Пользовательский интерфейс. . . . .	17
1.2.4.2 Геопривязка. . . . .	17
1.2.4.3 Автоматизация. . . . .	17
1.2.4.4 Интеграция. . . . .	18
1.2.4.5 Прогноз. . . . .	18
1.2.4.6 Сценарии. . . . .	18
1.2.5 Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки	19
1.2.6 Анализ аналогов и прототипов . . . . .	20
1.3 Внутреннее проектирование . . . . .	23
1.3.1 Разработка структуры системы . . . . .	23
1.3.1.1 Анализ информационных потоков . . . . .	23
1.3.1.2 Определение состава компонентов системы . . . . .	24
1.3.1.2.1 Модуль геотегирования. . . . .	24
1.3.1.2.2 Модуль прогнозирования. . . . .	25
1.3.1.2.3 Модуль клиентского приложения. . . . .	26
1.3.1.2.4 Структура модулей подсистемы. . . . .	26
1.3.2 Проектирование структуры базы данных . . . . .	28
1.3.2.1 Инфологическая модель базы данных . . . . .	30
1.3.2.2 Описание сущностей и их атрибуты . . . . .	30
1.3.2.3 Связи между сущностями . . . . .	35
1.3.2.4 Даталогическая модель данных . . . . .	35
1.3.3 Разработка архитектуры АИС . . . . .	42
1.3.3.1 Выбор языка программирования . . . . .	42
1.3.3.2 Выбор web-сервера . . . . .	42
1.3.3.2.1 Критерии . . . . .	42
1.3.3.2.2 Варианты . . . . .	43

1.3.3.2.3	Сравнение вариантов . . . . .	44
1.3.3.3	Выбор СУБД . . . . .	44
<b>2</b>	<b>Технологическая часть</b>	<b>47</b>
2.1	Общее описание программного комплекса . . . . .	47
2.1.1	Функциональное назначение . . . . .	47
2.1.2	Средства технического обеспечения . . . . .	47
2.1.3	Необходимое программное обеспечение . . . . .	48
2.2	Структура программы. . . . .	49
2.3	Установка и запуск приложения . . . . .	50
2.4	Разработка интерфейса взаимодействия . . . . .	51
2.4.1	Разработка графа диалога . . . . .	51
2.4.2	Разработка экранных форм . . . . .	51
2.5	Описание экранных форм . . . . .	52
<b>3</b>	<b>Исследовательская часть</b>	<b>56</b>
3.1	Эволюционный алгоритм . . . . .	56
3.1.1	Алгоритм скрещивания . . . . .	58
3.1.2	Поиск «хороших» узлов . . . . .	61
3.1.3	Алгоритм мутации . . . . .	62
3.1.4	Равномерное распределение на узлах дерева . . . . .	64
3.1.5	Выбор стратегии скрещивания . . . . .	67
3.1.5.1	Пропорциональный . . . . .	67
3.1.5.2	Состязание . . . . .	67
3.1.5.3	Выбор стратегии . . . . .	68
3.1.6	Выбор критериев качества . . . . .	70
3.2	Выбор методики прогнозирования . . . . .	71
<b>4</b>	<b>Организационно – Экономическая часть</b>	<b>74</b>
4.1	Определение этапов и содержания работ . . . . .	74
4.2	Расчет трудоемкости проекта . . . . .	75
4.3	Определение численности исполнителей . . . . .	77
4.4	Анализ структуры затрат проекта . . . . .	78
4.4.1	Затраты на выплату заработной платы . . . . .	78
4.5	Затраты на обеспечение необходимым оборудованием . . . . .	80
4.6	Затраты на организацию рабочих мест . . . . .	81
4.7	Затраты на накладные расходы . . . . .	82

4.8	Плановые отчисления . . . . .	83
4.9	Стоимость программного продукта . . . . .	83
4.10	Определение затрат на внедрение системы . . . . .	83
4.11	Расчет срока окупаемости . . . . .	83
4.12	Выводы . . . . .	83
<b>5</b>	<b>Охрана труда и экология</b>	<b>85</b>
5.1	Анализ вредных и опасных производственных факторов при работе с персональным компьютером . . . . .	85
5.2	Нормирование вредных факторов при работе с компьютером . . . . .	89
5.2.1	Защита от электромагнитного излучения компьютера . . . . .	89
5.2.2	Защита нервной системы . . . . .	92
5.2.3	Защита зрения . . . . .	92
5.2.4	Обеспечение удобной рабочей позы . . . . .	93
5.2.5	Вопросы эргономики и их решение для создания комфортных условий труда операторов ПЭВМ . . . . .	98
5.2.5.1	Организация рабочего помещения операторов ПЭВМ	98
5.2.5.2	Организация рабочего места оператора ПЭВМ . .	98
5.2.6	Организация микроклимата в помещении операторов ПЭВМ	101
5.2.7	Регулирование уровней аэроионов в воздухе помещений . .	101
5.2.8	Требования к уровням шума в помещении операторов ПЭВМ	103
5.2.9	Обеспечение режимов труда и отдыха . . . . .	104
5.2.10	Обеспечение электробезопасности . . . . .	106
5.2.11	Защита от статического электричества . . . . .	107
5.2.12	Обеспечение пожаробезопасности . . . . .	108
5.2.13	Обеспечение безопасной эвакуации персонала . . . . .	109
5.2.14	Организация освещения рабочего места оператора ПЭВМ . .	110
5.2.15	Расчет искусственного освещения рабочего места оператора	112
5.2.15.1	Этапы расчёта . . . . .	113
5.2.16	Вывод . . . . .	116
5.2.17	Схема расположения светильников в помещении с ПЭВМ . .	116
5.3	Экологическая экспертиза . . . . .	118
5.3.1	Образование и сбор отходов . . . . .	118
5.3.2	Условия временного хранения и накопления отхода . . . . .	120
5.3.3	Передача отхода специализированным предприятиям . . . . .	123
5.4	Выводы . . . . .	125

<b>Заключение</b>	<b>126</b>
<b>Список использованных источников</b>	<b>127</b>
<b>Приложение А. Техническое задание</b>	<b>129</b>
<b>Приложение Б. Графическая часть</b>	<b>141</b>

# НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В дипломном проектировании использованы следующие стандарты:

- ГОСТ 2.105-95 – «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».
- ГОСТ 7.1-2003 – «СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».
- ГОСТ 7.12-93 – «СИБИД. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке».
- ГОСТ 7.32-2001 – «СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
- ГОСТ 19.701-90 – «ЕСКД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения».
- ISO 3166 – «Кодовые обозначения государств и зависимых территорий, а также основных административных образований внутри государств»
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 – «Гигиенические требования к естественному, искусственноому и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
- СНиП 2.04.05-86 – «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

В расчетно-пояснительной записке имеются ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 12.1.002-84 – «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах».
- ГОСТ 12.1.003-83 – «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
- ГОСТ 12.1.004-91 – «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».
- ГОСТ 12.1.005-88 – «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

- ГОСТ 12.1.006-84 – «ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
- ГОСТ 12.2.007.3-75 – «ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности».
- ГОСТ 12.2.007.4-75 – «ССБТ. Шкафы комплектных распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций, камеры сборные одностороннего обслуживания, ячейки герметизированных газовых распределительных устройств».
- ГОСТ 12.1.010-76 – «ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования».
- ГОСТ 12.1.018-93 – «ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования».
- ГОСТ 12.1.038-82 – «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».
- ГОСТ 12.1.045-84 – «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
- ГОСТ 12.4.124-83 – «ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования».
- СанПиН 2.2.4.548-96 – «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
- СНиП 23-05-95 – «Естественное и искусственное освещение».

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- АИС – автоматизированная информационная система.
- АПК – аппаратно-программный комплекс.
- БД – база данных.
- ЕСКД – единая система конструкторской документации.
- Управляющий класс (*control*) – класс модели анализа, представляющий координацию, последовательность и управление другими объектами, часто используется для инкапсуляции управления для варианта использования.
- Границный класс (*boundary*) – класс модели анализа, используемый для моделирования взаимодействия между системой и ее актантами, то есть пользователями и внешними системами.
- Класс сущности (*entity*) – класс модели анализа, используемый для моделирования долгоживущей, часто персистентной информации.
- ОЗУ – оперативное запоминающее устройство.
- ОС – операционная система.
- ПК – персональный компьютер.
- ПО – программное обеспечение.
- ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина.
- СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
- СИБИД – система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.
- СНиП – строительные нормы и правила.
- ССБТ – система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.
- СУБД – система управления базами данных.
- ЭВМ – электронно-вычислительная машина.

- ЭМП – электромагнитное поле.
- API – application programming interface – набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) для использования во внешних программных продуктах.
- CPU – central processing unit – центральный процессор.
- HDD – hard disk drive – жесткий диск.
- SQL – structured query language – универсальный компьютерный язык, применяемый для создания, модификации и управления данными в реляционных базах данных. SQL основывается на исчислении кортежей. SQL является, прежде всего, информационно-логическим языком, предназначенный для описания, изменения и извлечения данных, хранимых в реляционных базах данных.
- UML – unified modeling language, унифицированный язык моделирования – язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения. UML является языком широкого профиля, это открытый стандарт, использующий графические обозначения для создания абстрактной модели системы, называемой UML-моделью.
- Геотегирование – осуществление географической привязки информации.
- ИПС – информационно-поисковая система.

# ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект на тему «Подсистема работы с текстовыми данными на географической карте «Волхв-ГЕО» посвящен созданию подсистемы, которая позволит проводить анализ и отображение на географической карте новостной информации в текстовом виде. Подсистема предоставляет спектр методик автоматического анализа новостной динамики и настраиваемую методику интеграции оценок. Подсистема самостоятельно реализует геопривязку новостей с помощью полнотекстовых запросов.

На данный момент в открытом доступе нет аналога предлагаемой системы. Ближайшие аналоги предоставляют отображение на карте новостной информации, предоставленной пользователями и обработанной в ручном режиме. С другой стороны, существует большое количество систем, автоматически собирающих и индексирующих новостную информацию. Реализация предлагаемой подсистемы позволит использовать накопленные данные, отображать их в удобной для пользователя форме, прогнозировать развитие обстановки и дать пользователям инструментарий анализа обстановки.

Прогнозирование развития ситуации осуществляется с помощью ряда алгоритмов: эволюционный алгоритм, полиноминальная регрессия, метод скользящего среднего. На основе прогнозов отдельных методик определяется конечный, обобщённый прогноз развития ситуации, как средневзвешенная сумма прогнозов отдельных методик.

Целью дипломного проекта является проектирование описанной системы.

# 1 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Постановка задачи проектирования

Подсистема работы с текстовыми данными на географической карте «Волхв-ГЕО» позволяет проводить накопление и анализ новостных документов с помощью формализованного языка запросов для отображения на карте. Данная подсистема предназначена для исследовательской деятельности и для включения в состав сложных комплексов анализа событий в новостных потоках.

Подсистема «Волхв-ГЕО» должна выполнять следующие функции

- Удаленный доступ к системе. Программное изделие должно обеспечивать удаленный доступ к системе через Web-сервер.
- Соединение с базой данных. Программное изделие должно осуществлять удаленное соединение с базой данных.
- Ввод с клавиатуры. Данные, вводимые с клавиатуры должны иметь тип и формат, соответствующий типу и формату полей записи.
- Добавление информации в базу данных. Программное изделие должно осуществлять добавление новой записи в базу данных при условии, что эта запись удовлетворяет всем требованиям, налагаемым на входные данные.
- Удаление информации из базы данных. Программное изделие должно осуществлять исключение выбранной пользователем записи в таблице из исходной базы данных.
- Редактирование информации в базе данных. Функция должна осуществлять редактирование поля записи, выбранного пользователем. При этом при редактировании данных должны выполняться все требования, налагаемые на входные данные.
- Геопривязка новостей.
- Анализ динамики новостей.
- Отображение данных на карте. Функция должна осуществлять отображение новостной информации на карте.

- Создание сценариев. Функция должна обеспечивать создание и редактирование сценария – набора визуальных элементов на карте.
- Создание аналитической заметки. Функция должна обеспечивать создание и редактирование аналитической заметки – текстового сопровождения к сценарию

## 1.2 Описание предметной области

### 1.2.1 Естественно-языковая модель предметной области

На данный момент существует очень мало систем, позволяющих проводить работу с новостными данными на географических картах. Ближайшие аналоги предоставляют отображение на карте новостной информации, предоставленной пользователями, собранной и обработанной в ручном режиме.

Подсистема «Волхв-ГЕО» должна работать в составе более крупной АИС, обеспечивая отображение собранных новостных данных на карте и должна предоставлять инструментарий по прогнозированию ситуаций и построению аналитических заметок. Подсистема использует формализованные запросы для решения задачи геотегирования текстов: формализованный запрос может определять географические привязки новостных сообщений путем учета упоминаемых географических названий. К результатам такого запроса можно привязать географические метки, чтобы использовать их в более сложных запросах.

Для реализации этой задачи требуется база новостей и система полнотекстового поиска по индексированным документам, которая не входит в структуру проектируемой подсистемы и является внешней системой, обозначаемой ИПС.

Требования, накладываемые на ИПС:

- Поддержка полнотекстового индекса
- Поддержка полнотекстовых запросов
- Поддержка запросов с учётом морфологии языка
- Поддержка сохранённых запросов
- Возможность редактирования документов посредством API
- Поддержка текстовых меток

Подсистема Волхв-ГЕО, используя сохранённые в своей базе запросы, опрашивает ИПС. Полученные документы помечаются соответствующей геометкой. Используя запросы, сохранённые в ИПС, подсистема Волхв-ГЕО получает документы по требуемым темам и сохраняет агрегированные значения в собственной базе для последующего анализа. По агрегированным значениям из собственной базы подсистема проводит анализ и результаты анализа сохраняются для дальнейшего использования аналитиком.

Первичной задачей является разметка документов геометками. За исключением случаев, когда координаты места события предоставлены в тексте новости, невозможно в автоматическом режиме точно привязать событие к конкретной точке земной поверхности.

Поэтому представляется нецелесообразным использование в качестве методов географических координат – широты и долготы. В процессе проектирования было принято решение в качестве минимального географического объекта принять субъекты первого уровня, в рамках подсистемы называемые «провинциями». Например, для Российской Федерации это соответствует субъекту федерации, для США – штату, для Армении – марзу.

Согласно стандарту ISO 3166, каждому государству соответствует двух и трёхбуквенный код, а каждому субъекту первого уровня – код, состоящий из кода страны и кода субъекта. Код страны/субъекта является текстовой меткой, используемой в подсистеме.

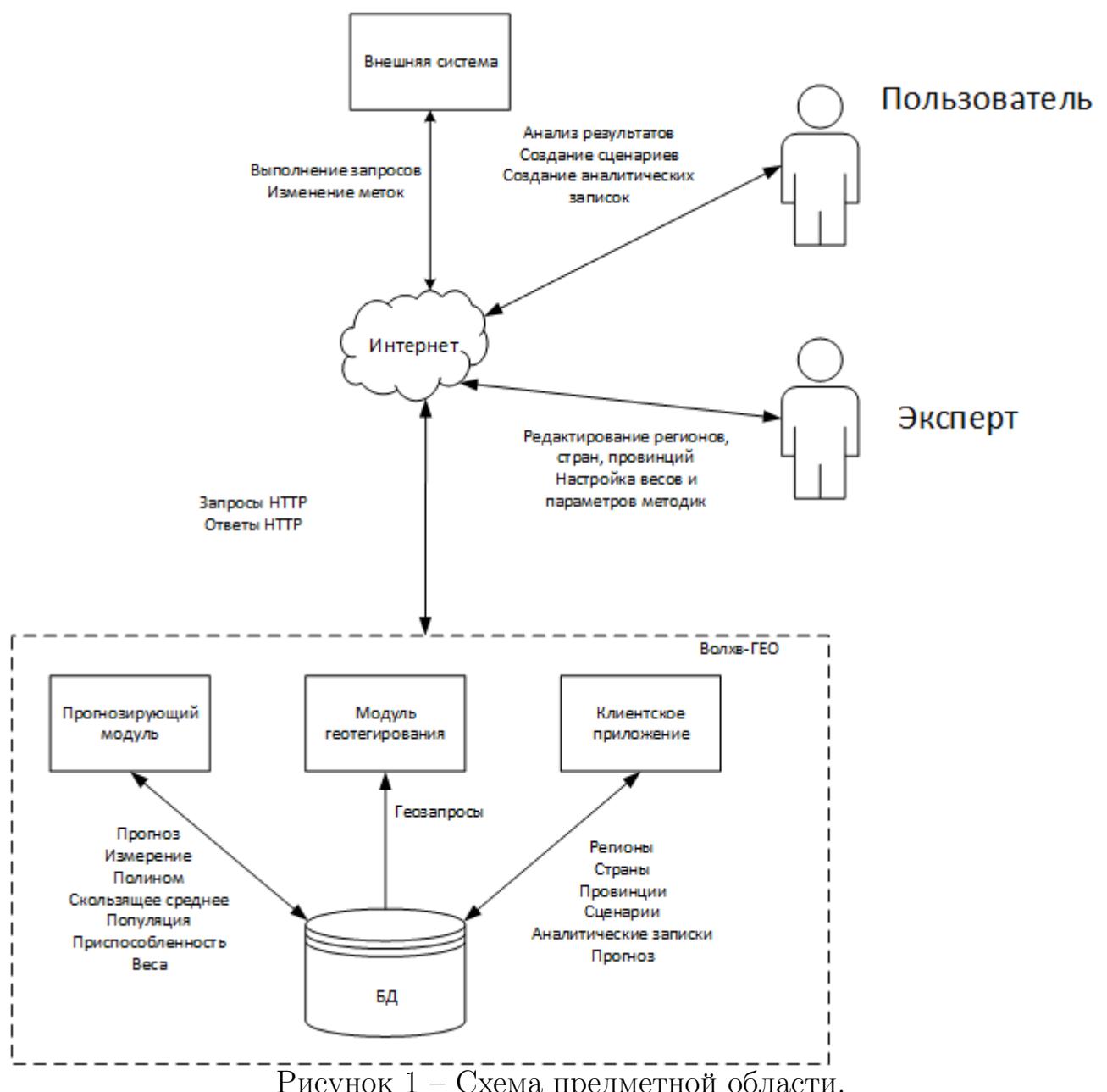
Для провинций, присутствующих в стандарте используется код из стандарта. Для провинций не присутствующих в стандарте, в основном это непризнанные территории, вводится собственное кодовое обозначение по методике, принятой в стандарте.

Результатом работы пользователя в подсистеме является сценарий развития ситуации, и аналитическая записка.

Сценарий представляет из себя набор графических элементов карты с сопроводительным текстом.

Аналитическая записка включает в себя текстовое описание текущей ситуации, сценария развития ситуации и иную информацию по необходимости.

Предметная область разработанной автоматизированной системы представлена на рисунке 1.



### **1.2.2 Сущности предметной области**

В процессе анализа предметной области выделены основные сущности:

- Запрос;
- Прогноз;
- Регион;
- Страна;
- Провинция;
- Сценарий;
- Аналитическая записка;

Дополнительные сущности, наличие которых следует из основных:

- Полином – параметры полинома в полиноминальной регрессии
- Скользящее среднее – параметры для алгоритма скользящего среднего
- Измерение прогноза – сохранённый результат выполнения запроса прогноза по дням;
- Популяция прогноза – коллекция формул для прогноза;
- Приспособленность – история лучших и средних значений функции приспособленности по поколениям для популяции;
- Веса – веса для итоговой оценки методом средневзвешенной суммы

Выявлены следующие акторы:

- Пользователь – основной пользователь подсистемы
- Эксперт – создаёт/редактирует запросы, редактирует контура стран/- провинций

Выявлены следующие источники данных:

- ИПС – предоставляет API доступа и редактирования к актуальной базе новостей
- Эксперт – создаёт/редактирует запросы, редактирует контура стран/- провинций

### 1.2.3 Описание бизнес-процесса

Автоматизированы подлежащие следующие процессы системы:

- Разметка документов базы геометками;
- Прогнозирование новостных потоков;
- Построение сценария развития ситуации;
- Создание аналитической записи;

Новости агрегируются в ИПС. Модуль геотегирования размечает новости согласно сохранённым в Волхв-ГЕО запросам. Размеченные новости используются для прогнозирования ситуации и отображения на карте.

Схема бизнес-процесса представлена в графической части на листе «Бизнес-процесс подсистемы»

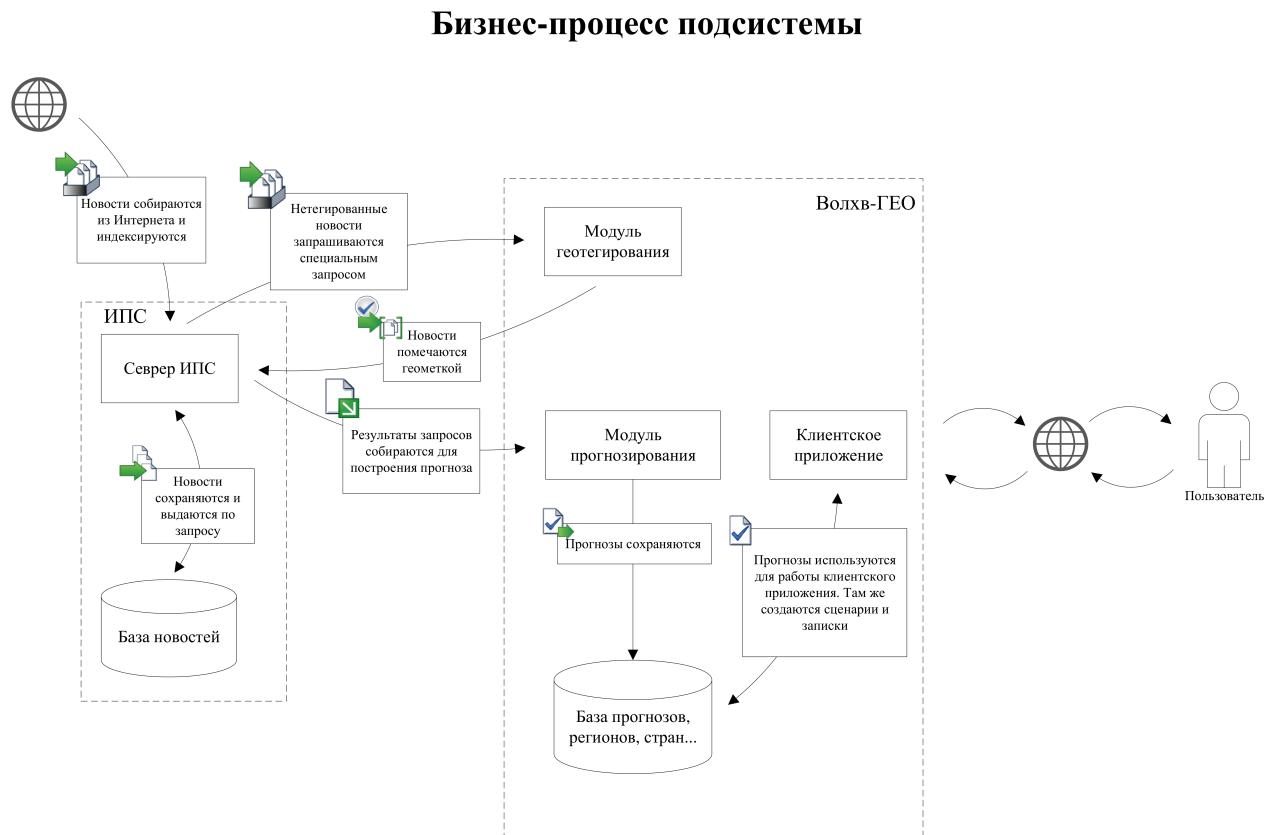


Рисунок 2 – Бизнес-процесс подсистемы.

## **1.2.4 Выбор и обоснование критериев качества**

Для данной подсистемы можно выделить следующие критерии качества:

- Пользовательский интерфейс;
- Геопривязка;
- Автоматизация;
- Интеграция;
- Прогноз;
- Сценарии.

**1.2.4.1 Пользовательский интерфейс.** Означает простоту и понятность работы с системой. Оценивается:

- Структура сайта;
- Степень интуитивной понятности меню;

**1.2.4.2 Геопривязка.** Означает точность привязки события на карте. Оценивается:

- Информативность геопривязки;
- Отклонение геометки от реального места событий.

**1.2.4.3 Автоматизация.** Оценивает количество функций выполняемых в автоматическом режиме.

**1.2.4.4 Интеграция.** Обозначает возможность и удобство интеграции подсистемы с другими системами. Оценивается:

- Наличие интеграционного интерфейса;
- Удобность этого интерфейса для разработчиков;
- Полнота интерфейса (полная реализация всех возможностей системы в интерфейсе).

**1.2.4.5 Прогноз.** Обозначает наличие прогнозирующего функционала и качество прогноза. Оценивается:

- Возможность автоматизированного прогнозирования;
- Качество прогноза;

**1.2.4.6 Сценарии.** Обозначает наличие инструментария для создания и редактирования сценариев и аналитических заметок. Оценивается:

- Наличие инструментария;
- Качество инструментов;

Присвоим критериям качества следующие весовые коэффициент, которые отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии качества и их весовые коэффициенты

Критерий	$\alpha$
Пользовательский интерфейс	0.1
Геопривязка	0.2
Автоматизация	0.25
Интеграция	0.15
Прогноз	0.2
Сценарии	0.1

Выполнено следующее условие:

$$\sum \alpha_i = 0.1 + 0.2 + 0.25 + 0.15 + 0.2 + 0.1 = 1 \quad (1)$$

## **1.2.5 Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки**

В процессе разработки необходимо решить следующие задачи:

- исследование и анализ предметной области;
- анализ и определение критериев качества;
- определение функциональных требований разрабатываемой системы;
- разработка структуры модулей системы, с выделением функциональности для каждого модуля;
- проектирование базы данных: инфологическая, даталогическая модели;
- проектирование эволюционного алгоритма прогнозирования;
- рассмотрение и обоснование архитектуры системы;
- выбор программных библиотек для реализации модулей;
- разработка интерфейса взаимодействия пользователя с программой;
- реализация графа диалога;
- написание и отладка программного кода модулей системы;
- разработка технической документации.

## 1.2.6 Анализ аналогов и прототипов

Для расчета нормированного значения  $j$ -го варианта по  $i$ -ому критерию необходимо воспользоваться формулой 2.

$$K_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (2)$$

где  $x_{ij}$  - натуральное значение;

$x_i^+$  - максимальное значение;

$x_i^-$  - минимальное значение.

Для расчета интегрального показателя воспользуемся формулой 3.

$$K = \sum_{i=1}^m \alpha_i K_{ij} \quad (3)$$

где  $m$  - количество критериев.

Оценка по критериям производится путём присуждения баллов в соответствии со шкалой, представленной в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии качества и их весовые коэффициенты

Качественный показатель	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Плохо	Неудовлетворительно
Количественный показатель	5	4	3	2	1
$K_{ij}$	1	0.75	0.5	0.25	0

Прямых и полных аналогов проектируемой подсистемы нет, но есть проекты, реализующие части функционала:

- <http://liveuamap.com/>
- <http://militarymaps.info/>

Эти аналоги имеют ряд принципиальных недостатков и не могут отвечать всем требованиям.

Недостатками аналога «<http://liveuamap.com/>» являются:

- отсутствие системы прогнозирования;
- отсутствие инструментария для создания сценария и аналитических записок;
- узкий набор отслеживаемых тем;
- невозможность добавить новость.

Недостатками аналога «<http://militarymaps.info/>» являются:

- отсутствие системы прогнозирования;
- отсутствие инструментария для создания сценария и аналитических записок;
- узкий набор отслеживаемых тем;
- перегруженный интерфейс.

Сравним аналоги и прототипы без учета весовых коэффициентов, результаты сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Сравнение аналогов и прототипов без учета весовых коэффициентов

Критерий	liveuamap	militarymaps	Волхв-ГЕО
Пользовательский интерфейс	4	2	4
Геопривязка	4	4	3
Автоматизация	2	2	4
Интеграция	1	2	3
Прогноз	2	1	3
Сценарии	2	3	4
Итого	15	14	21

Сравним аналоги и прототипы с учетом весовых коэффициентов, результаты сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Сравнение аналогов и прототипов с учётом весовых коэффициентов

Критерий	$\alpha$	liveuamap	militarymaps	Волхв-ГЕО
Пользовательский интерфейс	0.1	0.75	0.5	0.75
Геопривязка	0.2	0.75	0.75	0.25
Автоматизация	0.25	0.5	0.5	0.75
Интеграция	0.15	0.0	0.5	0.25
Прогноз	0.2	0.5	0.0	0.25
Сценарии	0.1	0.5	0.25	0.75
Итого	1	0.3625	0.9375	1.25

Таким образом, подсистема «Волхв-ГЕО» является лучшей среди аналогов и оправдывает свое создание.

## **1.3 Внутреннее проектирование**

### **1.3.1 Разработка структуры системы**

Подсистема предназначена для включения в крупные системы. В частности в подсистеме не решается вопрос сбора и первичной обработки новостных данных – это берёт на себя система верхнего уровня.

Разрабатываемая подсистема состоит из двух функциональных модулей.

Структура подсистемы показана в графической части дипломного проекта на листе «Структурная схема».

#### **1.3.1.1 Анализ информационных потоков**

Анализ предметной области определил два источника информации:

- ИПС – предоставляет API доступа и редактирования к актуальной базе новостей
- Эксперт – создаёт/редактирует запросы, редактирует контура стран/- провинций

Получение информации от ИПС происходит посредством http запросов. Для обмена информацией используется стандарт формата JSON.

Создание и редактирование запросов экспертом происходит посредством специализированного клиентского приложения.

Создание и редактирование контуров стран/провинций происходит с помощью специализированного ПО, которое не входит в состав разрабатываемой подсистемы.

### **1.3.1.2 Определение состава компонентов системы**

Согласно требованиям ТЗ касательно функциональности разрабатываемой подсистемы, можно выделить следующие составляющие компоненты.

#### **1.3.1.2.1 Модуль геотегирования.**

Должен обеспечивать процесс геотегирования по следующей методике:

- а) циклично выполняются все сохранённые в базе запросы на ИПС
- б) для документов не имеющих геометку ставится геометку соответствующего запроса.

Должен предоставлять пользователю эксперту интерфейс для создания и редактирования тегирующих запросов до странам/провинциям.

Входные данные:

- Действия над запросами: добавление, удаление, обновление;
- Сохранённые запросы
- Результаты выполнения сохранённых запросов на ИПС

Выходные данные:

- Сохранённые запросы
- Изменение новостей

### **1.3.1.2.2 Модуль прогнозирования.**

Должен анализировать по провинциям частоты основных тем по дням рассматриваемого периода и предсказывать частоту упоминания основных тем новостей.

- График количества документов, соответствующих сохранённому запросу, используемого для прогнозирования, по дням до текущей даты;
- График прогнозируемого количества документов, соответствующих сохранённому запросу, используемого для прогнозирования, по дням на всём рассматриваемом интервале времени;
- Аналитическую формулу прогноза, по которой значение количества документов, соответствующих сохранённому запросу, можно вычислить для любого дня рассматриваемого интервала времени;
- Количественную оценку полученного прогноза;

Входные данные:

- параметры эволюционного алгоритма
- параметры метода скользящего среднего
- параметры полиномиальной регрессии
- веса методик
- сохраненный формализованный запрос для прогнозирования.

Выходные данные:

- прогноз частоты тем по провинциям

### **1.3.1.2.3 Модуль клиентского приложения.**

Должен предоставлять пользователю полную информацию о документе (новости) и его реквизитах. Также модуль должен предоставлять возможность редактировать реквизиты документа (за исключением идентификатора и источника) и возможность удаления новости из АИС.

Реквизиты документа:

- Заголовок новости – краткий заголовок новости;
- Основная часть новости – основной массив текста с форматированием;
- Время публикации новости – время публикации новости, указанное в источнике;
- Рубрика новости – категория новости, к которой она относится;
- Источник новости – адрес сайта новости;
- Идентификатор новости – уникальный идентификатор новости, под которым она хранится в БД.
- Метки новости – список строк-меток, которые были присвоены новости;

Входные данные:

- Запрос на проблемно-ориентированном языке для подсветки основной части документа. Может отсутствовать, тогда отображается весь текст документа без подсветки.
- Идентификатор документа для отображения.
- Обновленные значения реквизитов документа при их редактировании.

Выходные данные:

- Реквизиты документа, перечисленные выше.
- Обновлённые данные в базе данных и индексе при редактировании полей документа.

### **1.3.1.2.4 Структура модулей подсистемы.**

Структура модулей представлена в графической части на листе «Структура подсистемы»

Помимо вышеописанных модулей, так же в проекте планируются подмодули настроек модулей.

## **Структура подсистемы**

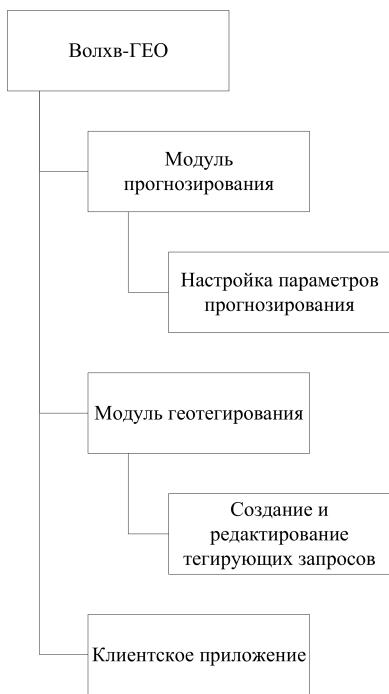


Рисунок 3 – Структура подсистемы.

### 1.3.2 Проектирование структуры базы данных

Проектирование схемы БД является очень важным этапом, от которого зависят последующие этапы разработки АИС. Время, затраченное на проектирование схемы БД, обычно окупается высокой скоростью реализации проекта.

На этапе внешнего проектирования связанного с анализом предметной области были выделены объекты, которые должны использоваться для представления предметной области. То есть была проведена предварительная структуризация объектов предметной области: объекты реального мира подверглись классификации, была зафиксирована совокупность подлежащих отображению в БД типов объектов. Для каждого типа объектов были зафиксирована совокупность свойств, посредством которых должны описываться конкретные объекты этого типа в БД, виды отношений (взаимосвязей) между этими объектами. Следующим шагом является решение вопроса, какая информация об объектах должна быть представлена в БД и как ее представить с помощью данных. Сущность инфологического этапа проектирования является установление соответствия между состоянием предметной области, его восприятием и представлением в БД.

На этапе инфологического проектирования используется неформальная модель предметной области: «сущность – связь». Это модель позволяет моделировать объекты ПО, взаимоотношения объектов. Основное назначение неформальной модели «сущность – связь» является семантическое описание предметной области и представление информации для обоснования выбора видов моделей и структур данных, которые в дальнейшем будут использованы в системе. Для построения модели типа «сущность – связь» используются три основных конструктивных элемента: сущность, атрибут и связь.

**Сущность** – собирательное понятие, абстракция реально существующего объекта, процесса или явления, о котором необходимо хранить информацию в системе. В качестве сущности в моделях ПО рассматриваются материальные (сотрудник, справка и т.д.) и не материальные (описание некоторого явления, рефераты научных статей и т.д.) объекты реальной действительности. В моделях ПО типа «сущность – связь» каждая рассматриваемая конкретная сущность является узловой точкой сбора информации об этой сущности. В модели также используется понятие «экземпляр сущности». Тип сущности определяет набор однородных объектов, а экземпляр сущности – конкретный объект в наборе.

**Атрибут** – это поименованная характеристика сущности, которая принимает значение из некоторого множества значений. В модели атрибут выступает в качестве средства, с помощью которого моделируются свойства сущностей. Основное назначение атрибута – описание свойства сущности, а также идентификация экземпляра сущностей.

**Связь** выступает в модели в качестве средства, с помощью которого представляются отношения между сущностями предметной области. Тип связи рассматривается между типами сущностей, а конкретный экземпляр связи рассматриваемого типа существует между конкретными экземплярами рассматриваемых типов сущностей. При анализе связей между сущностями могут встречаться бинарные (между двумя сущностями), тернарные (между тремя сущностями) и, в общем случае n-арные связи. Может также встречаться унарные (рекурсивные) связи, когда экземпляр определенного типа сущности связан с другим экземпляром той же самой сущности. Наиболее часто встречаются бинарные связи. Для определения характера взаимосвязей между двумя типами сущностей используются прямое и обратное отображения между двумя соответствующими множествами экземпляров сущностей. При проведении классификации видов связей обычно выделяют следующие виды связей: 1:1, 1:M, M:1, M:N.

Инфологическая модель представляется двумя вариантами записи:

- Спецификационная форма инфологической модели ПО;
- Графическая диаграмма инфологической модели ПО.

Обоснование выбора инструментария проектирования Для проектирования даталогической модели был выбран проблемно-ориентированный язык Haskell Persistent, который обладает следующими преимуществами:

- Интеграция с языком программирования Haskell – типы БД непосредственно используются в проектируемой программе без ручного кодирования;
- Автоматические миграции – если схема БД изменилась во время проектирования, то данный язык предоставляет средства автоматической миграции данных между схемами;
- Краткая форма записи и текстовый формат. Благодаря спецификационной записи описание схемы базы данных имеют минимальный объем и позволяет использовать все преимущества системы контроля версий и интегрированных систем разработки.

### 1.3.2.1 Инфологическая модель базы данных

В результате анализа предметной области определены сущности, их атрибуты, взаимосвязь между ними и разработана инфологическая модель базы данных.

Схема инфологической модели представлена в графической части дипломной работы на листе «Инфологическая модель базы данных».



Рисунок 4 – Инфологическая модель базы данных.

### 1.3.2.2 Описание сущностей и их атрибуты

Выделены следующие сущности предметной области. Описание сущностей и атрибутов представлено в таблицах ниже.

Условные обозначения: PK (primary key) – первичный ключ, FK –внутренний ключ.

Таблица 5 – Сущность «Запрос»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код запроса (PK)	Идентифицирующий атрибут
Название запроса	Название запроса
Альфа-код запроса	Код страны/провинции, описываемой запросом по ISO 3166
Полнотекстовый запрос	Основная часть запроса
Дополнительный запрос	Дополнительные фильтры результатов
Начальная дата	Минимальная дата результата
Конечная дата	Максимальная дата результата
Начальная дата сбора	Минимальная дата сбора результата
Конечная дата сбора	Максимальная дата сбора результата
Смещение результата	Количество документов, которое следует опустить из результатов
Размер страницы	Максимальное количество документов, которое нужно вернуть в результатах
Поле сортировки	Поле, по которому следует отсортировать результаты
Направление сортировки	Сортировка по убыванию или возрастанию
Без меток	Признак поиска только документов без меток

Таблица 6 – Сущность «Прогноз»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код прогноза (PK)	Идентифицирующий атрибут
Сохраненный запрос (FK)	Код сохраненного запроса для прогноза
Название	Название прогноза
Описание	Описание прогноза
Точка отсчета	Начальная точка прогноза
Окно обучения	Количество точек от текущей даты для обучения алгоритма
Период прогноза	Количество дней в будущее для которого строится прогноз

Таблица 7 – Сущность «Измерение»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код измерения (PK)	Идентифицирующий атрибут
Прогноз (FK)	Код прогноза, для которого проводилось измерение
День	Точка, в которой замерялось значение
Значение	Количество результатов по запросу прогноза

Таблица 8 – Сущность «Популяция»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код популяции (PK)	Идентифицирующий атрибут
Прогноз (FK)	Код прогноза, к которому относится популяция
Поколение	Текущий номер поколения популяции

Таблица 9 – Сущность «Формула»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код формулы (PK)	Идентифицирующий атрибут
Популяция (FK)	Код популяции, к которой относится формула
Текст	Текстовое представление формулы
Приспособленность	Значение приспособленности формулы

Таблица 10 – Сущность «Приспособленность»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код приспособленности (PK)	Идентифицирующий атрибут
Популяция (FK)	Код популяции, к которой относится формула
Лучший	Лучшее значение функции приспособленности
Среднее	Среднее значение функции приспособленности
Поколение	Значение поколения, для которого производились замеры

Таблица 11 – Сущность «Полином»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код полинома (PK)	Идентифицирующий атрибут
Прогноз (FK)	Код прогноза, для которого проводилось измерение
Параметры	Массив параметров полинома
СКО	Среднеквадратичное отклонение на выборке

Таблица 12 – Сущность «Скользящее среднее»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код скользящего среднего (PK)	Идентифицирующий атрибут
Прогноз (FK)	Код прогноза, для которого проводилось измерение
Размер окна	Размер окна скользящего среднего
Веса	Массив весов для средневзвешенной суммы

Таблица 13 – Сущность «Регион»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код региона (PK)	Идентифицирующий атрибут
Название	Название региона

Таблица 14 – Сущность «Страна»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код страны (PK)	Идентифицирующий атрибут
Регион (FK)	Код региона, в которую входит страна
Название	Название страны
Альфа-код	Код страны по ISO 3166-1
Контур	GeoJson с описанием границы страны

Таблица 15 – Сущность «Провинция»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код провинции (PK)	Идентифицирующий атрибут
Страна (FK)	Код страны, в которую входит провинция
Название	Название провинции
Альфа-код	Код провинции по ISO 3166-2
Контур	GeoJson с описанием границы провинции

Таблица 16 – Сущность «Сценарий»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код сценария (PK)	Идентифицирующий атрибут
Название	Название сценария
Содержание	GeoJson, содержащий элементы сценария

Таблица 17 – Сущность «Аналитическая записка»

Имя атрибута	Описание атрибута
Код записи (PK)	Идентифицирующий атрибут
Название	Название аналитической записи
Содержание	Содержание записи

### 1.3.2.3 Связи между сущностями

Рассмотрим связи между сущностями, выделенными и описанными выше. На основе взаимодействия сущностей в предметной области определим отношения между ними и запишем в таблицу 18.

Таблица 18 – Связи между сущностями

№	Наименование связи	Тип связи	Сущность
1	Берет данные из	M:1	Прогноз – Запрос
2	Вычисляется с помощью	M:1	Измерение – Прогноз
3	Прогнозирует	M:1	Популяция – Прогноз
4	Включается в популяцию	M:1	Формула – Популяция
5	Хранит историю о	M:1	Приспособленность – Популяция
6	Прогнозирует	M:1	Полином – Прогноз
7	Прогнозирует	M:1	Скользящее среднее – Прогноз
7	Входит в	M:1	Страна – Регион
7	Входит в	M:1	Провинция – Страна

### 1.3.2.4 Даталогическая модель данных

Для разработки даталогической модели данных была проведена ручная операция перевода инфологической модели в проблемно-ориентированный язык Haskell Persistent. В результате была получена схема даталогической модели данных, представленная в графической части работы.

Проблемно-ориентированный язык Haskell Persistent автоматически генерирует скрипт на языке SQL для создания всех таблиц, отношений и ограничений в БД, а также проводит миграции данных между разными версиями даталогической модели данных при спиральной разработке приложения.

Схема даталогической модели представлена в графической части дипломной работы на листе «Даталогическая модель базы данных».

## Даталогическая модель базы данных

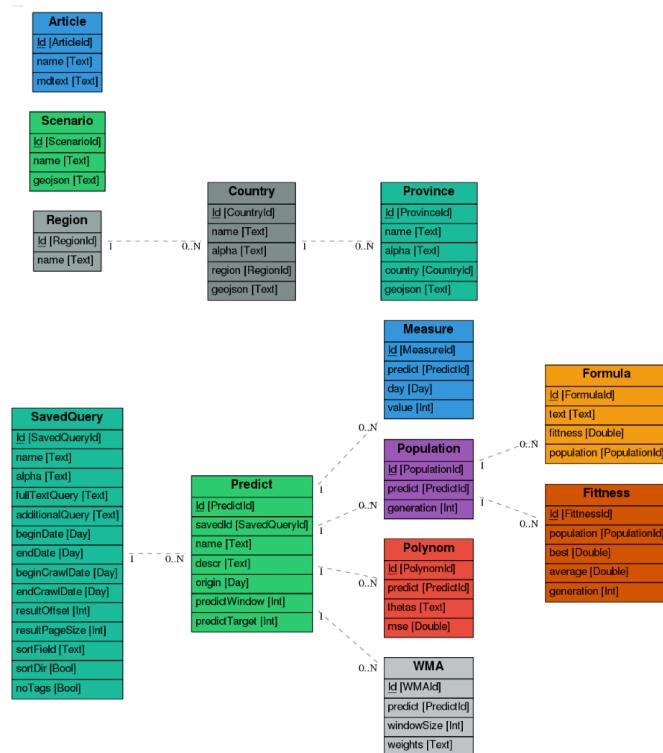


Рисунок 5 – Даталогическая модель базы данных.

Листинг 1: Даталогическая модель данных на языке Haskell Persistent

```
1 SavedQuery
2   name Text
3   alpha Text
4   fullTextQuery Text Maybe
5   additionalQuery Text Maybe
6   beginDate Day Maybe
7   endDate Day Maybe
8   beginCrawlDate Day Maybe
9   endCrawlDate Day Maybe
10  resultOffset Int Maybe
11  resultPageSize Int Maybe
12  sortField Text Maybe
13  sortDir Bool Maybe
14  noTags Bool
15
16 Predict
17  savedId SavedQueryId
18  name Text
19  descr Text
20  origin Day
21  predictWindow Int Maybe
22  predictTarget Int Maybe
23
24 Measure
25  predict PredictId
26  day Day
27  value Int
28  UniqueMeasure predict day
29
30 Population
31  predict PredictId
32  generation Int
33
34 Formula
35  text Text
36  fitness Double
37  population PopulationId
38
39 Fitness
40  population PopulationId
41  best Double
42  average Double
```

```
43     generation Int
44
45 Polynom
46     predict PredictId
47     thetas Text
48     mse Double
49
50 WMA
51     predict PredictId
52     windowSize Int
53     weights Text
54
55 Region
56     name Text
57
58 Country
59     name Text
60     alpha Text
61     region RegionId
62     geojson Text
63     UniqueCountry alpha
64
65 Province
66     name Text
67     alpha Text
68     country CountryId
69     geojson Text
70     UniqueProvince alpha
71
72 Scenario
73     name Text
74     geojson Text
75
76 Article
77     name Text
78     mdtext Text
```

Таблица 19 – Таблица «saved\_query»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код запроса
name	character varying	not null	Название запроса
alpha	character varying	not null	Альфа-код запроса
full_text_query	character varying		Полнотекстовый запрос
additional_query	character varying		Дополнительный запрос
begin_date	date		Начальная дата
end_date	date		Конечная дата
begin_crawl_date	date		Начальная дата сбора
end_crawl_date	date		Конечная дата сбора
result_offset	bigint		Смещение результата
result_page_size	bigint		Размер страницы
sort_field	character varying		Поле сортировки
sort_dir	boolean		Направление сортировки
no_tags	boolean	not null	Без меток

Таблица 20 – Таблица «predict»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код прогноза
saved_id	bigint	not null, FK	Сохранённый запрос
name	character varying	not null	Название
descr	character varying	not null	Описание
origin	date	not null	Точка отсчёта
predict_window	bigint		Окно обучения
predict_target	bigint		Период прогноза

Таблица 21 – Таблица «measure»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код измерения
predict	bigint	not null, FK	Прогноз
day	date	not null	День
value	bigint	not null	Значение

Таблица 22 – Таблица «population»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код популяции
predict	bigint	not null, FK	Прогноз
generation	bigint	not null	Поколение

Таблица 23 – Таблица «formula»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код формулы
text	character varying	not null	Текст
fitness	double precision	not null	Приспособленность
population	bigint	not null, FK	none

Таблица 24 – Таблица «fitness»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код приспособленности
population	bigint	not null, FK	Популяция
best	double precision	not null	Лучший
average	double precision	not null	Среднее
generation	bigint	not null	Поколение

Таблица 25 – Таблица «polynom»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код полинома
predict	bigint	not null, FK	Прогноз
thetas	character varying	not null	Параметры
mse	double precision	not null	СКО

Таблица 26 – Таблица «w\_m\_a»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код скользящего среднего
predict	bigint	not null, FK	Прогноз
window_size	bigint	not null	Размер окна
weights	character varying	not null	Веса

Таблица 27 – Таблица «region»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код региона
name	character varying	not null	Название региона

Таблица 28 – Таблица «country»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код страны
name	character varying	not null	Название
alpha	character varying	not null	Альфа-код
region	bigint	not null, FK	Регион
geojson	character varying	not null	Контур

Таблица 29 – Таблица «province»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код провинции
name	character varying	not null	Название
alpha	character varying	not null	Альфа-код
country	bigint	not null, FK	Страна
geojson	character varying	not null	Контур

Таблица 30 – Таблица «scenario»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код сценария
name	character varying	not null	Название
geojson	character varying	not null	Содержание

Таблица 31 – Таблица «article»

Имя поля	Тип данных	Свойства поля	Имя атрибута
id	bigint	not null, PK	Код записи
name	character varying	not null	Название
mdtext	character varying	not null	Содержание

### 1.3.3 Разработка архитектуры АИС

**1.3.3.1 Выбор языка программирования** Для разработки системы был выбран язык программирования Haskell.

Haskell – стандартизованный чистый функциональный язык программирования общего назначения.

Особенности языка Haskell

- функциональная парадигма программирования
- строгая статическая типизация
- автоматический вывод типов
- ленивые вычисления
- большое количество готовых библиотек
- чистота языка

### 1.3.3.2 Выбор web-сервера

**1.3.3.2.1 Критерии** В качестве критериев выбора web-сервера используются:

- Платформа – количество и распространённость операционных систем на которых доступен сервер
- Поддержка интерфейсов – программные интерфейсы, поддерживаемые сервером
- Быстродействие – быстродействие
- Надёжность – надёжность
- Распространённость – доля сервера на рынке серверных решений, удобство развёртывания.

Критерием соответствуют веса:

Выполнено следующее условие:

$$\sum \alpha_i = 0.2 + 0.2 + 0.3 + 0.2 + 0.1 = 1 \quad (4)$$

Таблица 32 – Критерии выбора сервера и их весовые коэффициенты

Критерий	$\alpha$
Платформа	0.2
Поддержка интерфейсов	0.2
Быстродействие	0.3
Надёжность	0.2
Распространённость	0.1

**1.3.3.2.2 Варианты** В процессе проектирования были рассмотрены два популярных web-сервера, поддерживающие язык программирования Haskell: Apache версии 2.4 и Warp 3.2.3.

Сервер Apache является приложением веб-сервера с открытым исходным кодом, разработанным Apache Software Foundation. Программное обеспечение сервера свободно распространяется и данная лицензия с открытым исходным кодом означает, что пользователи могут отредактировать базовый код, чтобы настроить производительность и способствовать разработке программы.

Основные преимущества Apache:

- низкие затраты, так как нет необходимости приобретать лицензии на программное обеспечение;
- гибкое программирование из-за открытого исходного кода;
- улучшенная безопасность, так как Apache был разработан для операционной системы не-Windows (а большинство вредоносных программ написано под ОС от Microsoft), то он всегда имел репутацию более безопасной системы, чем IIS производства Microsoft.

Библиотека Warp является HTTP-движком интерфейса веб-приложений (Web Application Interface - WAI). Она запускает приложения WAI поверх протокола HTTP. Yesod и mighty являются примерами веб-фреймворков, работающих поверх WAI.

Основные преимущества Warp:

- высокая производительность;
- малый объём серверного кода;
- высокая надёжность.

Таблица 33 – Таблица «Варианты»

Критерий	Apache 2.4	Warp 3.2.3
Платформа	Семейство UNIX и семейство Windows	Семейство UNIX и семейство Windows
Поддержка интерфейсов	API, CGI, Fast CGI	API, CGI, Fast CGI, Wai
Быстродействие	Удовлетворительно	Отлично
Надёжность	Удовлетворительно	Отлично
Распространённость	Отлично	Удовлетворительно

Таблица 34 – Сравнение вариантов

Критерии	Apache 2.4	Warp 3.2.3
Платформа	5	5
Поддержка интерфейсов	4	5
Быстродействие	3	5
Надёжность	3	5
Распространённость	5	3

Таблица 35 – Сравнение вариантов с нормированными оценками

Критерии	$\alpha$	Apache 2.4	Warp 3.2.3
Платформа	0.20	1.00	1.00
Поддержка интерфейсов	0.20	0.75	1.00
Быстродействие	0.30	0.50	1.00
Надёжность	0.20	0.50	1.00
Распространённость	0.10	1.00	0.50
Итого	1.00	0.70	<b>0.95</b>

### 1.3.3.2.3 Сравнение вариантов

Из таблицы 35 видно, что следует выбрать сервер Warp 3.2.3.

### 1.3.3.3 Выбор СУБД

После выбора сервера необходимо определиться с СУБД. Выбор производится из следующих вариантов:

- PostgreSQL – реляционная СУБД. Преимущества: соответствие стандартам, подробная документация, хорошая масштабируемость. Недостатки: сложность настройки и освоения.
- MySQL – реляционная СУБД. Преимущества: простота настройки. Недостатки: несоответствие стандартам, проблемы с репликациями, слабая документация, проблемы с многобайтовыми кодировками.

- MongoDB – no-SQL СУБД на основе парадигмы «ключ-значение». Преимущество: легкость масштабирования и простота модели данных. Недостатки: слабый язык запросов и слабая интеграция в Haskell.
- Acid-State – no-SQL СУБД, построенная как библиотека на языке Haskell, предоставляющая монадоидический API для управления транзакциями и обработки данных. Основные преимущества: простота и интеграция в Haskell. Недостатки: малоизвестная модель данных и проблемы с масштабированием.

В качестве критериев оценки были выбраны:

- Интеграция с Haskell – качество библиотек для взаимодействия Haskell и рассматриваемой библиотекой. Для SQL СУБД и MongoDB есть общая библиотека Haskell Persistent.
- Производительность – производительность СУБД является «бутылочным горлышком» производительности всего приложения.
- Качество документации – качество документации напрямую влияет на время, потраченное на тестирование и исправление ошибок.
- Распространённость – чем больше распространена СУБД или ее модель хранения данных, тем легче проводить миграции и поддерживать АИС во время эксплуатации.
- Масштабируемость – количество трудозатрат для горизонтального масштабирования АИС. Сложности с масштабируемостью всего АИС зачастую упираются в сложность масштабирования СУБД.
- Возможности языка запросов – мощный язык запросов позволяет перенести часть нагрузки на СУБД и лучше использовать ресурсы системы.

Таблица 36 – Сравнение вариантов выбора СУБД

Критерии	PostgreSQL	MySQL	MongoDB	Acid-State
Интеграция с Haskell	5	5	4	5
Производительность	5	3	4	4
Качество документации	4	2	4	4
Распространённость	5	4	5	1
Масштабируемость	3	2	5	3
Возможности языка запросов	5	3	4	5

Таблица 37 – Сравнение вариантов выбора СУБД с нормированными оценками

Критерии	$\alpha$	PostgreSQL	MySQL	MongoDB	Acid-State
Интеграция с Haskell	0.30	1.00	1.00	0.75	1.00
Производительность	0.20	1.00	0.50	0.75	0.75
Качество документации	0.10	0.75	0.25	0.75	0.75
Распространённость	0.10	1.00	0.75	1.00	0.00
Масштабируемость	0.20	0.50	0.25	1.00	0.50
Возможности языка запросов	0.00	1.00	0.50	0.75	1.00
Итого	0.90	<b>0.77</b>	0.55	0.75	0.62

Из таблицы 37 видно, что лучшим вариантом для серверной библиотеки является PostgreSQL.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Общее описание программного комплекса

#### 2.1.1 Функциональное назначение

Подсистема предназначена для автоматизации следующих процессов:

- Геотегирование новостных данных
- Предоставление инструментария для создания сценариев и аналитических заметок

Подсистема должна предоставлять веб-приложение для доступа через веб-браузер. Подсистема должна быть проста в развертывании.

#### 2.1.2 Средства технического обеспечения

Для функционирования системы, включающей подсистему «Волхв-ГЕО» требуются как минимум следующие технические средства с нижеуказанными минимальными характеристиками:

**со стороны сервера:**

- персональная электронная вычислительная машина (ПЭВМ) типа IBM PC в конфигурации:
  - 2-ух ядерный процессор Intel Xeon Quad-Core (2.13GHz);
  - оперативная память не менее 4 Гбайт с возможностью расширения до 64 Гб;
  - жесткий диск с не менее, чем 100 Гбайт свободного места с возможностью горячей замены;
  - сетевой адаптер любого типа, обеспечивающий взаимодействие по локальной сети.

**со стороны клиента:**

- персональная электронная вычислительная машина (ПЭВМ) типа IBM PC в конфигурации:
  - процессор семейства не ниже Intel Pentium Dual-Core;
  - оперативная память не менее 2 Гбайт;
  - жесткий диск с не менее, чем 10 Гбайт свободного места;
  - сетевой адаптер любого типа, обеспечивающий взаимодействие по локальной сети.
- клавиатура и мышь
- цветной монитор

### **2.1.3 Необходимое программное обеспечение**

Для функционирования программного комплекса необходимо обеспечить следующие программные средства:

**со стороны сервера:**

- ОС семейства Linux, например Fedora 22.
- PostgreSQL

**со стороны клиента:**

- Любая современная ОС
- Современный веб-браузер, поддерживающий язык JavaScript и спецификацию HTML 4.0 (Mozilla Firefox 4.0, Google Chrome 10 и т.п.).

## 2.2 Структура программы.

Модули разрабатываемой подсистемы упаковываются в исполняемые файлы, которые содержат скомпилированный исходный код системы вместе с серверным приложением и предназначены для разворачивания на сервере. Файлы подложки карты и контуров стран и провинций предоставляются в виде архива tar.gz и нуждаются в распаковке на сервере.

Таблица 38 – Модули и файлы подсистемы

Наименование компонента	Файлы
Модуль геотегирования	Исполняемый файл geotagger, конфигурационный файл geotagger.conf
Модуль прогнозирования	Исполняемый файл predictor, конфигурационный файл predictor.conf
Модуль клиентского приложения	Исполняемый файл volchv-geo, конфигурационный файл volchv-geo.conf
Архив с файлами карты, стран и провинций	geo-contents.tar.gz

## **2.3 Установка и запуск приложения**

Для настройки и запуска подсистемы необходимо выполнить следующие действия:

- а) Установить и запустить PostgreSQL
- б) Задать роли и права доступа к базе для подсистемы
- в) Создать базу
- г) Загрузить исполняемый файл приложения и конфигурационные файлы подсистемы на сервер
- д) Добавить исполняемый файл в список приложений, запускаемых при загрузке ОС
- е) Скопировать статичные файлы приложения на сервер
- ж) Записать в конфигурационных файлах приложения данные для соединения с СУБД, путь до папки с статичными файлами и порт приложения
- з) Запустить приложение
- и) Проверить работоспособность системы и приступить к её эксплуатации

## 2.4 Разработка интерфейса взаимодействия

Интерфейс взаимодействия с пользователем основан на HTML с применением технологии Ajax с целью повысить удобство использования. Такой выбор был сделан на основе специфики разрабатываемой системы и анализа требований к веб-приложению. Необходимым условием взаимодействия пользователя с системой является наличие современного веб-браузера, поддерживающего язык JavaScript и спецификацию HTML 4.0 (Mozilla Firefox 4.0, Google Chrome 10 и т.п.).

### 2.4.1 Разработка графа диалога

Граф диалога проектируемой подсистемы:

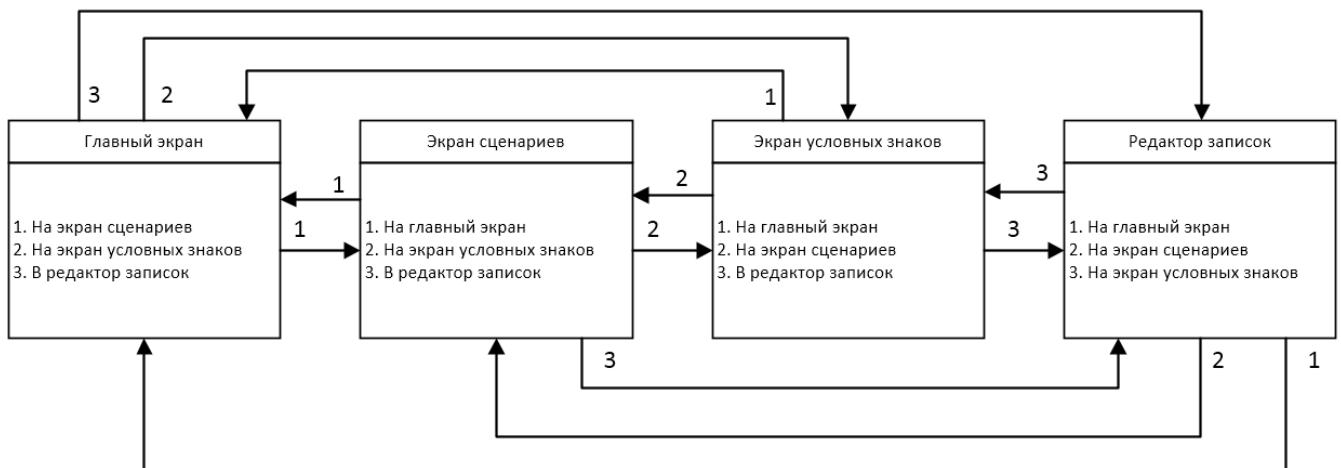


Рисунок 6 – Граф диалога.

### 2.4.2 Разработка экранных форм

Для разработки экранных форм выбрана библиотека Bootstrap, обеспечивающая эргономический и единообразный интерфейс, что соответствует требованиям проекта.

## 2.5 Описание экранных форм

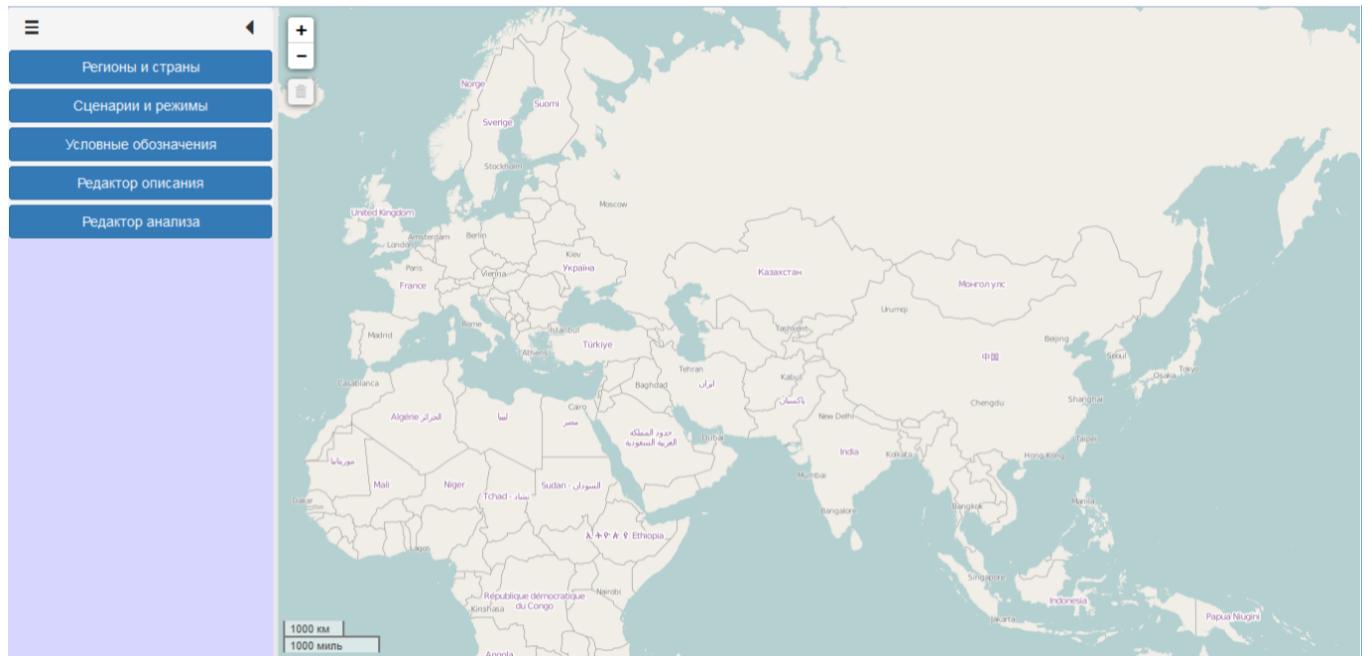


Рисунок 7 – Начальный экран.

Слева представлено основное меню клиентского приложения. Карта продолжает отображаться при выборе любого из пунктов меню.

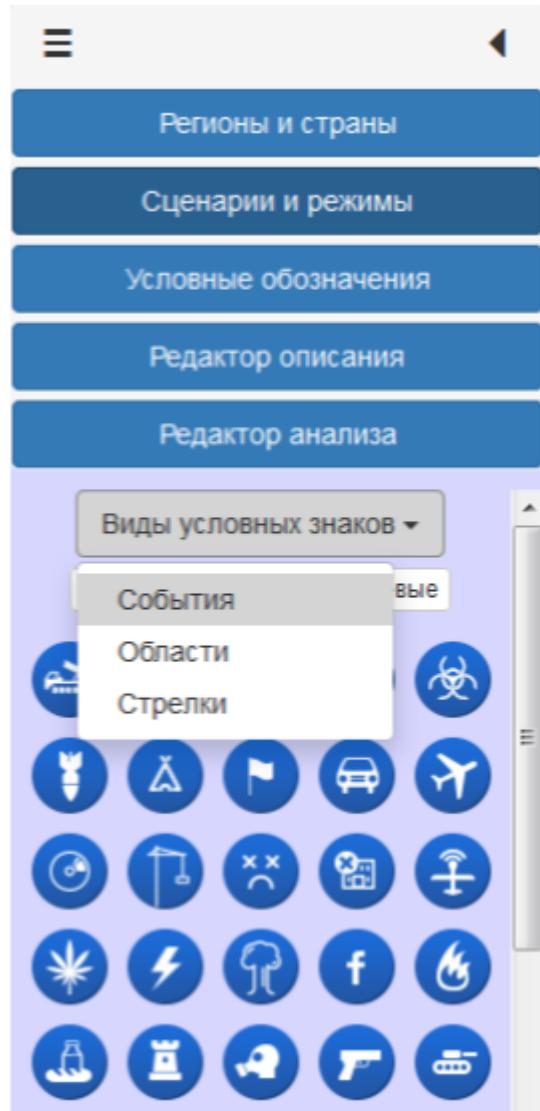


Рисунок 8 – Виды условных знаков.

Приложение поддерживает три типа условных знаков:

- События – для отметки точечных событий, объектов
- Области – для отметки распределённых по площади объектов: позиций сторон, площадей затопления, возгорания итп.
- Стрелки – для отметки передвижения, направления распространения объектов

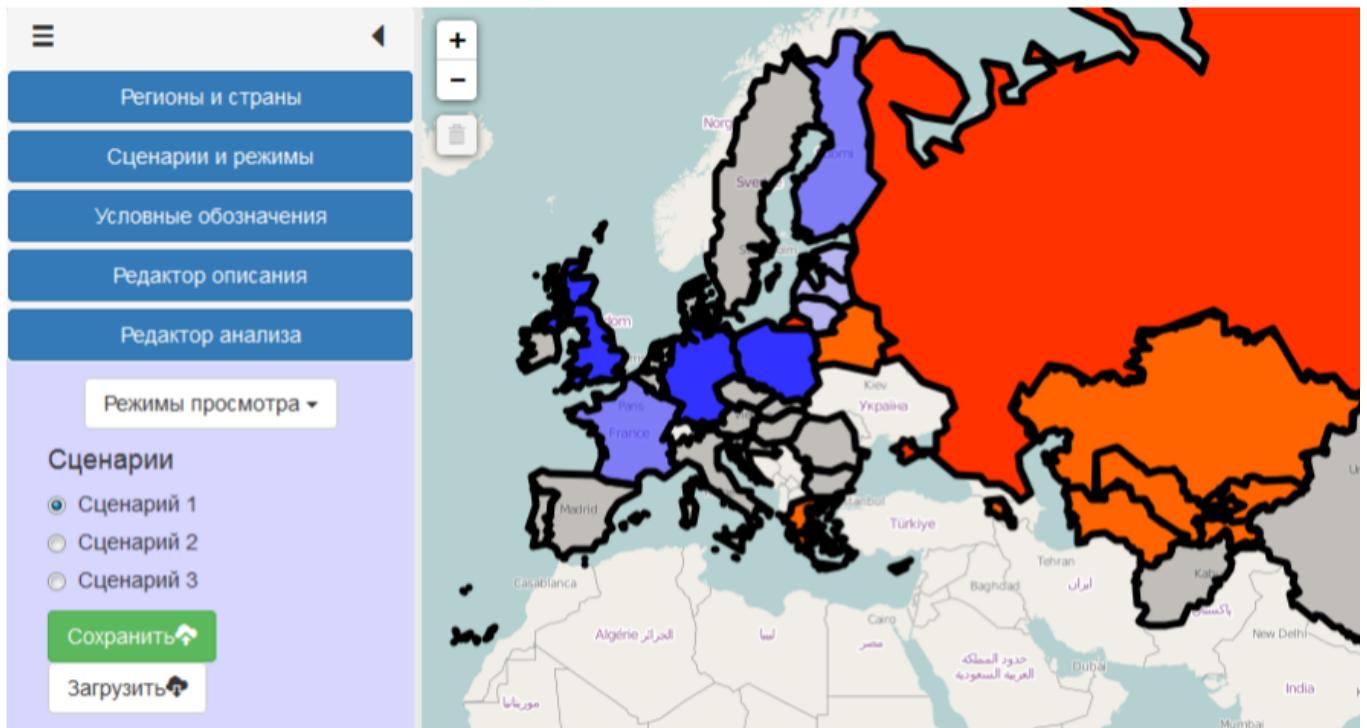


Рисунок 9 – Интенсивность новостей по странам.

В этом режиме отображения с помощью тепловой карты отображается скорость поступления новостей по странам.



Рисунок 10 – Пример отображения прогноза.

Пример отображения прогноза: при клике левой кнопкой мыши на провинцию, появляется всплывающее окно с пятью наиболее активными темами данной провинции и рядом с ними даётся прогноз изменения активности – количества новостей за период времени, на прогнозируемый период.

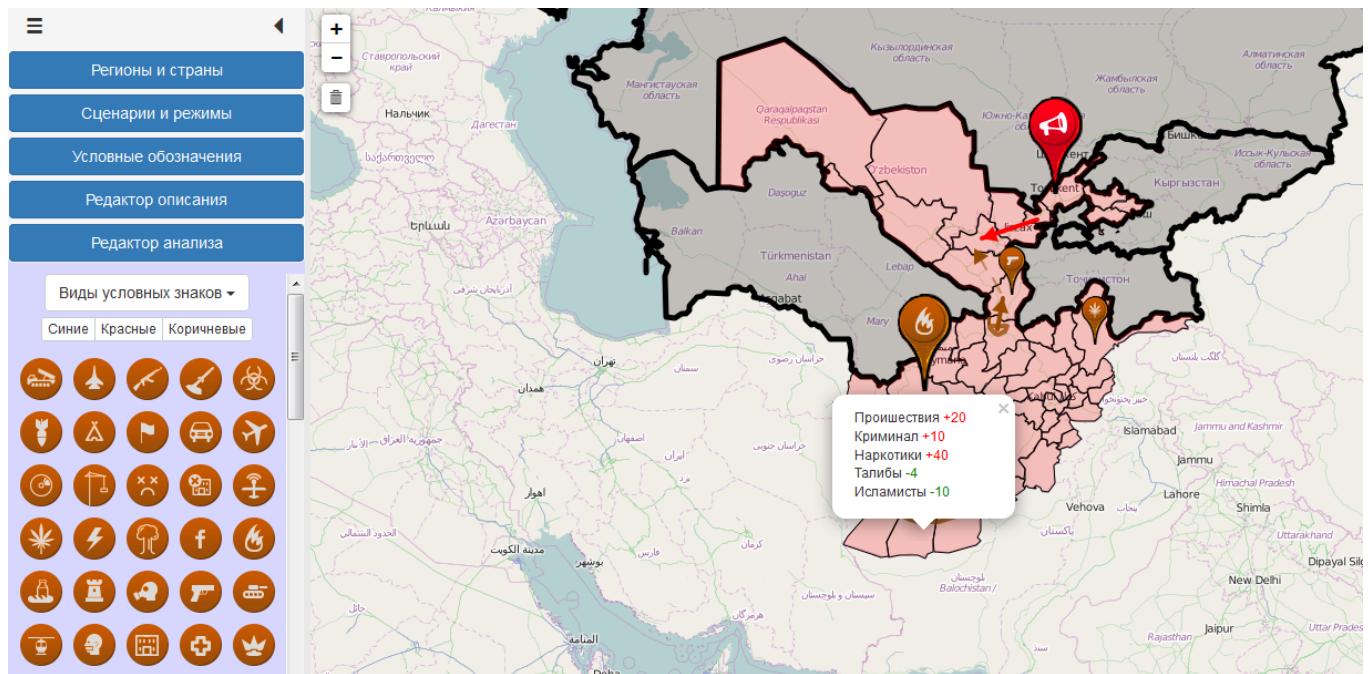


Рисунок 11 – Пример сценария.

Сценарий по замыслу представляет собой набор элементов карты.

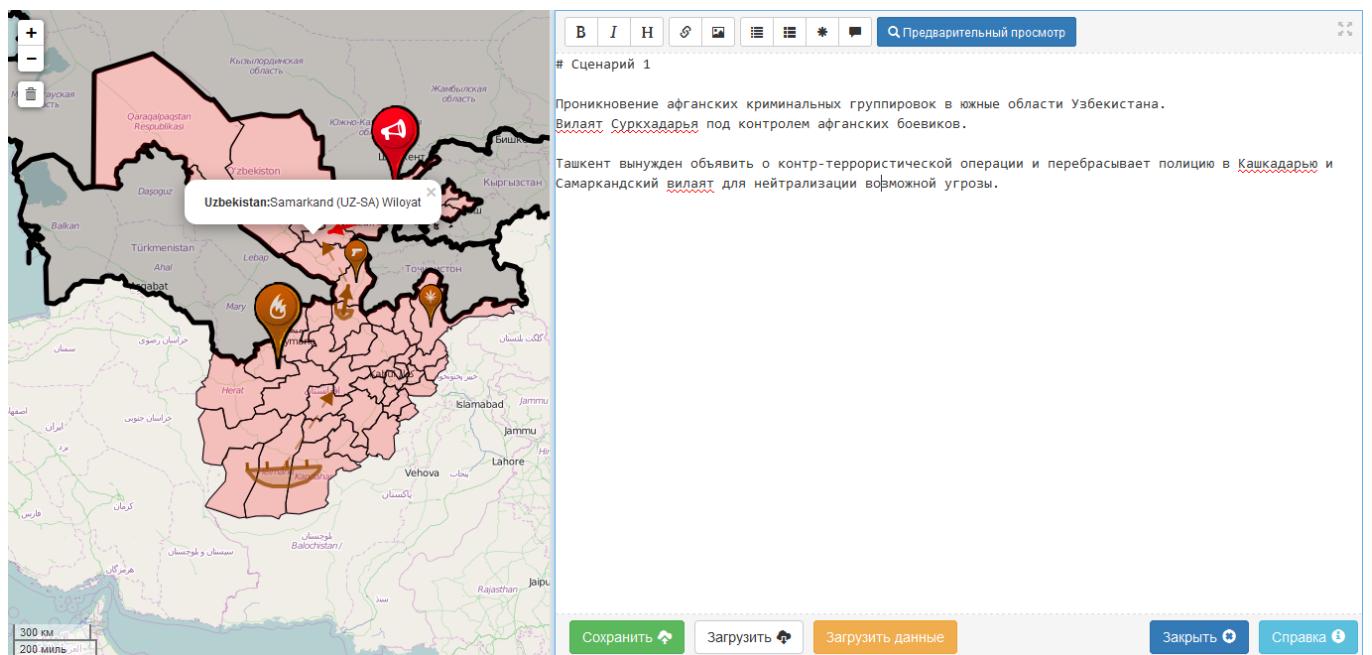


Рисунок 12 – Редактор аналитической записи.

Аналитическая записка является сопровождением к сценарию и составляется в разметке markdown.

### **3 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **3.1 Эволюционный алгоритм**

Теоретическое обоснование генетических алгоритмов приводится в работе Дж. Холланда. Ключевой является теорема схем, доказывающая эффективность генетического алгоритма. Теорема схем показывает происходящее при смене поколений экспоненциальное распространение хорошо приспособленных схем.

Эта теорема, вкупе с решением задачи многорукого бандита показывает, что генетические алгоритмы являются наиболее быстрым методом поиска в пространствах с неизвестными свойствами.

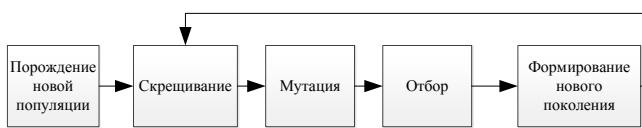
Теорема схем формулируется для представления генома в виде битовых строк фиксированной длины.

Для обоснованности применения данной теоремы к деревьям вычисления достаточно ввести ограничение на максимальную глубину дерева, добавить некоторый виртуальный оператор-заглушку и добавив виртуальные параметры привести все операторы к одной арности. В таком случае все деревья будут иметь одинаковую структуру и количество узлов. Тогда их можно взаимно отобразить в бинарные строки фиксированной длины и структуры. Таким образом, теорема схем применима и в случае деревьев вычислений.

Общее описание основных пунктов эволюционного алгоритма представлено в графической части на листе «Исследование 2»

## Исследовательская часть 2

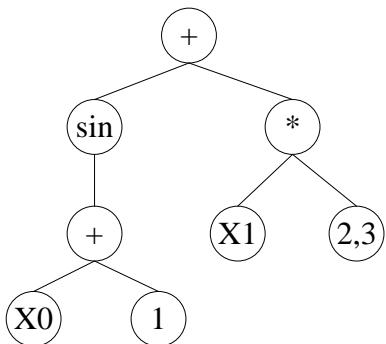
### Общее представление эволюционного алгоритма



### Эволюционирующий объект – дерево вычислений

Дерево строится по следующим правилам:

- В узлах дерева находятся операции.
- Потомками узла являются аргументы для той или иной операции.
- Листами дерева являются константы и переменные.
- Корень дерева считается находящимся на глубине 1.
- Глубина дерева не может превышать задаваемой пользователем глубины.



Пример: дерево, описывающее формулу  
 $F(X_0, X_1) = \sin(X_0 + 1) + X_1 * 2,3$

### Порождение случайного дерева

Новое дерево создаётся вызовом функции `getRandExpr(int depth)`, которая принимает максимальную глубину дерева и возвращает ссылку на корень дерева. Функция создаёт корневой узел и исходя из его типа, рекурсивно создаёт нужное количество узлов-потомков.

### Стратегия скрещивания

Одноточечное скрещивание в виде обмена поддеревьями.  
Так же необходимо следить чтобы при скрещивании дерева-потомки не превзошли максимально допустимую глубину деревьев, так как это приведёт к утечке памяти и зависанию программы

### Стратегия мутаций

`mutationRate` определяет какой процент популяции подвергнется мутации.  
Мутация не затрагивает «элитных» индивидов.  
Случайным образом выбирается узел дерева. Вероятность выбора для всех узлов одинаковая.  
Выбранный узел заменяется на новое, случайно сгенерированное дерево.

### Стратегия отбора

Функцией приспособленности обратно пропорциональна квадрату среднеквадратичной ошибки индивида на обучающей выборке.  
Вероятность оставить потомство пропорциональна приспособленности индивида

### Стратегия отбора

При условии что выбранный узел первого родителя имеет глубину  $d$  и высоту  $h$ , «хорошие» узлы второго родителя должны удовлетворять условию:  
 $(depth \leq MAX\_DEPTH - h) \wedge (height \leq MAX\_DEPTH - d)$ ,  
где  $depth$  и  $height$  – глубина и высота узла второго родителя соответственно и  $MAX\_DEPTH$  – максимальная допустимая глубина дерева.

### Сравнение стратегий

Стратегия \ Критерий	Пропорциональный	«Состязание»
Вычислительная сложность	2	1
Память	1.5	1.5
Скорость схождения	1.5	3
$\Sigma$	6.5	7

### Выбор стратегии скрещивания

Утвердил \_\_\_\_\_ (Гапанюк Ю.Е.) Выполнил \_\_\_\_\_ (Оганян Л.П.)

### 3.1.1 Алгоритм скрещивания

В разрабатываемом модуле эволюционирующей структурой является дерево вычислений. Это влечёт за собой отличия от классического генетического алгоритма, применяемого к битовым строкам или массивам.

Хотя формулу можно представить в виде строки, скрещивание напрямую двух строк одноточечным или многоточечным скрещиванием является крайне неэффективным методом, так как при этом нарушается вложенность скобок, разрываются операция и её аргументы и подавляющее большинство формул-потомков являются некорректными и невычислимыми.

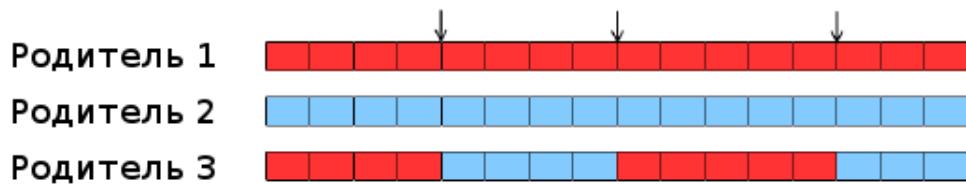


Рисунок 13 – Иллюстрация многоточечного скрещивания массива..

По этой причине была выбрана схема скрещивания поддеревьями. Формула представляется в виде дерева вычислений. Для скрещивания в каждом дереве выбирается узел. Каждый выбранный узел – корень некоторого поддерева. Скрещивающиеся деревья обмениваются соответствующими поддеревьями, образуя пару потомков.

Пример: скрещивание деревьев, описывающих формулы

$$\sin(X0^2) + X1 * 2.3$$

$$\sqrt{X0 / 3.14} * (X1 + X0^2)$$

с корнями поддеревьев в  $+$ ,  $\wedge$  (возвведение в степень) соответственно, даёт:

$$\sin(X0 + 1) + X1 * 2.3$$

$$\sqrt{X0 / 3.14} * (X1 + X0 + 1)$$

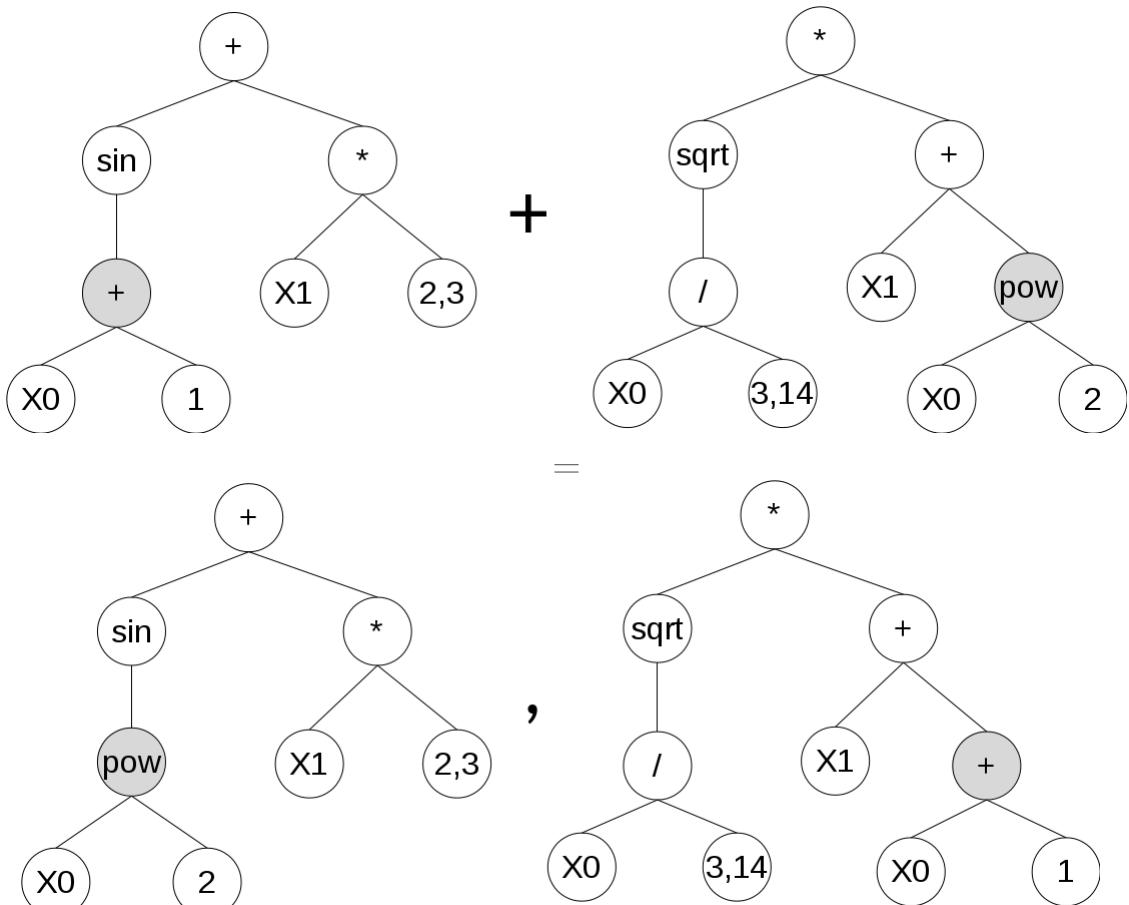
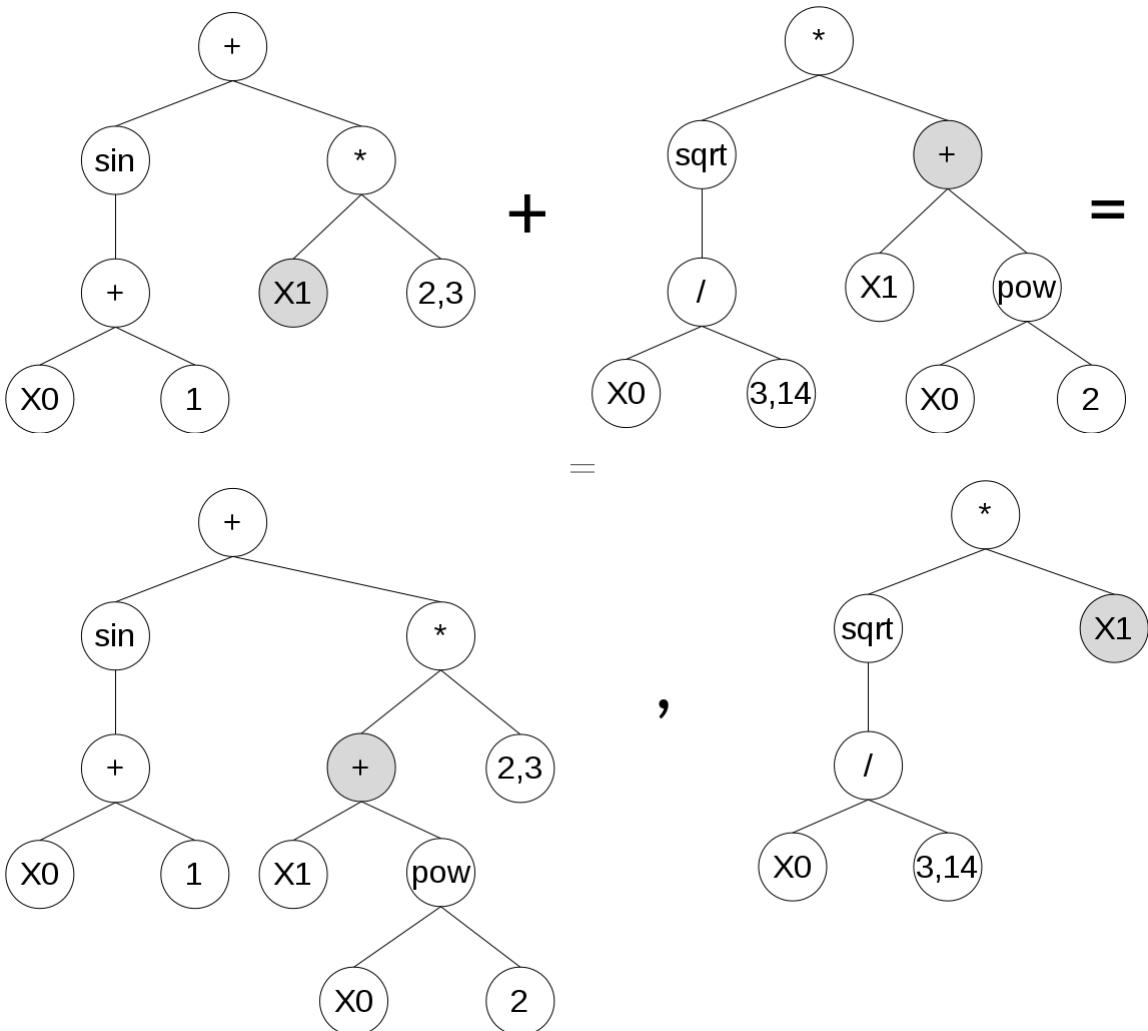


Рисунок 14 – Пример скрещивания деревьев

У такого метода скрещивания есть одна особенность. Если у первого родителя можно выбирать абсолютно любой узел, то для второго родителя такой подход может вести к превышению максимально допустимой глубины. Проиллюстрируем примером:

Возьмём деревья из предыдущего примера и установим максимально допустимую глубину дерева = 4. Оба родителя выполняют это условие.

Будем выбирать случайные узлы у обоих родителей. Может сложиться такая ситуация:



Как мы видим, несмотря на то что после скрещивания получились корректные с математической точки зрения формулы, первое дерево превысило максимально допустимую глубину.

Происходит это из за серьёзного отличия от скрещивания массивов. В случае массивов оба родителя имеют одинаковую структуру и длину. Поэтому точка, выбранная на одном массиве, имеется и на другом, и, обменяв эти точки, мы получаем заведомо подходящих по структуре и длине потомков.

Деревья-родители же имеют различную структуру и размеры. Поэтому такой подход в принципе не возможен.

Чтобы избежать разрастания в глубину, для второго дерева выбор узлов для обмена должен осуществляться только среди таких узлов, при выборе которых не нарушится ограничение по глубине – «хороших» узлов.

### 3.1.2 Поиск «хороших» узлов

Для рассуждений в данном случае дерева удобнее представлять как линейные структуры. Общее правило от этого не изменится.

Точки 2 и 4 обозначают глубину первого и второго дерева соответственно.

Точки 1 и 3 обозначают выбранные для скрещивания

$d_1, d_2$  – глубина точек 1 и 3.

$h_1, h_2$  – высота точек 1 и 3.

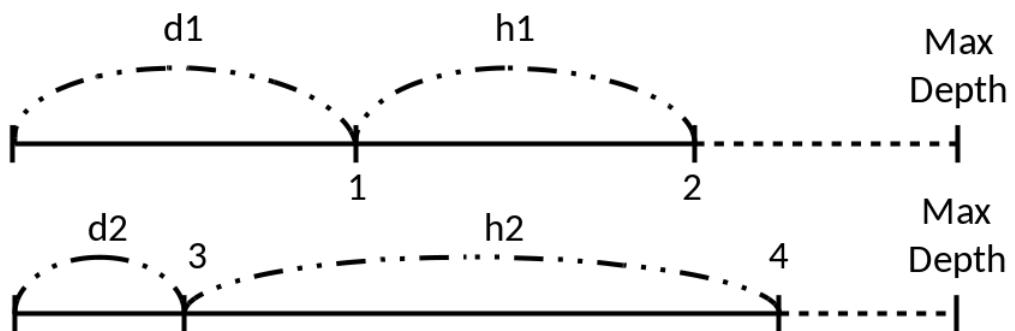


Рисунок 15 – Массивы до скрещивания

Условие, что глубины деревьев-родителей меньше максимальной:

$$\begin{cases} d_1 + h_1 \leq \text{Max}_{\text{depth}} \\ d_2 + h_2 \leq \text{Max}_{\text{depth}} \end{cases} \quad (5)$$

После скрещивания получим новые деревья.

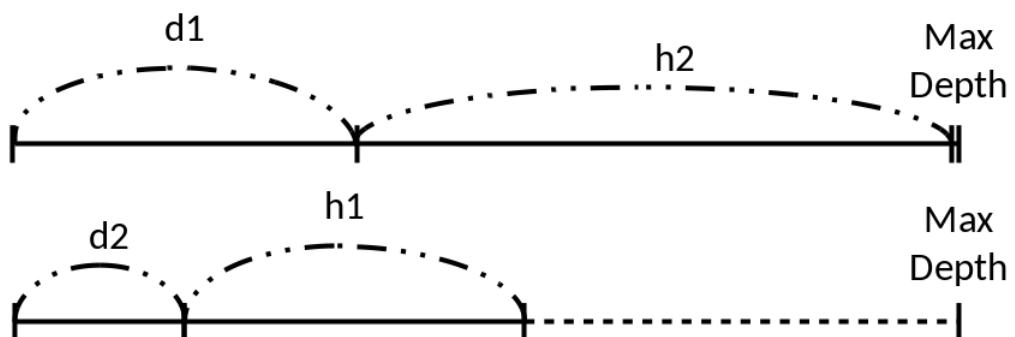


Рисунок 16 – Массивы после скрещивания

Запишем условие по глубине:

$$\begin{cases} d_2 + h_1 \leq \text{Max}_{\text{depth}} \\ d_1 + h_2 \leq \text{Max}_{\text{depth}} \end{cases} \quad (6)$$

Отсюда получим условие для подходящих узлов:

$$\begin{cases} d2 \leq Max_{depth} - h1 \\ h2 \leq Max_{depth} - d1 \end{cases} \quad (7)$$

Все узлы, удовлетворяющие условию 8, являются «хорошими». Выбор узла среди них осуществляется случайным образом.

### 3.1.3 Алгоритм мутации

Мутация – одна из ключевых операций эволюционного алгоритма.

В подсистеме применяется следующий алгоритм мутации:

- a) Случайным образом выбирается узел дерева. Вероятность выбора для всех узлов дерева одинакова.
- b) Выбранный узел, вместе с его поддеревом, заменяется на новое поддерево, генерируемое по общим правилам, с учётом условия на максимальную глубину.

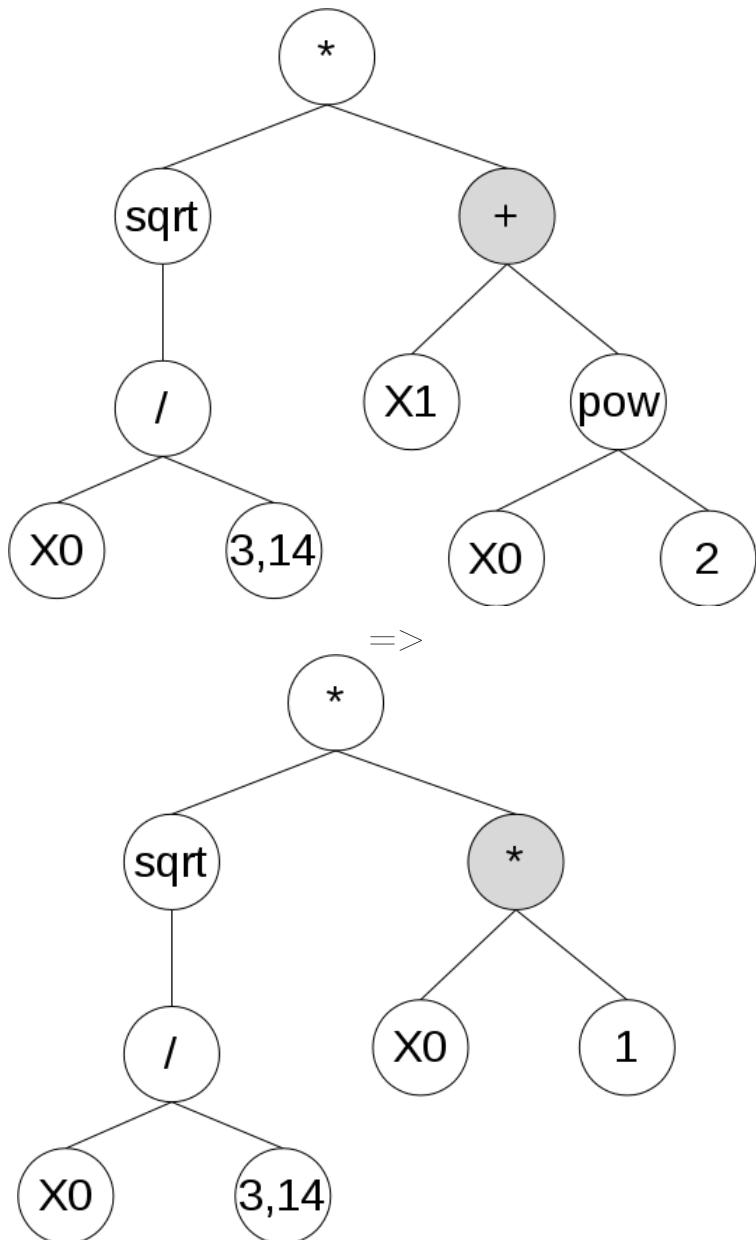


Рисунок 17 – Пример мутации

Для осуществления этого, необходимо реализовать равномерное распределение вероятностей для узлов графа. Что является интересной задачей, учитывая, что алгоритм выбора узлов должен быть рекурсивным и что дерево – структура данных без случайного доступа.

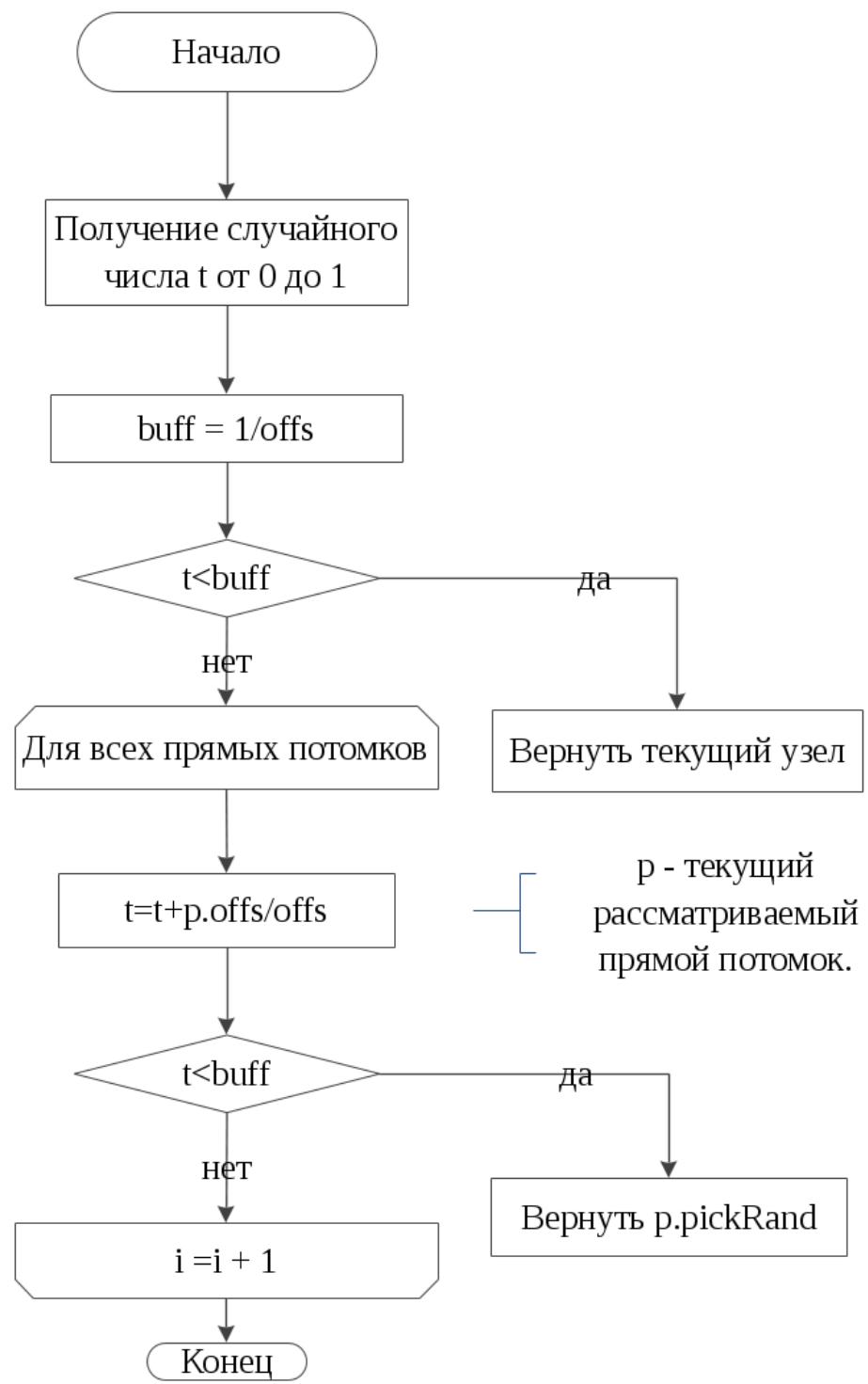
### 3.1.4 Равномерное распределение на узлах дерева

Выбор с одинаковой вероятностью среди узлов дерева реализовывается таким образом:

В каждом узле хранится числовая характеристика  $offs$ , которая равна количеству всех потомков узла + 1 (сам узел). Количество потомков расчитывается рекурсивно:

$$offs(ind) = \begin{cases} 1, & \text{для листьев дерева} \\ 1 + \sum_i(offs(child_i)), & \text{для прочих вершин} \end{cases} \quad (8)$$

Выбор осуществляется с корневого узла дерева. Алгоритм выбора приведён далее.



Проверим алгоритм:

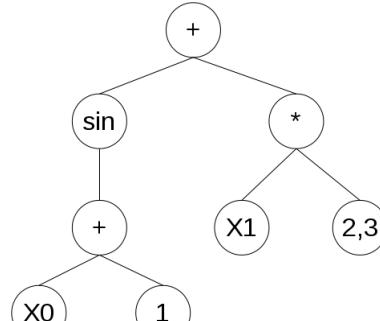


Рисунок 18 – Дерево

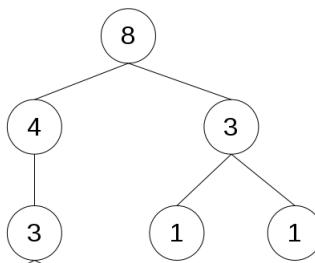


Рисунок 19 – Дерево offs

Для дерева 18 вероятность выбрать любой узел должна равняться  $\frac{1}{8}$ .

Таблица 39 – Вероятность выбора узла

Узел	Вероятность
Корень	$\frac{1}{8}$
sin	$\frac{4}{8} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$
+	$\frac{4}{8} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{8}$
X0	$\frac{4}{8} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$
1	$\frac{4}{8} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$
*	$\frac{3}{8} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{8}$
X1	$\frac{3}{8} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$
2.3	$\frac{3}{8} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$

Как видим, для всех узлов вероятность выбора  $= \frac{1}{8}$ .

Так же вполне очевидно, что это правило работает и в общем случае.

### 3.1.5 Выбор стратегии скрещивания

Скрещивание двух деревьев описано в пункте 3.1.1. Встаёт вопрос выбора конкретных родителей из множества всех индивидов.

Возможны различные способы выбора, основанные на идее, что индивид с большим значением приспособленности, должен иметь больший шанс дать потомство.

Некоторые из способов:

- Пропорциональный
- Состязание

Опишем каждый из них в отдельности.

**3.1.5.1 Пропорциональный** Для каждого индивида рассчитывается вероятность оставить потомство.

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^N (f_j)} \quad (9)$$

где  $f_i$  – приспособленность  $i$ -го индивида,

$N$  – количество индивидов

Выполняется условие:

$$\sum_{i=1}^N (p_i) = 1 \quad (10)$$

Выбираются 2 родителя согласно описанному распределению вероятностей и дают 2 потомка, которые добавляются в новое поколение.

Эти действия повторяются, пока новое поколение не будет заполнено.

**3.1.5.2 Состязание** Моделируется такое явление живой природы, как бой за право спаривания.

Выбираются два случайных индивида, и проводится «состязание». Индивид с наибольшим значением фитнеса считается победителем.

Выбирается вторая пара и определяется второй победитель.

Победители образуют пару и дают потомство.

### 3.1.5.3 Выбор стратегии Критерии:

- Вычислительная сложность
- Затраты памяти
- Скорость схождения

Сравнение проведём по методу Борда

Таблица 40 – Сравнение стратегий

Критерий	Пропорциональный	Состязание
Вычислительная сложность	2	1
Затраты памяти	1.5	1.5
Скорость схождения	1.5	3
Итоговый ранг	5	5.5

Согласно сравнению следует предпочесть пропорциональную стратегию.  
Итоговый алгоритм репродукции.

## Алгоритм репродукции



Рисунок 20 – Алгоритм репродукции

### 3.1.6 Выбор критериев качества

Критерием качества для найденного решения будет служить среднеквадратичная ошибка:

$$MSE = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N (ind_f(x_1^i \dots x_m^i) - y^i)^2} \quad (11)$$

где  $ind_f(x_1^i \dots x_m^i)$  – значение функции индивида в точке  $(x_1^i \dots x_m^i)$ ,

$y$  – значение из обучающей выборки в точке  $i$

$N$  – количество точек в обучающей выборке

$m$  – размерность пространства поиска

Функция приспособленности в таком случае будет рассчитываться как

$$f = \frac{1}{MSE} \quad (12)$$

## 3.2 Выбор методики прогнозирования

Необходимо выбрать методику прогнозирования для использования в подсистеме.

Варианты:

- Эволюционный алгоритм
- Полиноминальная регрессия
- Скользящее среднее
- Комбинированный метод

Под прогнозом комбинированного метода понимается прогноз, полученный методом средневзвешенной суммы прогнозов первых трёх методик.

Критерии выбора:

- Быстродействие
- Точность
- Стабильность
- Настраиваемость

Оценка по критериям производится путём присуждения баллов в соответствии со шкалой, представленной в таблице 2.

Критериям соответствуют веса:

Таблица 41 – Критерии качества и их весовые коэффициенты

Критерий	$\alpha$
Быстродействие	0.2
Точность	0.4
Стабильность	0.2
Настраиваемость	0.2

Произведём качественную оценку вариантов

Таблица 42 – Качественная оценка

Критерий	Эволюционный алгоритм	Полиномиальная регрессия	Скользящее среднее	Комбинированный метод
Быстродействие	Удовлетворительно	Хорошо	Хорошо	Плохо
Точность	Хорошо	Удовлетворительно	Удовлетворительно	Отлично
Стабильность	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	Хорошо
Настраиваемость	Хорошо	Плохо	Плохо	Отлично

Переведём в количественную

Таблица 43 – Количественная оценка

Критерий	Эволюционный алгоритм	Полиномиальная регрессия	Скользящее среднее	Комбинированный метод
Быстродействие	3	4	4	1
Точность	4	3	3	5
Стабильность	3	4	5	4
Настраиваемость	4	1	1	5
Итого	14	12	13	15

Произведём оценку с учётом весовых коэффициентов

Таблица 44 – Оценка с учётом веса

Критерий	$\alpha$	Эволюционный алгоритм	Полиномиальная регрессия	Скользящее среднее	Комбинированный метод
Быстродействие	0.2	3	4	4	1
Точность	0.4	4	3	3	5
Стабильность	0.2	3	4	5	4
Настраиваемость	0.2	4	1	1	5
Итого	1	3.6	3	3.2	4

Согласно сравнению следует предпочесть комбинированную методику.

# 4 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 4.1 Определение этапов и содержания работ

Планирование длительности этапов и содержания работ осуществляется в соответствии с ГОСТ 19.102-77. На стадии разработки технического задания были определены стадии и этапы работ указанные в таблице 45.

Таблица 45 – Стадии разработки и этапы работ

Стадия разработки	Этап работ	Содержание работ
1. Техническое задание	Разработка и утверждение технического задания	Определение требований к ПО. Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на неё.
2. Технический проект	Научно – исследовательские работы Разработка технического проекта Утверждение технического проекта	Выбор и обоснование технологий для реализации. Разработка структуры программы. Разработка расчетно – пояснительной записки. Согласование и утверждение технического проекта.
3. Рабочий проект	Разработка программы	Программирование и отладка программы

## 4.2 Расчет трудоемкости проекта

Определим вероятные трудозатраты на выполнение данного проекта. Определим их с помощью экспертных оценок. Результат экспертных оценок представлен в таблице 46.

Таблица 46 – Результат экспертных оценок

Эксперт	Количество часов
1	209
2	143
3	125
4	167

Тогда ожидаемая продолжительность определяется по формуле 13.

$$t_{\text{ож}} = \frac{3T_{\min} + 2T_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 125 + 2 \cdot 209}{5} = 159 \text{ часов} \quad (13)$$

Затраты труда на проект выражаются формулой 14.

$$Q_p = t_1 + t_2 + t_3 = t_{\text{ож}} \quad (14)$$

где  $t_1$  – время на проектирование системы;

$t_2$  – время на написание программы;

$t_3$  – время на проведение тестирования, исправлений и написание документации (определяется формулой 16).

Коэффициент затрат на проектирование определим равным  $n_1 = 0.20$ .

Тогда затраты на проектирование выражаются формулой 15.

$$t_1 = n_1 \cdot t_2 = 0.20 \cdot t_2 \quad (15)$$

А затраты на проектирование выражаются формулой 16.

$$t_3 = n_i \cdot t_2 = (n_{\text{т}} + n_{\text{и}} + n_{\text{д}}) \cdot t_2 = (0.15 + 0.15 + 0.15) \cdot t_2 = 0.45 \cdot t_2 \quad (16)$$

где  $n_i$  – интегральные коэффициент затрат на тестирование, исправление и написание документации;

$n_t$  – коэффициент затрат на тестирование программы;  
 $n_i$  – коэффициент затрат на исправление программы;  
 $n_d$  – коэффициент затрат на документирование программы.

Используя формулы 15 и 16:

$$Q_p = t_1 + t_2 + t_3 = (0.20 + 1 + 0.45) \cdot t_2 = 1.65 \cdot t_2 \quad (17)$$

Отсюда находим затраты труда на программирование:

$$t_2 = \frac{Q_p}{1.65} = \frac{159}{1.65} = 96 \text{ часов} \quad (18)$$

Далее можно расчитать все затраты труда:

$$t_1 = n_t \cdot t_2 = 0.20 \cdot t_2 = 0.20 \cdot 96 = 19 \text{ часов} \quad (19)$$

Время тестирования расчитывается по следующей формуле:

$$t_t = n_t \cdot t_2 = 0.15 \cdot t_2 = 0.15 \cdot 96 = 14 \text{ часов} \quad (20)$$

Время исправления ошибок расчитывается по следующей формуле:

$$t_i = n_i \cdot t_2 = 0.15 \cdot t_2 = 0.15 \cdot 96 = 14 \text{ часов} \quad (21)$$

Время написания документации расчитывается по следующей формуле:

$$t_d = n_d \cdot t_2 = 0.15 \cdot t_2 = 0.15 \cdot 96 = 14 \text{ часов} \quad (22)$$

Суммарное время на тестирование, исправление ошибок и написание документации расчитывается по следующей формуле:

$$t_3 = t_t + t_i + t_d = (14 + 14 + 14) \cdot 96 = 42 \text{ часов} \quad (23)$$

Запишем итоговую оценку труда на выполнение проекта в часах и человеко-дней (примем 8 часов в одном рабочем дне):

$$Q_p = 159 \text{ часов} = 20 \text{ человеко-дней} \quad (24)$$

### 4.3 Определение численности исполнителей

Рассчитаем численность исполнителей, для этого воспользуемся формулой 25:

$$N = \frac{Q_p}{F} \quad (25)$$

где  $N$  – численность исполнителей;

$Q_p$  – затраты труда на выполнение проекта;

$F$  – фонд рабочего времени, который определяется по формуле 26.

$$F = T \cdot F_M = T \cdot \frac{t_p \cdot (D_K - D_B - D_{\Pi})}{12} \quad (26)$$

где  $t_p$  – продолжительность рабочего дня;

$T$  – время выполнения проекта в месяцах;

$F_M$  – фонд рабочего времени в текущем месяце;

$D_K$  – общее число дней в году;

$D_B$  – число выходных дней в году;

$D_{\Pi}$  – число праздничных дней в году;

В 2016 году общее число дней в году  $D_K = 366$ , число выходных и праздничных дней в году  $D_B + D_{\Pi} = 119$ . Соответственно, фонд рабочего времени в текущем месяце равен:

$$F_M = \frac{t_p \cdot (D_K - D_B - D_{\Pi})}{12} = \frac{8 \cdot (366 - 119)}{12} = 165 \text{ часов} \quad (27)$$

Фонд рабочего времени на проект равен:

$$F = T \cdot F_M = 1 \cdot 165 = 165 \text{ часов} \quad (28)$$

Затраты труда на выполнения проекта были рассчитаны в предыдущем разделе, их величина равна  $Q_p = 159$  часов. В соответствии с этим данными и формулой 25 получаем среднее количество исполнителей:

$$N_{avg} = \frac{Q_p}{F} = \frac{159}{165} = 0.96 \text{ исполнителей} \quad (29)$$

Округлённое количество исполнителей:

$$N = [N_{avg}] = 1 \text{ исполнителей} \quad (30)$$

## 4.4 Анализ структуры затрат проекта

Затраты на выполнение проекта состоят из затрат на заработную плату исполнителям, затрат на закупку или аренду оборудования, затрат на организацию рабочих мест, и затрат на накладные расходы. Вычислить затраты на выполнение проекта можно по формуле 42.

$$K = C_{\text{ЗАРП}} + C_{\text{ОБ}} + C_{\text{ОРГ}} + C_{\text{НАКЛ}} \quad (31)$$

где  $K$  – затраты на выполнение проекта;

$C_{\text{ЗАРП}}$  – заработка плата исполнителей;

$C_{\text{ОБ}}$  – затраты на обеспечение необходимым оборудованием;

$C_{\text{ОРГ}}$  – затраты на организацию рабочих мест;

$C_{\text{НАКЛ}}$  – накладные расходы.

### 4.4.1 Затраты на выплату заработной платы

Затраты на выплату исполнителям определяется соотношением 32.

$$C_{\text{ЗАРП}} = C_{\text{З.ОСН}} + C_{\text{З.ДОП}} + C_{\text{З.ОТЧ}} \quad (32)$$

где  $C_{\text{ЗАРП}}$  – заработка плата исполнителей;

$C_{\text{З.ОСН}}$  – основная заработка плата;

$C_{\text{З.ДОП}}$  – дополнительная заработка плата;

$C_{\text{З.ОТЧ}}$  – отчисление с заработной платы.

$$C_{\text{З.ОСН}} = T_{\text{ЗАН}} \cdot O_{\text{ДН}} \quad (33)$$

где  $C_{\text{З.ОСН}}$  – основная заработка плата;

$T_{\text{ЗАН}}$  – число дней, отработанных исполнителем проекта;

$O_{\text{ДН}}$  – дневной оклад исполнителя, который рассчитывается по формуле 34.

$$O_{\text{ДН}} = \frac{O_{\text{МЕС}} \cdot t_p}{F_M} \quad (34)$$

где  $O_{\text{ДН}}$  – дневной оклад исполнителя;

$O_{\text{МЕС}}$  – месячный оклад исполнителя;

$t_p$  – продолжительность рабочего дня в часах;

$F_M$  – месячный фонд рабочего времени.

Согласно контракту с МГТУ им. Н.Э. Баумана оклад инженера-программиста требуемой квалификации составляет 6661 руб/месяц или 320 руб/день или 40 руб/час.

Результаты расчета затрат на заработную плату исполнителей приведены в таблице 47.

Таблица 47 – Расчет зарплат

Должность	Дневной оклад, руб	Трудозатра- ты, дн	Затраты на заработную плату, руб
Инженер-программист	320	20	6400

В итоге получим общие затраты проекта на основную заработную плату исполнителей:  $C_{\text{з.осн}} = 6400$  руб. Расходы на дополнительную заработную плату составляет 20.00%. Соответственно:

$$C_{\text{з.доп}} = 0.20 \cdot 6400 = 1280 \text{ руб} \quad (35)$$

В 2016 году суммарные отчисления в пенсионный фонд, фонд социального страхования и фонды обязательного медицинского страхования составляют 30.00% от размеров заработной платы. Следовательно:

$$C_{\text{з.отч}} = 0.30 \cdot 6400 = 1920 \text{ руб} \quad (36)$$

В итоге получаем, что общие расходы, связанные с заработной платой составляют:

$$C_{\text{зарп}} = C_{\text{з.осн}} + C_{\text{з.доп}} + C_{\text{з.отч}} = 6400 + 1280 + 1920 = 9600 \text{ руб} \quad (37)$$

## 4.5 Затраты на обеспечение необходимым оборудованием

С целью рационализации затрат выберем использование имеющихся орудий труда. Срок амортизации ПЭВМ (класс 2) – от двух до трех лет. Примем срок амортизации 25 месяцев. Затраты на обеспечение необходимым оборудованием приведены в таблице 48.

Таблица 48 – Затраты на оборудование

№	Наименование	Ед. из-мер.	Кол-во	Цена за ед.	Срок использования	Сумма всего, руб.
1	ПЭВМ на базе Intel Core i7	шт	1	45000	1 месяцев	1800

Суммарные затраты на обеспечение оборудованием составляют:

$$C_{OB} = 1800 \text{ руб} \quad (38)$$

## 4.6 Затраты на организацию рабочих мест

В соответствии с санитарными нормами расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2 м., а между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.. Площадь на одно рабочее место с терминалом или ПК должна составлять не менее 6 кв.м., а объем - не менее 20 куб.м. Расположение рабочих мест в подвальных помещениях не допускается. Помещения должны быть оборудованы системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Стоимость годовой аренды помещений в районе ст. м. Бауманская по данным сайта [1] колеблется около 10000-20000 руб\*год/кв.м. Однако на сегодняшний день имеется альтернатива дорогому офису – коворкинг центры. Данные центры предоставляют рабочие помещения вместе с мебелью, доступом в Интернет и базовым питанием. Среди коворкинг центров был выбран «Циферблат» [2]. Цена за квадратный метр в год составляет 1714 руб. Площадь комнаты равна 35 кв. м. Затраты на аренду помещения на этапе разработки вычисляются по формуле 39.

$$C_{\text{ОРГ}} = \frac{C_{\text{КВМ}}}{12} \cdot S \cdot T_{AP} = \frac{1714}{12} \cdot 35 \cdot 1 = 4999 \text{ руб} \quad (39)$$

где  $C_{\text{ОРГ}}$  – затраты на аренду помещения на этапе разработки;

$C_{\text{КВМ}}$  – стоимость аренды одного квадратного метра за год;

$S$  – арендуемая площадь;

$T_{AP}$  – срок аренды в месяцах.

В результате получаем затраты на аренду коворкинга площадью 35 кв. м. на Тверской улице составит  $C_{\text{ОРГ}} = 4999$  руб.

## 4.7 Затраты на накладные расходы

Накладные расходы непосредственно связаны с организационно-техническим обслуживанием помещений: электроснабжением, работой административного персонала и включают в себя командировочные расходы и т.д. Накладные расходы вычисляют в расчете 20%-100% от расходов на основную заработную плату. В данном проекте они планируются в размере 20.00% и составят  $C_{\text{НАКЛ}} = 1280$  руб.

Таким образом, суммарные затраты на разработку программы вычисляются по формуле 40.

$$K = C_{\text{ЗАРП}} + C_{\text{ОБ}} + C_{\text{ОРГ}} + C_{\text{НАКЛ}} = 9600 + 1800 + 4999 + 1280 = 17679 \text{ руб} \quad (40)$$

Структура затрат на разработку проиллюстрирована на рисунке 21.

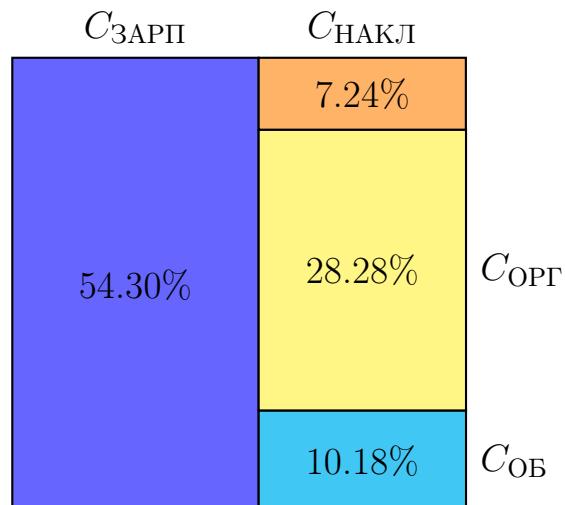


Рисунок 21 – Структура затрат

## **4.8 Плановые отчисления**

Плановые отчисления отсутствуют.

$$C_{\text{ПО}} = 0 \text{ руб.} \quad (41)$$

## **4.9 Стоимость программного продукта**

Стоимость программного продукта определяется суммированием величин сметы затрат и плановыми отчислениями:

$$C_{\text{ПП}} = K + C_{\text{ПО}} = 17679 + 0 = 17679 \text{ руб.} \quad (42)$$

## **4.10 Определение затрат на внедрение системы**

Затраты на внедрение системы включают только стоимость разработки в размере 17679 руб.

## **4.11 Расчет срока окупаемости**

Проект является некоммерческим. Заказчик согласен со сметой.

## **4.12 Выводы**

Сводные данные по затратам на систему приведены в таблице 49.

Таблица 49 – Затраты на разработку и эксплуатацию АИС

**Затраты на разработку, руб**

Затраты на выплату заработной платы	9600
Затраты на обеспечение необходимым оборудованием	1800
Затраты на организацию рабочих мест	4999
Затраты на накладные расходы	1280
Общая сумма затрат на разработку проекта	17679

**Затраты на внедрение, руб**

Смета затрат на оборудование, программное обеспечение	0
Стоимость разработки	17679
Общая сумма затрат на внедрение проекта	17679

Затраты труда на выполнение проекта 20 человеко-дней или 159 человеко-часов. Потребуется 1 исполнителей. Денежные затраты на разработку ПО составляют 17679 рублей. Основной статьей расхода являются расходы на заработную плату. Стоимость продукта оценивается в 17679 рублей.

# **5 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ**

В процессе проектирования подсистемы планирования тренировок автоматизированной спортивной системы актуальным вопросом является охрана труда и охрана окружающей среды. Объектом данного раздела диплома является оператор персонального компьютера (ПК) и его рабочее место. Оператор ПК проводит порядка 8 часов в день за персональным компьютером. Помещение, где он находится, имеет площадь 35 м<sup>2</sup>. Работа оператора ПК связана с тяжелым умственным трудом в области обработки данных и мат. статистики, а также с созданием и обработкой различной документации.

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

Двадцать первый век – это век развития высоких технологий. Примерами могут быть мобильные телефоны, карманные компьютеры, спутниковые GPS-навигаторы, Интернет и спутниковая связь. При таком стремительном развитии технологий особо остро встает вопрос негативного влияния техники на здоровье человека.

С компьютером работает каждый третий человек в мире, а для многих он стал неотъемлемой частью жизни: например, компьютер – это инструмент в работе, центр развлечений, источник информации и помощник в развитии. Компьютер берет на себя большую часть рутинной работы, что позволяет человеку заняться более важными делами. Однако существует и отрицательное влияние компьютерной техники на жизнь человека – вместе с неоспоримой пользой, компьютер негативно сказывается на здоровье использующих его людей.

Отказаться от выгоды, которую привносят в нашу жизнь высокие технологии, для современного активного человека уже практически невозможно. Поэтому следует выяснить, какое воздействие оказывает компьютер на человека, и как сделать так, чтобы вредное воздействие компьютеров было минимальным.

При работе с персональным компьютером, как правило, могут возникнуть

потенциально опасные и вредные факторы, воздействие которых на организм человека может принести ему вред и привести к травме.

Основные факторы с местом их возникновения и нормами изложены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и сведены в таблицу 50, представленную ниже. Далее будут детально рассмотрены каждый из представленных в указанной таблице факторов, а также необходимые меры по обеспечению охраны труда при работе с ПК.

Таблица 50 – Основные вредные и опасные факторы

№	Наименование фактора	Место появления	ПДУ, ПДК	Возможные последствия
1	Повышенное значение напряжения электрической цепи	Рабочее место оператора, помещение	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03	Электротравма
2	Электрическая дуга	Распределительный щит	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03	Ожоги, пожар

Таблица 50 – Основные вредные и опасные факторы

№	Наименование фактора	Место появления	ПДУ, ПДК	Возможные последствия
3	Повышенная напряженность электрического поля и электромагнитного излучения. Повышенный уровень статического электричества	Электроустановки, помещение, рабочее место	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03	Профессиональные заболевания, электротравмы, пожары
4	Микроклимат, повышенная или пониженная температура воздуха, влажность, подвижность воздуха рабочей зоны	Рабочее место, помещение	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03	Перегрев или переохлаждение организма

Таблица 50 – Основные вредные и опасные факторы

№	Наименование фактора	Место появления	ПДУ, ПДК	Возможные последствия
5	Ненормированный аэроионный состав воздуха	Рабочее место, помещение	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4.1294-03	Утомляемость
6	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Помещение, рабочее место	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СНиП 23-05-95*	Утомляемость, дискомфорт, опасность травматизма, ухудшение зрения
7	Повышенный уровень шума, вибрация	Рабочее место	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СН 2.2.4/2.1.8.562-96, СН 2.2.4/2.1.8.566-96	Нервно-психическая перегрузка, заболевания органов слуха
8	Монотонность труда	Рабочее место	СП 2.2.2.1327-03	Нервно-психическая перегрузка
9	Пожарная безопасность	Помещение	СНиП 21-01-97*	Ожоги
10	Электробезопасность	Помещение	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03	Ожоги

## **5.2 Нормирование вредных факторов при работе с компьютером**

Все вышеописанные негативные воздействия, проявляемые при работе с компьютером, необходимо контролировать. Описание необходимых мер будет дано в зависимости от тех влияний, оказываемых компьютером на человека, которые расписаны в предыдущем разделе.

### **5.2.1 Защита от электромагнитного излучения компьютера**

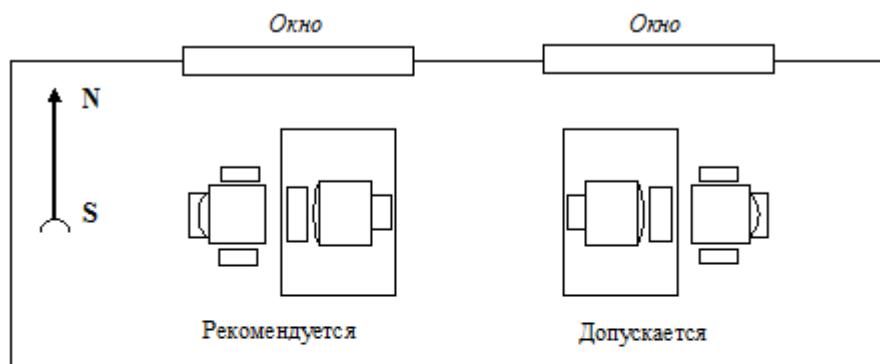
Существует несколько рекомендаций, которые помогут снизить влияние электромагнитного поля компьютера на человека:

- поскольку электромагнитное излучение исходит от всех частей монитора (многие измерения показали, что уровень излучения по бокам и сзади монитора выше, чем спереди), наиболее безопасно установить компьютер в углу комнаты или в таком месте, где те, кто на нем не работает, не оказывались бы сбоку или сзади от машины;
- не оставлять компьютер или монитор надолго включенными. Если компьютер не используется, выключите его. Эта может быть не очень удобно (и может даже оказаться некоторое влияние на срок службы компьютера), но это не слишком большая плата за защиту от потенциальной опасности электромагнитного поля;
- помещение, где эксплуатируются компьютеры и периферия к ним, должно быть удалено от посторонних источников электромагнитных излучений (электроощиты, трансформаторы и т.д.);
- если на окнах помещения имеются металлические решетки, то они должны быть заземлены, т.к. несоблюдение этого правила может привести к резкому локальному повышению уровня полей в какой-либо точке помещения и сбоям в работе компьютера;
- групповые рабочие места желательно размещать на нижних этажах здания, так как вследствие минимального значения сопротивления зазем-

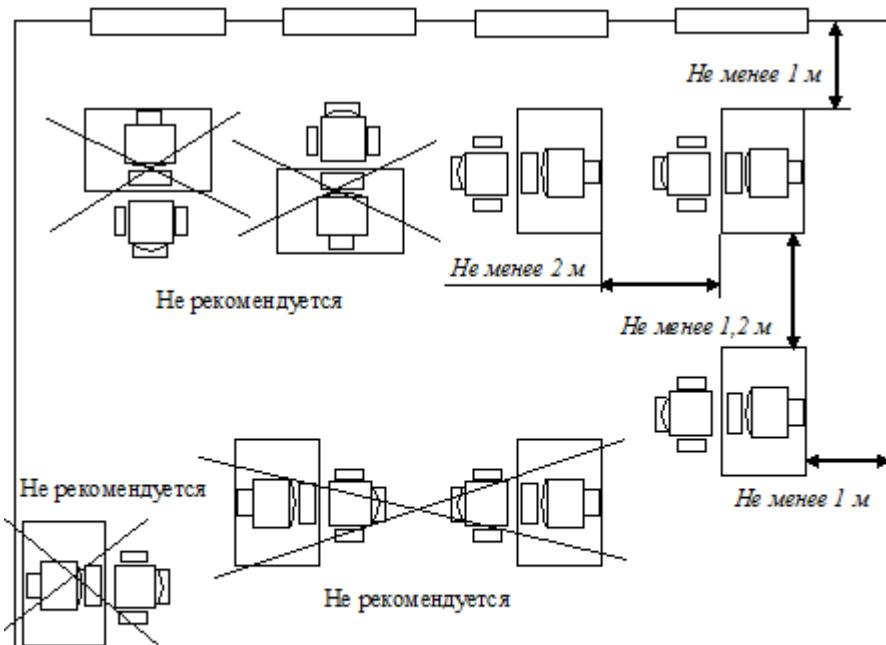
ления именно на нижних этажах здания существенно снижается общий электромагнитный фон.

При размещении рабочих мест необходимо учитывать, что негативное воздействие будет оказывать не только непосредственно тот компьютер, за которым работает оператор, но и другие ПК в помещении. Для исключения такого влияния следует руководствоваться следующими правилами.

Видеодисплейные терминалы должны по возможности размещаться в один ряд на расстоянии более одного метра от стен. Рабочие места операторов ПК должны быть удалены один от другого не менее чем на 2 метра. Ниже приводится рисунок размещения рабочих мест с ПК. На рисунке 22 представлена схема расположения рабочих мест.



*a. Расположение рабочих мест относительно оконных проемов*



*б. Размещение рабочих мест в помещении*

Рисунок 22 – Расположение рабочих мест с ПК

В соответствии с ТСО'5.1, несмотря на множественные исследования, эксперты не могут прийти к единому мнению о наличии и масштабах вреда, причиняемого пользователям электромагнитными полями. Однако многие операторы компьютерных дисплеев жалуются на симптомы, которые трудно отнести на счёт прочих рабочих факторов. Поэтому, до появления новых знаний в данной области, решено ограничивать уровни излучений настолько, насколько это осуществимо. При этом также нельзя обделять вниманием вопросы защиты оборудования от взаимного облучения.

Излучение традиционно делится на ионизирующее и неионизирующее. Первое существует в форме рентгеновского излучения внутри электронно-лучевой трубы, создаваясь при столкновении электрона со стеклом экранной поверхности. Для эффективного поглощения рентгеновского излучения стеклянное покрытие содержит большое количество свинца. Рекомендация ТСО непосредственно не определяет содержание свинца в экране, поскольку данное требование раскрыто в части, посвящённой электрической безопасности.

ЖК-дисплеи формируют изображение методом, принципиально отличающимся от ЭЛТ. Поэтому проблем рентгеновского излучения и статического заряда на поверхности экрана у них просто не существует.

Неионизирующие излучения, применительно к дисплеям, можно разделить на следующие классы:

- электростатические поля (только ЭЛТ);
- переменные электрические поля (5 Гц – 400 кГц);
- переменные магнитные поля (5 Гц – 400 кГц).

Электростатические поля, возникающие на стеклянных поверхностях ЭЛТ-дисплеев, были большой проблемой для пользователей, начиная с 1990-х. Современные экраны изготавливаются из проводящих материалов, позволяя держать поверхность на нулевом потенциале. Несмотря на это, поле может возникнуть между пользователем и дисплеем как следствие зарядки пользователя от синтетических тканей, ковровых покрытий и сухого воздуха. Меры борьбы заключаются в заземлении пользователя, например, через заземлённую клавиатуру.

Переменные электромагнитные поля генерируются ЭЛТ-дисплеем по разным причинам, например, из-за способа перемещения луча по экрану. Трудно сравнить, какой же тип дисплеев – ЭЛТ или ЖК – имеет меньшие показатели облучения. Так, ЖКД традиционно располагают излучающие элементы в менее защищённых местах и гораздо ближе к оператору.

Электробезопасность дисплея охватывает всю электрическую схему дисплея, включая изоляцию и другие монтажные элементы, охраняющие от несчастных случаев при контакте с компонентами под напряжением, а также от возгораний и взрывов при подаче повышенного напряжения. Требования распространяются на все типы дисплеев: на электронно-лучевых трубках, ЖКД со встроенным или внешним блоком питания. Дисплей должен соответствовать EN 60950 (IEC 60950) «Safety of information technology equipment including business equipment».

### **5.2.2 Защита нервной системы**

Следующие несложные действия помогут минимизировать психические расстройства различного рода:

- постарайтесь сделать так, что бы при работе компьютер давал как можно меньше сбоев и меньше раздражал вас;
- не ждите долгой загрузки страницы в интернете. Посмотрите в это время другую. Постарайтесь пользоваться качественным доступом;
- как можно чаще прерывайте работу с компьютером, по возможности проводите больше времени на улице, курите не за компьютером, а на балконе или где предусмотрено, но как можно дальше;
- ешьте в специально отведенных для этого местах, чтобы ненароком не пролить кофе на клавиатуру и чтобы хлебные крошки не попадали и не застrevали в ненужных местах.

### **5.2.3 Защита зрения**

Существуют следующие профилактические меры, которые позволяют снизить риск развития глазных болезней вследствие взаимодействия с компьютером:

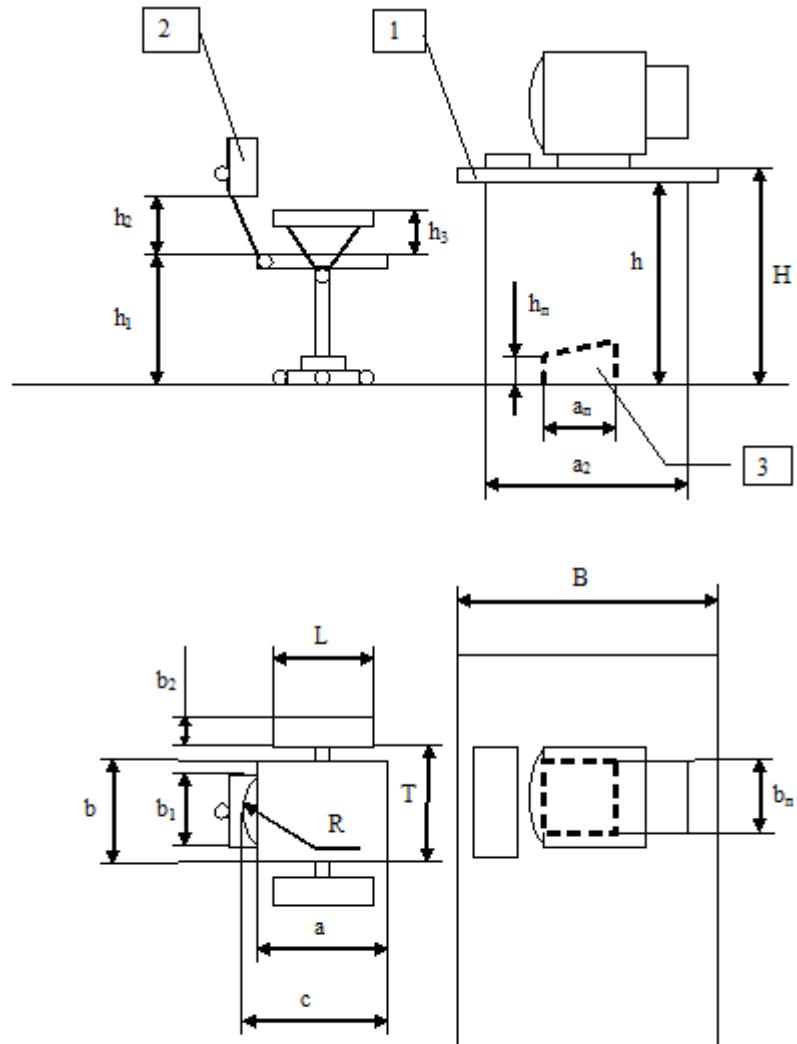
- следует снизить время, проводимое за компьютером. Рекомендуется делать короткий перерыв через каждые 40 минут работы за компьютером;

- полезными будут упражнения для глаз. Это могут быть такие простые упражнения, как, например, слежение за объектами, движущимися в поле зрения, или концентрация зрения на удаленных предметах. Чередование работы за компьютером с другими видами деятельности полезно еще и тем, что последние часто включают в себя зрительные движения, являющиеся хорошими упражнениями для глаз;
- хорошей профилактикой будет прием витаминных комплексов, направленных на укрепление зрения.

#### **5.2.4 Обеспечение удобной рабочей позы**

Несвободная рабочая поза является одним из наиболее вредных факторов работы за компьютером, вызывающим заболевания опорно-двигательного аппарата человека. Чтобы сделать рабочую позу удобной и безопасной элементы рабочего места должны быть эргономичными, т.е. согласованными с физиологическими органами человека.

На основе данных о физиологии человека были разработаны оптимальные параметры элементов рабочего места, которые в настоящее время стандартизированы и включены в санитарно-гигиенические и эргономические нормативные документы. Для того, чтобы обеспечивать свободную и удобную рабочую позу (оптимальные условия труда) элементы рабочего места должны удовлетворять требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. На рисунке 23 и в таблице 51 приведены оптимальные размеры основных элементов рабочего места (рабочий стол и стул).



*Элементы рабочего места:*

1 – рабочий стол; 2- рабочий стул; 3 – подставка для ног.

Рисунок 23 – Схема рабочего места с ПК

Таблица 51 – Эргономические параметры основных элементов рабочего места

Элемент рабочего места	Параметры	Обозначение по рис. 23	Величина, мм	Диапазон регулирования, мм
Рабочий стол	Высота рабочей поверхности	H	725	680-800
	Ширина	B	800, 1000, 1200, 1400	нет
	Пространство для ног			
	– высота	h	600	нет
	– глубина на уровне колен	$a_1$	450	нет
	– глубина на уровне вытянутых ног	$a_2$	650	нет
Рабочий стул (подъемно-поворотный)	Ширина сиденья	b	400	нет
	Глубина сиденья	a	400	нет
	Высота поверхности сиденья	$h_1$	475	400-550
	Угол наклона сиденья			
	– вперед		0	0-150

Таблица 51 – Эргономические параметры основных элементов рабочего места

Элемент рабочего места	Параметры	Обозначение по рис. 23	Величина, мм	Диапазон регулирования, мм
	– назад Высота опорной поверхности спинки Ширина спинки Радиус кривизны спинки в горизонтальной плоскости Угол наклона спинки в вертикальной плоскости Расстояние от переднего края сиденья до спинки	$h_2$ $b_1$ $R$ $0$ $c$	0 300 380 400 0 330	0-150 280-320 нет нет от -300 до +300 260-400
Подлокотники (съемные или стационарные)	Длина Ширина Высота над сиденьем Расстояние между подлокотниками	$L$ $b_2$ $h_3$ $T$	250 50-70 230 425	нет нет 200-260 350-500
Подставка для ног	Ширина Глубина	$b_{\pi}$ $a_{\pi}$	300 400	нет нет

Таблица 51 – Эргономические параметры основных элементов рабочего места

Элемент рабочего места	Параметры	Обозначение по рис. 23	Величина, мм	Диапазон регулирования, мм
	Высота	$h_{\Pi}$	150	200-260
	Наклон опорной поверхности	$\alpha$	0	0-200

Комфортная, удобная рабочая поза подразумевает прямое, вертикальное положение позвоночника с расположением бедер параллельно полу или с небольшим наклоном (3 – 5 см на длину). Это позволяет исключить перекос туловища, наклон вперед, постоянное напряжение в шее и плечах. При правильно подобранных элементах рабочего места расслабленная рука лежит на подлокотнике параллельно полу и составляет с локтем прямой угол. Локоть при этом находится на одной линии с кистью. В этом случае нагрузка приходится не на кисть, а на часть локтя. Запястье при этом опирается на столешницу. Во время кратковременного отдыха необходимо откидываться назад, перенося тяжесть тела на спинку. При этом под ногами должна быть подставка.

## **5.2.5 Вопросы эргономики и их решение для создания комфортных условий труда операторов ПЭВМ**

Подробно рассматриваются вопросы организации помещений, рабочего места, микроклимата и освещения рабочего места – как основные факторы обеспечения производительной работы операторов ПЭВМ.

**5.2.5.1 Организация рабочего помещения операторов ПЭВМ** Рабочее помещение операторов ПЭВМ должно соответствовать требованиям, предъявляемым к нему следующим документом:

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;

Площадь на одно рабочее место операторов ПЭВМ с монитором на базе электроннолучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее  $6\text{ м}^2$ , а в помещениях с монитором на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) –  $4,5\text{ м}^2$ .

При использовании ПЭВМ с монитором на базе ЭЛТ (без вспомогательных устройств – принтер, сканер и др.), отвечающих требованиям международных стандартов безопасности компьютеров, с продолжительностью работы менее 4-х часов в день допускается минимальная площадь  $4,5\text{ м}^2$  на одно рабочее место пользователя.

Для внутренней отделки интерьера помещений операторов ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка –  $0,7 - 0,8$ ; для стен –  $0,5 - 0,6$ ; для пола –  $0,3 - 0,5$ .

Расстояние между рабочими столами операторов ПЭВМ с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками  $1,5 - 2,0$  м.

**5.2.5.2 Организация рабочего места оператора ПЭВМ** Рабочее место оператора ПЭВМ должно соответствовать требованиям, предъявляемым к нему следующим документом:

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;

Операторы ПЭВМ работают за рабочими столами сидя на рабочих стульях или креслах.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы мониторы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.

Высота рабочей поверхности стола для операторов ПЭВМ должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой 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.

Рабочее место оператора 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 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Конструкция рабочего стула или кресла должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 – 550 мм и углом наклона вперед до 15 град., и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки 300 – 20 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах 30 градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 – 400 мм;

- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50 – 70 мм;
- регулировка подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 – 300 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 – 500 мм.

Экран монитора ПЭВМ должен находиться от глаз оператора на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края, обращенного к оператору или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

Для мониторов на ЭЛТ частота обновления изображения должна быть не менее 75 Гц при всех режимах разрешения экрана, гарантируемых нормативной документацией на конкретный тип дисплея и не менее 60 Гц для дисплеев на плоских дискретных экранах (жидкокристаллических, плазменных и т.п.). Визуальные параметры монитора, за которым работают операторы ПЭВМ, должны отвечать требованиям, приведенным в таблице 52.

Таблица 52 – Визуальные параметры мониторов, контролируемые на рабочих местах

Параметры	Допустимые значения
Яркость белого поля	Не менее 35 кд/кв. м
Неравномерность яркости рабочего поля	Не более $\pm 20\%$
Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3:1
Временная нестабильность изображения (мелькания)	Не должна фиксироваться
Пространственная нестабильность изображения (дрожание)	Не более $2 \cdot 10^{-4L}$ , где L – проектное расстояние наблюдения, мм

## **5.2.6 Организация микроклимата в помещении операторов ПЭВМ**

Микроклимат рабочего места оператора ПЭВМ должно соответствовать требованиям, предъявляемым к нему следующими документами:

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
- СанПиН 2.2.4.548-96 – «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

В производственных помещениях, в которых работа ПЭВМ является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений. Поэтому, в помещениях операторов ПЭВМ, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата представленные в таблице 53.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 53, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2С и выходить за пределы величин, указанных в таблице 53 для отдельных категорий работ.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

## **5.2.7 Регулирование уровней аэроионов в воздухе помещений**

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам.

Данные нормативы заданы в СанПиН 2.2.4.1294-03 «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений».

Таблица 53 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С	Температура поверхности, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0.1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0.1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0.2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0.2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0.3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0.1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0.1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0.2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0.2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0.3

Таблица 54 – Нормируемые показатели аэроионного состава воздуха

Нормируемые показатели	Концентрации аэроионов, р ( $\frac{\text{ион}}{\text{см}^3}$ )		Коэффициент униполярности у
	«+» полярности	«-» полярности	
Минимально допустимые	$p^+ \geq 400$	$p^- \geq 600$	$0.4 \leq y \leq 1.0$
Максимально допустимые	$p^+ \leq 50000$	$p^- \leq 50000$	

Содержание вредных химических веществ в производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной, не должно превышать предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмо-

сферном воздухе населенных мест в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться в холодный период года - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5С, в теплый период года - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5С. Частота измерений в оба периода года определяется стабильностью производственного процесса, функционированием технологического и санитарно-технического оборудования.

При выборе участков и времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления и др.). Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих.

Измерения следует проводить на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

При наличии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т. д.) измерения следует проводить на каждом рабочем месте в точках, минимально и максимально удаленных от источников термического воздействия.

## **5.2.8 Требования к уровням шума в помещении операторов ПЭВМ**

Уровни шума в помещении операторов ПЭВМ должны соответствовать требованиям, предъявляемым к нему следующим документом:

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА. Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест, разработанные с учетом категорий тяжести и напряженности труда, представлены в таблице 55.

Таблица 55 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид труд. дея- тельности, раб. место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквив. ур. звука (в дБА)
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Научная дея- тельность. РМ в лабора- ториях обработки данных.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

### 5.2.9 Обеспечение режимов труда и отдыха

Режимы труда и отдыха при работе с ПЭВМ и ВДТ должны организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Есть три группы видов трудовой деятельности, в нашем случае это группа А - работа по считыванию информации с экрана ВДТ или ПЭВМ с предварительным запросом.

При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ПЭВМ и ВДТ следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категория тяжести и напряженности работы с ВДТ и ПЭВМ. В нашем случае для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену.

Для обозначения категории труда, исходя из нашей группы А, укажем количество регламентированных перерывов, время их проведения и суммарное время на отдых:

Основным перерывом является перерыв на обед. В соответствии с особенностями трудовой деятельности пользователей ПЭВМ и характером функциональных изменений со стороны различных систем организма в режиме труда должны быть дополнительно введены два - три регламентированных перерыва длительностью 10 мин. каждый: два перерыва - при 8-часовом рабочем дне и три перерыва - при 12-часовом рабочем дне. При 8-часовой смене с обеденным перерывом через 4 часа работы дополнительные регламентированные перерывы необходимо предоставлять через 3 часа работы и за 2 часа до ее окончания. При 12-часовой смене с обедом через 5 часов работы первый перерыв необходимо ввести через 3,5 - 4 часа, второй - через 8 часов и третий - за 1,5 - 2 часа до окончания работы.

Режим труда и отдыха операторов ПЭВМ, непосредственно работающих с ВДТ, должен зависеть от характера выполняемой работы. При вводе данных, редактировании программ, чтении информации с экрана непрерывная продолжительность работы с ВДТ не должна превышать 4-х часов при 8 часовом рабочем дне, через каждый час работы необходимо вводить перерыв на 5 - 10 мин., а через 2 часа - на 15 мин. Количество обрабатываемых символов (или знаков) на ВДТ не должно превышать 30 тыс. за 4 ч. работы. В целях профилактики переутомления и перенапряжения при работе на ВЦ, в том числе при использовании дисплеев, необходимо выполнять во время регламентированных перерывов комплексы упражнений.

С целью снижения или устранения нервно-психического, зрительного и мышечного напряжения, предупреждения переутомления необходимо проводить сеансы психофизиологической разгрузки и снятия усталости во время регламентированных перерывов и после окончания рабочего дня.

Эти сеансы должны проводиться в специально оборудованном помещении - комнате психологической разгрузки. Этую комнату следует располагать на расстоянии не более 75 м от рабочих мест. Для снижения напряженности труда операторов ПЭВМ необходимо равномерно распределять их нагрузку и рациональ-

но чередовать характер деятельности - прием и выдачу результатов с работой за ПЭВМ и др. Вочные часы не должны выполняться работы или задания, требующие сложных решений или ответственных действий.

### 5.2.10 Обеспечение электробезопасности

Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает  $0.05\text{A}$ , ток менее  $0.05\text{A}$  – безопасен (до  $1000\text{ V}$ ). В соответствии с правилами электробезопасности в помещении должен осуществляться постоянный контроль состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнурков, с помощью которых включаются в электросеть компьютеры, осветительные приборы, другие электроприборы. Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании последнего через тело человека.

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действия. Термическое действие выражается в ожогах, нагреве кровеносных сосудов и других тканей. Электролитическое – в разложении крови и других органических жидкостей.

Биологическое действие выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма. Определим класс нашего помещения, влияющий на вероятность поражения человека электрическим током:

- полы покрыты однослойным поливинилхлоридным антistатическим ли-  
нолеумом, следовательно, являются нетокопроводящими;
- относительная влажность воздуха не превышает  $60\%$ , следовательно,  
помещение является сухим;
- температура воздуха не превышает плюс  $30$  градусов по Цельсию;
- возможности одновременного прикосновения человека к имеющим со-  
единение с землей корпусам технологического оборудования и другим  
заземленным частям с одной стороны и к металлическим корпусам элек-  
трооборудования или токоведущим частям с другой стороны не имеется

(при хорошей изоляции проводов, так как напряжение не превышает 1000 В);

- химически активные вещества отсутствуют.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 данное помещение можно классифицировать как помещение без особой опасности.

Для обеспечения электробезопасности в нашем случае нужно рассмотреть возможность заземления - по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в помещениях без повышенной опасности защитное заземление и зануление является обязательным при напряжении 380В и выше переменного и 440В и выше постоянного тока. В нашем случае - напряжение 220 В, следовательно защитное заземление и зануление не требуется, но рекомендуется.

Для защиты от поражения электротоком при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, рекомендуя в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 применять следующие технические способы:

- защитное заземление
- зануление
- выравнивание потенциалов
- защитное отключение
- изоляция нетоковедущих частей
- электрическое разделение сети
- малое напряжение
- контроль изоляции и СН

### **5.2.11 Защита от статического электричества**

Устранение образования значительных статического электричества достигается при помощи следующих мер:

- Заземление металлических частей производственного оборудования;
- Увеличение поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;

- Предотвращение накопления значительных статических зарядов путем установки в зоне электрозащиты специальных увлажняющих устройств.

Все проводящее оборудование и электропроводящие неметаллические предметы должны быть заземлены независимо от применения других мер защиты от статического электричества.

Неметаллическое оборудование считается заземленным, если сопротивление стекания тока на землю с любых точек его внешней и внутренней поверхности не превышает 107 Ом при относительной влажности воздуха 60%. Такое сопротивление обеспечивает достаточно малое значение постоянной времени релаксации зарядов.

Заземление устройства для защиты от статического электричества, как правило, соединяется с защитными заземляющими устройствами электроустановок. Практически, считают достаточным сопротивление заземляющего устройства для защиты от статического электричества около 100 Ом.

Также, нейтрализация электрических зарядов может осуществляться путем ионизации воздуха, разделяющего заряженные тела. На практике применяются ионизаторы индукционные, высоковольтные или радиационные.

### **5.2.12 Обеспечение пожаробезопасности**

Основными документами, регламентирующими пожарную безопасность производственных помещений являются: Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 30.12.2015) "О пожарной безопасности Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" и нормы и правила пожарной безопасности.

Степень огнестойкости зданий принимается в зависимости от их назначения, категории по взрывоопасной и пожарной безопасности, этажности, площади этажа в пределах пожарного отсека. Согласно НПБ-105-03, служебные помещения спортивной базы характеризуются как пожароопасные и относятся к категории В (горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть). Степень огнестойкости исследуемого объекта соответствует III степени огнестойкости зданий согласно СНиП 21-01-97\*. Пределы огнестойкости его конструкций указаны в таблице 56.

Таблица 56 – Огнестойкости строительных конструкций (СНиП 21-01-97\*)

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Максимальные пределы огнестойкости строительных конструкций					
	Несущие элементы здания	Наружные стены	Перекрытия междуэтажные чердачные и над подвалом	Покрытия бесчердачные	Лестничные	Внутренние площадки стены
III	R45	E15	REI45	RE15	REI60	R45

### 5.2.13 Обеспечение безопасной эвакуации персонала

Эвакуационные выходы обеспечивают эвакуацию людей, находящихся в помещении в экстренных случаях в течение необходимого времени. В помещениях должно быть предусмотрено два запасных выхода для эвакуации людей. Помещение оборудовано системой пожарной защиты в виде автоматических извещателей типа ДИП-1, расположенных на потолке. Также установлены адресно-аналоговые дымовые датчики Aritech серии DP 2000, предназначены для раннего обнаружения задымления на объекте. Рядом с выходом расположены два порошковых огнетушителя типа ОП-5.

Как уже было отмечено ранее, помещение по пожарной опасности относится к категории В – пожароопасное (НПБ 105-03), поэтому в здании должно быть предусмотрено устройство пожарного водопровода с расположением пожарных кранов на высоте 1,35 м от уровня пола в заметных доступных местах. В рабочих помещениях могут применяться автоматические системы пенного или газового тушения. Из первичных систем пожаротушения применяются огнетушители углекислотные и пенные огнетушители типа ОХВП-10. Углекислотные огнетушители применяют для тушения электрических установок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Для эвакуации людей из зданий высотой более 10 м и более проектируют наружные стальные лестницы, расположение площадок зависит от высоты здания. Расстояние между лестницами по периметру здания – не более 200 м. Для указания места нахождения эвакуационного выходы применяются указательные знаки.

К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы,

огнетушители, сухой песок, асbestosевые одеяла и т.п. В зданиях пожарные краны установлены в коридорах и на входах.

### **5.2.14 Организация освещения рабочего места оператора ПЭВМ**

Основные гигиенические требования к производственному освещению, основанные на психофизических особенностях восприятия света и его влияния на организм человека, перечислены ниже.

Спектральный состав света, создаваемого искусственными источниками, должен приближаться к солнечному.

Уровень освещенности должен быть достаточным и соответствовать гигиеническим нормам, учитывающим условия зрительной работы.

Должна быть обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении во избежание частой переадаптации и утомления зрения.

Освещение не должно создавать блесткости как самих источников света, так и других предметов в пределах рабочей зоны.

Ниже перечислены требования к освещению рабочих мест пользователей ПЭВМ, предъявляемые СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преемственной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

В соответствии со СНиП 23-05-95\* для заданного вида деятельности был установлен разряд зрительной работы III, подразряд «в». Соответственно для выбранного разряда и подразряда работы КЕО должен составлять 1,2% при боковом освещении, а освещенность поверхности экрана должна быть 300 лк.

Следует ограничивать прямую блесткость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в

поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>.

Следует ограничивать отраженную блесткость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) 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 потолка не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м<sup>2</sup>, защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения операторов ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования – 10:1.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенных.

Общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении мониторов. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору. Коэффициент запаса (КЗ) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1.4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для операторов ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

### 5.2.15 Расчет искусственного освещения рабочего места оператора

Для расчета искусственного освещения при равномерном размещении светильников общего освещения и горизонтальной рабочей поверхности можно использовать метод коэффициента использования светового потока. При этом методе учитывается как световой поток источников света, так и световой поток, отраженный от стен, потолка и других поверхностей помещения. Расчет ведется по формуле 43.

$$\Phi_{\text{ОСВ}} = \frac{z \cdot E_{\text{n}} \cdot S \cdot K_3}{\eta} \quad (43)$$

где  $\Phi_{\text{ОСВ}}$  – общий световой поток всех светильников, лм;

$z$  – коэффициент, учитывающий отношение средней освещенности к минимальной, при освещении линиями люминесцентных светильников  $z = 1.1$ ;

$E_{\text{n}}$  – нормированная освещенность, лк;

$S$  – площадь помещения,  $\text{м}^2$ ;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока определяется по светотехническим таблицам. Он зависит от КПД и кривой распределения силы света светильника, коэффициентов отражения потолка, пола и стен, высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью и конфигурации помещения, которая определяется индексом помещения:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_p(a + b)} \quad (44)$$

где  $i$  – индекс помещения;

$a$  – ширина помещения;

$b$  – длина помещения;

$h_p$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Подсчитав индекс помещения, выбрав тип светильников и оценив коэффициенты отражения потолка, стен и пола, можно найти значение коэффициента использования светового потока. После этого можно подсчитать необходимый световой поток одного светильника (при лампах накаливания) или одного ряда светильников (при люминесцентных лампах). По требуемому световому потоку

подбирается ближайшая стандартная лампа и определяется ее мощность.

Проведем расчет и определим тип и мощность используемых ламп для помещения со следующими параметрами:

- Ширина  $a = 7.0$  м;
- Длина  $b = 5.0$  м;
- Высота потолков  $h = 4.3$  м;
- Расстояние от потолка до нижней части светильников  $h_{\text{св}} = 0.0$  м ;
- Высота подвеса  $h_p = h - h_c - h_{\text{св}} = 3.50$  м

### 5.2.15.1 Этапы расчёта

- a) Вычислим индекс помещения по формуле 44:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_p(a + b)} = \frac{7.0 \cdot 5.0}{3.50 \cdot (7.0 + 5.0)} = 0.83 \quad (45)$$

- б) Расстояние между светильниками  $L$  определяется как:

$$L = \lambda \cdot h_p = 1.10 \cdot 3.50 = 3.85 \text{ м} \quad (46)$$

где  $\lambda$  – интегральный критерий оптимальности расположения светильников с люминесцентными лампами;

В соответствии с размерами нашего помещения примем:

$$L = 3.00 \text{ м} \quad (47)$$

Таким образом, будет установлено 2 ряда светильников по 2 светильника в ряду. Тогда число светильников  $N$ :

$$N = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт.} \quad (48)$$

- в) Определим коэффициент использования светового потока по таблицам, приводимым в СНиП 23-05-95\* (таблица 57).

По таблице 57 определяем коэффициент светового потока:

$$\eta = 0.41 \quad (49)$$

Таблица 57 – Коэффициент использования светового потока

Светильник	«Универсал» без затенителя		
Коэффициент отражения потолка, $p_{\text{п}}, \%$	30	50	70
Коэффициент отражения стен, $p_{\text{п}}, \%$	10	30	50
i	Коэффициент использования, $\eta * 100$		
0.7	32	35	38
0.8	35	38	41
0.9	38	40	44

г) Определим общий необходимый световой поток, воспользовавшись формулой 43 при условиях:

- Коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп  $z = 1.10$ .
- Нормированная минимально-допустимая освещенность для общего освещения (в соотв. с разрядом и подразрядом работ) по таблице 58 равна  $E_{\text{н}} = 300 \text{ лк}$ .

д) Площадь помещения  $S = a \cdot b = 7.0 \cdot 5.0 = 35.0 \text{ м}^2$ .

е) Коэффициент запаса согласно рекомендуемым в нормативах СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:  $K_3 = 1.40$ .

$$\Phi_{\text{ОСВ}} = \frac{z \cdot E_{\text{н}} \cdot S \cdot K_3}{\eta} = \frac{1.10 \cdot 300 \cdot 35.0 \cdot 1.40}{0.41} = 39439 \text{ лм} \quad (50)$$

Нормативы освещенности для видов зрительных работ приведены в таблице 58.

ж) Определим световой поток, приходящийся на один светильник ( $N = 4$ ):

$$\Phi_{\text{СВ}} = \frac{\Phi_{\text{ОСВ}}}{N} = \frac{39439}{4} = 9860 \text{ лм} \quad (51)$$

Таблица 58 – Нормативы освещенности для видов зрительных работ

Характеристика зрительной работы	Размер объекта различения, мм	Разряд и подразряд работы, мм	Контраст объекта с фоном	Фон	Освещенность, лк	
					Комбинированное освещение	Общее освещение
Высокой точности	0.3 - 0.5	III, в	Средний	Средний	750	300

з) Определим световой поток на одну лампу ( $n = 4$ ):

$$\Phi_L = \frac{\Phi_{CB}}{n} = \frac{9860}{4} = 2465 \text{ лм} \quad (52)$$

и) Определим тип лампы по таблице 59:

Таблица 59 – Световой поток наиболее распространенных люминесцентных ламп напряжением 220 В

Тип лампы	Световой поток, лм, при мощности, Вт					
	15	20	30	40	65	80
ЛДЦ	500	820	1450	2100	3050	3560
ЛД	540	920	1640	2500	3575	4070
ЛХБ	675	935	1720	2600	3820	4440
ЛБ	760	1180	2100	3000	4550	5220

Для значения светового потока  $\Phi_L = 2465$  лм подходит следующий тип ламп:

– ЛД, 40 Вт, 2500 лм, длина лампы 1200 мм;

к) Сравнение теоретических и практических результатов представлено в таблице 60.

Приведенный расчет показал, что практическое значение светового потока больше теоретического на 561 лм (1.40%), общего освещения на 4 лк (1.32%).

Таблица 60 – Сравнение теоретических и практических результатов

	Теоретические (расчетные) значения	Практические значения
Световой поток от одной лампы	2465 лм	2500 лм
Количество ламп	16 шт.	16 шт.
Световой поток от всех ламп	39439 лм	40000 лм
Общее освещение	300 лк	304 лк

### 5.2.16 Вывод

В результате проведенных расчетов для рассматриваемого помещения определено:

- Общее количество светильников – 4 шт.;
- Количество ламп в светильнике – 4 шт.;
- Общее количество ламп – 16 шт.;
- Тип лампы – ЛД;
- Мощность лампы – 40 Вт;
- Общий световой поток искусственного освещения – 40000 лм.

### 5.2.17 Схема расположения светильников в помещении с ПЭВМ

Схема расположения светильников в помещении изображена на рисунке 24.

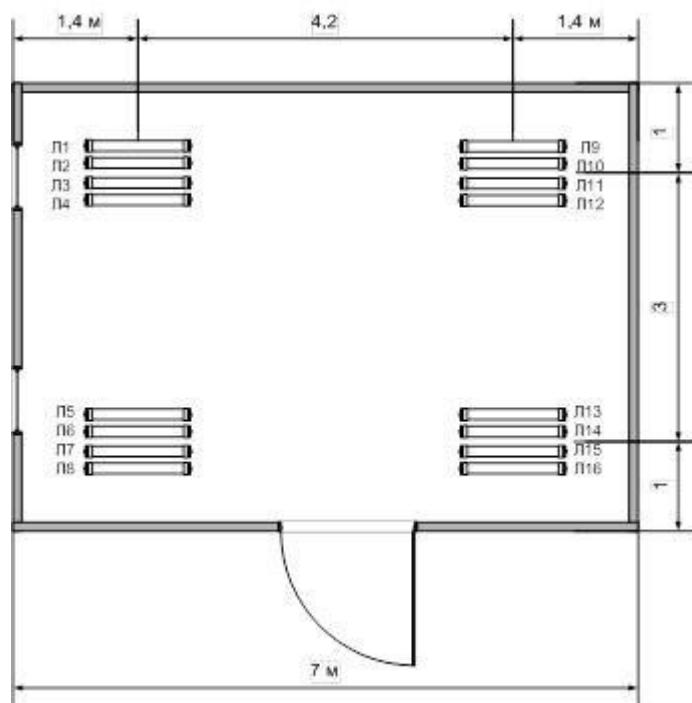


Рисунок 24 – Схема расположения светильников в помещении операторов ПЭВМ

## **5.3 Экологическая экспертиза**

Экологическая экспертиза проекта проводится в соответствии с Законом РФ «Об экологической экспертизе».

Поскольку при реальной эксплуатации объекта дипломного проектирования отсутствуют факторы, негативно влияющие на окружающую среду, то рассмотрим процесс утилизации использованных в офисе люминисцентных ламп. Это очень важно, т.к. каждая лампа содержит от 60 до 120 мг ртути, т.е. В 1000 ламп уже 100 г ртути, в испарении такого количества вещества из разбитых ламп может привести к загрязнению воздуха объемом до 10 млн м<sup>3</sup>. В свою очередь добыча ртути является сложным технологическим процессом по отношению к нарушению правильной формы рельефа Земли.

Инструкцией по обращению с отходами 1 класса опасности «Ртутные лампы, люминисцентные ртутьсодержащие трубы отработанные и брат» разработана в соответствии со следующими законодательными и нормативно-правовыми актами РФ: Законом РФ от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Законом РФ от 30.03.1998 г. № 98-ФЗ «Об отходах производства и потребления», Законом РФ от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления»; Санитарными правилами при работе с ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением» от 04.04.1988 г. №4607-88.

### **5.3.1 Образование и сбор отходов**

К работе с отходами ртутьсодержащих ламп допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие вводный инструктаж по охране труда, инструктаж на рабочем месте, овладевшие практическими навыками безопасного выполнения работ и прошедшие проверку знаний по охране труда. Персонал, выполняющий работы с 4 ртутьсодержащими лампами, должен иметь полное представление о действии ртути и ее соединений на организм человека и окружающую среду. Обученные и проинструктированные работники несут полную ответственность за нарушение требований настоящей инструкции согласно действующему законодательству.

Источниками образования отходов «Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубы отработанные и брак» являются потолочные и настольные светильники, используемые для освещения производственных и бытовых помещений. Обязательным условием при замене и накоплении отработанных и/или бракованных ламп, а также транспортировке, хранении и установке новых ртутьсодержащих ламп является сохранение их целостности и герметичности. Обязательным условием при замене, временном хранении, транспортировке отработанных и/или бракованных, а также транспортировке, хранении и установке новых ртутьсодержащих ламп является сохранение их целостности и герметичности. В целях предотвращения случайного механического разрушения ртутьсодержащих ламп обращаться с ними следует очень осторожно.

Запрещаются любые действия (бросать, ударять, разбирать и т.п.), которые могут привести к механическому разрушению ртутьсодержащих ламп, а также складирование отработанных и/или бракованных ртутьсодержащих ламп в контейнеры с твердыми бытовыми отходами.

При образовании отхода немедленно после удаления отработанной ртутьсодержащей лампы из светильника каждая отработанная ртутьсодержащая лампа должна быть упакована в индивидуальную заводскую упаковку. В случае отсутствия заводской упаковки, каждую отработанную или бракованную ртутьсодержащую лампу любого типа (марки) необходимо тщательно упаковать (завернуть) в бумагу или мягкий картон (желательно гофрокартон), предохраняющие лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения.

Упакованные в гофрокартон или бумагу отработанные ртутьсодержащие лампы передаются на площадку временного накопления. Новые ртутьсодержащие лампы для замены в светильниках выдаются только после передачи на площадку временного накопления отработанных ртутьсодержащих ламп.

Механическое разрушение ртутьсодержащих ламп в результате неосторожного обращения является чрезвычайной ситуацией, при которой принимаются экстренные меры в соответствии с разделом 9 настоящей инструкции. Части разбитых ламп и помещение, в котором они(а) были разбиты, в обязательном порядке должны быть подвергнуты демеркуризации.

### **5.3.2 Условия временного хранения и накопления отхода**

Временное накопление отработанных ртутьсодержащих ламп разрешается не более 6 месяцев на специально выделенной для этой цели площадке накопления в помещении, расположенном отдельно от производственных и бытовых помещений. Помещение должно хорошо проветриваться, защищено от химически агрессивных веществ, атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод. Двери склада должны надежно запираться и иметь надпись «Посторонним вход запрещен». Обязательное нахождение таблички с данными ответственного за накопление отходов на складе, например, «Ответственный за склад – Ф.И.О.». Хранение отработанных ртутьсодержащих ламп должно осуществляться в неповрежденной таре из-под новых ртутьсодержащих ламп или в другой таре, обеспечивающей их сохранность при хранении, погрузо-разгрузочных работах и транспортировании. На площадке накопления отхода должна быть нанесена надпись или повешена табличка «Отход 1 класса опасности. Отработанные ртутьсодержащие лампы».

Запрещается:

- использование алюминия в качестве конструкционного материала;
- временное хранение и накопление отработанных ртутьсодержащих ламп в любых производственных или бытовых помещениях, где может работать, отдыхать или находиться персонал предприятия;
- хранение и прием пищи, курение в местах временного накопления отработанных ртутьсодержащих ламп.

В процессе сбора лампы сортируются по диаметру и длине, аккуратно и плотно укладываются в контейнеры, коробки или ящики (транспортную тару). Для каждого типа ламп должен быть предусмотрен отдельный контейнер, коробка или ящик. В обязательном порядке проверяется правильность и целостность внутренней упаковки ламп, при необходимости исправляются недостатки. Максимальный вес картонных, фанерных контейнеров при заполнении не должен превышать 15кг, металлических контейнеров – 30кг. В целях обеспечения необходимой прочности и герметичности упаковки картонные коробки должны быть оклеены kleевой лентой шириной не менее 50мм по всем швам, включая и вертикальные. Концы kleевой ленты должны заходить на прилегающие к заклеиваемому шву стенки картонной коробки не менее чем на 50мм.

На каждой транспортной таре (контейнере, коробке, ящике) с отработанными ртутьсодержащими лампами должны быть нанесены манипуляционные знаки «Осторожно! Хрупкое!» «Верх», на картонных коробках дополнительно знак «Беречь от влаги», а также наклеена этикетка (или сделана надпись) произвольного размера, на которой указаны тип (марка) ламп, их длина, диаметр и количество ламп упакованных в данную коробку. Допускается наклеивание стикеров с данными надписями.

Запрещается размещать на контейнерах (коробках, ящиках) с лампами иные виды грузов.

В контейнере (коробке, ящике), заполненном отработанными ртутьсодержащими лампами (защищенными внутренней упаковкой) не допускаются пустоты и свободное перемещение ламп. При заполнении контейнера зазоры между соседними лампами, а также между лампами и стенками контейнера уплотняются средствами амортизации и крепления (бумага, газеты, полиэтиленовая пленка и т.п., кроме стружки). Верх картонной коробки закрывается, последний шов заклеивается клеевой лентой. Металлический ящик закрывается на замок.

По мере накопления отхода до установленной нормы (но не более 6 месяцев), отработанные ртутьсодержащие лампы передаются на демеркуризацию в специализированное предприятие в соответствии с заключенным договором. В случае недостаточности отработанных ртутьсодержащих ламп для наполнения контейнера (коробки, ящика), все пустоты плотно заполняются вышеперечисленными мягкими амортизирующими средствами.

Запрещается:

- накопление отработанных ртутьсодержащих ламп в местах временного накопления сверх установленного норматива;
- хранение отработанных ртутьсодержащих ламп в местах временного накопления более 6 месяцев.

Вследствие того, что разбитые ртутьсодержащие лампы загрязняют внешние поверхности неповрежденных ламп, спецодежду персонала и места временного накопления отработанных ртутьсодержащих ламп, не допускается их совместное хранение и упаковка в одни контейнеры с целыми лампами. Части разбитых ртутьсодержащих ламп принимаются на площадку временного накопления отходов только упакованными в прочную герметичную тару (прочные герметичные полиэтиленовые пакеты). Собранная при проливе ртуть принимается на площадку временного накопления отходов только в плотно закрытых толстостенных стеклянных банках, упакованных в герметичные полиэтиленовые пакеты. Использованные при проведении демеркуризационных работ приспособления, материалы, спецодежда, средства индивидуальной защиты принимаются на площадку временного накопления уложенными в прочную герметичную тару или в сумку, содержащую демеркуризационный комплект.

Упакованные в полиэтиленовые пакеты части разбитых ртутьсодержащих ламп, ртуть в плотно закрытой стеклянной банке, сумка с материалами и приспособлениями, использовавшимися при проведении демеркуризационных работ плотно укладываются в герметичный контейнер, изготовленный из ударопрочного материала, уплотняются средствами амортизации и крепления в транспортной таре. Ударопрочный контейнер закрывается на замок. Хранение разбитых ртутьсодержащих ламп, собранной ртути, материалов и приспособлений, использовавшихся при проведении демеркуризационных работ на площадке временного накопления отходов разрешается не более 5-ти рабочих дней, в течение которых они должны быть переданы на демеркуризацию в специализированное предприятие.

Запрещается:

- хранение на складе временного накопления отходов разбитых отработанных ртутьсодержащих ламп или ртути без герметичных контейнеров;

- хранение разбитых отработанных ртутьсодержащих ламп или ртути в ударопрочных герметичных контейнерах на складе временного накопления отходов более 5-ти рабочих дней.

### **5.3.3 Передача отхода специализированным предприятиям**

Передача отработанных ртутьсодержащих ламп на обезвреживание (демеркуризацию) осуществляется в соответствии с договором, заключенным со специализированным предприятием, имеющим лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке опасных отходов.

Запрещается:

- уничтожение, выброс в контейнер с твердыми бытовыми отходами или передача отработанных ртутьсодержащих ламп, подлежащих демеркуризации физическим или юридическим лицам, не имеющим лицензии на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов;
- размещение отработанных ртутьсодержащих ламп на полигонах и свалках твердых бытовых отходов.

Перед погрузкой отработанных ртутьсодержащих ламп в транспортное средство проверяют правильность, целостность и соответствие их транспортной упаковки требованиям, перечисленным в разделе 6 настоящей инструкции. При необходимости исправляют недостатки, только после этого приступают к погрузочным работам. При погрузке отработанных ртутьсодержащих ламп необходимо учитывать метеорологические условия. Запрещается погрузка отработанных ртутьсодержащих ламп во время дождя или грозы. При гололеде места погрузки должны быть посыпаны песком. Работы по погрузке отработанных ртутьсодержащих ламп должны осуществляться в присутствии лица, ответственного за ООС.

В местах, отведенных под погрузку отработанных ртутьсодержащих ламп, не допускается скопление людей.

Запрещается:

- бросать, ударять, переворачивать упаковки (коробки, ящики) с отработанными ртутьсодержащими лампами вверх дном или на бок;

- повреждать любым способом транспортную тару, в которую упакованы отработанные ртутьсодержащие лампы;
- размещать на упаковках (коробках, ящиках) с отработанными ртутьсодержащими лампами иные виды грузов;
- курить при проведении погрузки отработанных ртутьсодержащих ламп.

## 5.4 Выводы

- Для производительной работы оператора необходимо проводить профилактику заболеваний опорно-двигательной системы, зрения, нервной системы, нарушения обмена веществ: делать перерывы в работе каждые 40-50 минут непрерывной работы за компьютером, делать упражнения для глаз, для кистей. Также необходимо следить за питанием, принимать комплекс витаминов или гомеопатических средств, что поможет не только предотвратить многие заболевания, но и повысить производительность, общий тонус.
- Необходимо, чтобы его рабочее место отвечало требованиям, изложенным в:
  - а) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
  - б) СанПиН 2.2.4.548-96 – «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
- В помещении проведения экспериментов на каждого сотрудника отводится площадь не менее  $6\text{ м}^2$  и объем не менее  $24\text{ м}^3$ .
- Столы должны быть расположены так, чтобы свет падал слева. (Хотя допускается, чтобы свет падал и справа, но не в лицо оператору ПЭВМ.) В помещении должны соблюдаться климатические условия: температура, влажность, скорость воздуха.
- Проведенный расчет освещения в помещении показал, что оно полностью удовлетворяет требованиям, приведенным в СанПиН. Освещенность общего освещения 304 лк на рабочем месте обеспечивают 4 светильника (16 ламп), тип ЛБ, мощность лампы 40 Вт.
- Рассматриваемые условия эксплуатации не оказывают негативного воздействия на окружающую среду в связи с полным отсутствием вредных выбросов и загрязняющих веществ.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта была разработана сложная и модульная подсистема, которая сравнима с существующими аналогами, были получены и закреплены знания о:

- Проектировании и реализации крупных АИС;
- Разработке интеллектуальных алгоритмов и доказательства их работы;
- Интеграции компонентов сложных АИС между друг другом;

Данная подсистема проходит опытную эксплуатацию в рамках макета и уже успела показать свою полезность. На момент защиты дипломного проекта подсистема успешно обработала более 400 тысяч новостей и помогла в разработке нескольких аналитических записок в рамках макетных испытаний.

Внедрение и адаптация данной подсистемы позволит улучшить качество работы аналитиков в сфере подготовки управленческих решений, анализа обстановки в мире и в отдельных регионах и позволит создание более сложных комплексов интеллектуальных систем в будущем.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ЦИАН. Снять помещение рядом с метро Бауманская. 2016. URL: <http://www.cian.ru/snyat-pomeshenie-moskva-metro-baumanskaya>.
2. Циферблат. Свободное пространство Циферблат. 2016. URL: <http://ziferblat.net>.
3. Garey Michael R.; Johnson D. S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. United States: W. H. Freeman and Company, 1979.
4. Johnson D. S. The NP-Completeness Column // ACM Transactions on Algorithms. 2005. no. 1. p. 160–176.
5. Babai László; Codenotti P. Isomorphism of Hypergraphs of Low Rank in Moderately Exponential Time // FOCS '08: Proceedings of the 2008 49th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science. 2008. p. 667–676.
6. Appel K., Haken W. Every planar map is four colorable. Part I. Discharging // Illinois J. Math. 21. 1977. C. 429–490.
7. Koza J. Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. United States: MIT Press, 1992. 609 p.
8. А. Зыков А. Основы теории графов. М.: Наука, 1986. 384 с.
9. Шилова А. «Компьютерные» боли // Наука и жизнь. 2000. с. 50–54.
10. В.М. Мунипов В.П. Зинченко. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник для вузов. М.: Логос, 2001. 356 с.
11. А.Б. Елькин О.В. Маслеева. Методические указания к разделу "Безопасность и экологичность" в дипломных проектах по специальностям «Информационные системы и технологии». НГТУ, Н.Новгород, 1 изд. 2012. 1. 44 с.
12. Администрация Пиндушского городского поселения, п. Пиндуши. Постановление об организации сбора отработанных ртутьсодержащих ламп на территории Пиндушского городского поселения. 1 изд. 2012. 3.
13. Agency Person. Зарплата программистов по России. 2016. URL: <https://person-agency.ru/salary-programmist.html>.

14. Piszcz Alan, Soule Terence. Genetic programming: optimal population sizes for varying complexity problems // GECCO 2006: Proceedings of the 8th annual conference on Genetic and evolutionary computation / под ред. Maarten Keijzer, Mike Cattolico, Dirk Arnold [и др.]. Т. 1. Seattle, Washington, USA: ACM Press, 2006. 8-12 July. С. 953–954. URL: <http://www.cs.bham.ac.uk/wbl/biblio/gecco2006/docs/p953.pdf>.
15. Carvalho Luis. An Improved Evaluation of Kolmogorov's Distribution // Journal of Statistical Software, Code Snippets. 2015. . Т. 65, № 3. URL: <http://www.jstatsoft.org/v65/c03>.
16. Горяинов В.Б. И.В.Павлов Г.М. Цветкова. Математическая статистика. Сер. Математика в техническом университете; Вып. XVII. 3 изд. Moscow: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. 7. Под ред. В.С. Зарубина, А.П.Крищенко.
17. Sain S. Adaptive Kernel Density Estimation. 1994. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.57.3682>.
18. Соловьев С. В. Цой Р. И. Гринкруг Л. С. Технология разработки прикладного программного обеспечения. Академия Естествознания, 2011.
19. Marlow S. Writing High-Performance Server Applications in Haskell // Proceedings of the 2000 Haskell Workshop. 2000. . URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.35.8701>.
20. Jones Simon Peyton. Haskell 98 Language and Libraries. The Revised Report. Cambridge University Press, 2003.
21. Snoyman Michael. Developing Web Applications with Haskell and Yesod. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472: O'Reilly Media Inc., 2012.
22. Type-level Web APIs with Servant: An Exercise in Domain-specific Generic Programming / Alp Mestanogullari, Sönke Hahn, Julian K. Arni [и др.]. New York, NY, USA, 2015. С. 1–12. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2808098.2808099>.
23. Augusto D. A., Barbosa H. J. C. Symbolic regression via genetic programming. 2000. С. 173–178.
24. Fan Jianqing. Local Polynomial Modelling and Its Applications. Chapman Hall/CRC, 1996.
25. Грешилов А. А. Стакун В. А. Стакун А. А. Математические методы построения прогнозов. Москва: Радио и связь, 1997.

Утверждаю:

Гапанюк Ю.Е.

"\_\_" 2016 г.

**Подсистема работы с текстовыми данными на географической карте  
«Волхв-ГЕО»**

Техническое задание

(вид документа)

Писчая бумага

(вид носителя)

12

(количество листов)

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

студент группы ИУ5-122  
Оганян Л.П..

"\_\_" 2016 г.

Москва, 2016

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>Наименование</b>	<b>124</b>
<b>2</b>	<b>Основание для разработки</b>	<b>124</b>
<b>3</b>	<b>Исполнитель</b>	<b>124</b>
<b>4</b>	<b>Цель разработки</b>	<b>124</b>
<b>5</b>	<b>Содержание работы</b>	<b>125</b>
5.1	Задачи, подлежащие решению . . . . .	125
5.2	Общие требования . . . . .	125
5.3	Функциональные требования . . . . .	125
5.3.1	Удаленный доступ к системе . . . . .	126
5.3.2	Соединение с базой данных . . . . .	126
5.3.3	Ввод с клавиатуры . . . . .	126
5.3.4	Добавление информации в базу данных . . . . .	126
5.3.5	Удаление информации из базы данных . . . . .	126
5.3.6	Редактирование информации в базе данных . . . . .	127
5.3.7	Геопривязка новостей . . . . .	127
5.3.8	Анализ динамики новостей . . . . .	127
5.3.9	Отображение данных на карте . . . . .	127
5.3.10	Создание сценариев . . . . .	127
5.3.11	Создание аналитической заметки . . . . .	128
5.4	Требования к входным данным . . . . .	128
5.5	Требования к выходным данным . . . . .	128
5.6	Требования к составу программных компонентов . . . . .	128
5.7	Требования к прикладным программам . . . . .	129
5.7.1	Требования к модулю геотегирования . . . . .	129
5.7.2	Требования к модулю прогнозирования . . . . .	129
5.7.3	Требования к модулю клиентского приложения . . . . .	129
5.8	Требования к архитектуре АСОИУ . . . . .	129
5.9	Требования к базе данных . . . . .	130
5.10	Требования к составу технических средств . . . . .	130
5.11	Требования к составу технических средств для пользователя . . . . .	130

5.12 Требования к программному обеспечению . . . . .	131
5.13 Требования к лингвистическому обеспечению . . . . .	131
5.14 Требования к квалификации пользователя . . . . .	131
5.15 Требования к временным характеристикам . . . . .	131
5.16 Требования к надёжности . . . . .	132
<b>6 Порядок приёма</b>	<b>132</b>
<b>7 Дополнительные условия</b>	<b>132</b>

# **1 НАИМЕНОВАНИЕ**

Подсистема работы с текстовыми данными на географической карте «Волхв-ГЕО».

## **2 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ**

Задание на дипломный проект, подписанное руководителем проекта Гапанюком Юрием Евгеньевичем..

## **3 ИСПОЛНИТЕЛЬ**

Исполнителем дипломного проекта является студент группы ИУ5-122, Оганян Левон Перчевич.

## **4 ЦЕЛЬ РАЗРАБОТКИ**

Целью разработки является создание подсистемы работы с новостными данными в текстовом формате, . Подсистема «Волхв-ГЕО» предназначена для аналитиков и исследователей в области «big data» и предоставляет основу для более сложных систем анализа событий.

## **5 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **5.1 Задачи, подлежащие решению**

- Исследование предметной области, определение функциональных задач;
- Разработка инфологической и даталогической моделей;
- Разработка алгоритмов основных функций программы;
- Разработка структуры программы;
- Программная реализация;
- Тестирование программы;
- Разработка конструкторской и эксплуатационной документации к программе.

### **5.2 Общие требования**

- Программное изделие должно обеспечивать хранение данных в СУБД.
- СУБД этой системы должна обеспечивать целостность данных.
- Программное изделие должно обеспечивать возможность редактирования данных.
- Программное изделие должно обеспечивать возможность просмотра данных.

### **5.3 Функциональные требования**

В системе должны быть реализованы следующие функции.

### **5.3.1 Удаленный доступ к системе**

Программное изделие должно обеспечивать удаленный доступ к системе через Web-сервер.

### **5.3.2 Соединение с базой данных**

Программное изделие должно осуществлять удаленное соединение с базой данных.

### **5.3.3 Ввод с клавиатуры**

Данные, вводимые с клавиатуры должны иметь тип и формат, соответствующий типу и формату полей записи.

### **5.3.4 Добавление информации в базу данных**

Программное изделие должно осуществлять добавление новой записи в базу данных при условии, что эта запись удовлетворяет всем требованиям, налагаемым на входные данные.

### **5.3.5 Удаление информации из базы данных**

Программное изделие должно осуществлять исключение выбранной пользователем записи в таблице из исходной базы данных.

### **5.3.6 Редактирование информации в базе данных**

Функция должна осуществлять редактирование поля записи, выбранного пользователем. При этом при редактировании данных должны выполняться все требования, налагаемые на входные данные.

### **5.3.7 Геопривязка новостей**

Функция должна осуществлять привязку новостей к географическим объектам.

### **5.3.8 Анализ динамики новостей**

Функция должна осуществлять предсказание активности темы новостей по провинциям.

### **5.3.9 Отображение данных на карте**

Функция должна осуществлять отображение новостной информации на карте.

### **5.3.10 Создание сценариев**

Функция должна обеспечивать создание и редактирование сценария – набора визуальных элементов на карте.

### **5.3.11 Создание аналитической заметки**

Функция должна обеспечивать создание и редактирование аналитической заметки – текстового сопровождения к сценарию

## **5.4 Требования к входным данным**

Требования к входным данным налагаются в соответствие с даталогической схемой системы.

Входными данными для сервера являются запросы к Web-серверу, запросы к серверу БД.

Входными данными для пользователя являются HTML-страницы, посылаемые ему сервером по протоколу HTTP.

## **5.5 Требования к выходным данным**

Выходными данными сервера являются HTML-страницы, результаты запросов к базе данных, посылаемые пользователю по протоколу HTTP.

Выходными данными пользователя являются заполненные формы, запросы к БД, отправляемые им на сервер по протоколу HTTP.

## **5.6 Требования к составу программных компонентов**

Система должна содержать следующий минимальный набор модулей:

- модуль геотегирования
- модуль прогнозирования
- модуль клиентского приложения

## **5.7 Требования к прикладным программам**

### **5.7.1 Требования к модулю геотегирования**

Должен предоставлять возможность эксперту создавать и редактировать запросы георазметки. Должен в автоматическом режиме производить разметку неразмеченных новостей, соответствующих запросам георазметки.

### **5.7.2 Требования к модулю прогнозирования**

Должен анализировать количество и интенсивность новостей, соответствующих сохранённым запросам ИПС, и проводить кратковременный прогноз этого количества документов для будущих дат.

### **5.7.3 Требования к модулю клиентского приложения**

Должен предоставлять пользователю интерфейс для работы с картой, просмотра новостей на карте, просмотра результатов прогнозирования новостей, а также инструментарий по построению пользовательских сценариев и аналитических записок.

## **5.8 Требования к архитектуре АСОИУ**

Система должна быть реализована в виде трехзвенной архитектуры «Клиент-Сервер» или архитектуры «Файл-Сервер» или в виде облачной архитектуры.

## **5.9 Требования к базе данных**

Система должна обеспечивать быстродействие, целостность и безопасность базы данных. Поисковый индекс должен храниться отдельно от данных БД.

## **5.10 Требования к составу технических средств**

Персональная ЭВМ архитектуры AMD x86\_64:

- процессор Intel i7-860 (4 ядра, 2.8 ГГц);
- жесткий диск не менее 1 Тб;
- оперативная память 4 Гб;
- сетевой адаптер для подключения к ЛВС;
- доступ в Internet по выделенной линии со скоростью не менее 256 Кбит/сек;

## **5.11 Требования к составу технических средств для пользователя**

Персональная ЭВМ архитектуры AMD x86\_64 или IBM x86:

- процессор Intel Pentium Dual-Core;
- жесткий диск не менее 100 Гб;
- оперативная память 2 Гб;
- сетевой адаптер для подключения к ЛВС.
- Клавиатура, мышь, экран;

## **5.12 Требования к программному обеспечению**

### **Серверное ПО**

- Fedora 22;
- СУБД PostgreSQL версии 9.4;

### **Клиентское ПО**

- Любая ОС;
- Браузер Firefox версии 46 или Chrome версии 51;

## **5.13 Требования к лингвистическому обеспечению**

Пользовательский интерфейс должен быть реализован на русском языке. Ввод и вывод данных также должны осуществляться преимущественно на русском языке.

## **5.14 Требования к квалификации пользователя**

Пользователь должен иметь навык работы с GNU на уровне пользователя, что обеспечит и корректную работу с данным изделием.

## **5.15 Требования к временным характеристикам**

Время реакции системы не должно быть больше 10 секунд.

## **5.16 Требования к надёжности**

В связи с малым интервалом времени решения задач, задачи должны выполняться с высокой степенью надежности, близкой к единице.

## **6 ПОРЯДОК ПРИЁМА**

Работа по курсовому проекту «Подсистема работы с текстовыми данными на географической карте «Волхв-ГЕО» принимается в установленном порядке в соответствии с предоставляемой технической документацией.

## **7 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ**

Данное техническое задание может уточняться и изменяться в установленном порядке.

Утверждаю:

Гапанюк Ю.Е.

"\_\_" 2016 г.

**Подсистема работы с текстовыми данными на географической карте  
«Волхв-ГЕО»**

Графическая часть

(вид документа)

Писчая бумага

(вид носителя)

10

(количество листов)

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

студент группы ИУ5-122  
Оганян Л.П..

"\_\_" 2016 г.

Москва, 2016

# Подсистема работы с текстовыми данными на географической карте «Волхв-ГЕО»

**Актуальность темы:** В последние несколько лет объёмы новостных потоков значительно увеличились. Остро встаёт вопрос анализа данных и представления их в удобном для человека виде.

Новостные данные отличаются от иных текстовых данных тем, что они обычно привязаны к определённой местности. Географический анализ новостей становится всё более актуальным.

Тем не менее, объёмы новостных потоков не всегда позволяют человеку оперативно оценивать и прогнозировать изменение обстановки. Появляется запрос на прогнозирующую систему, способную предсказывать активность по тем или иным темам.

**Цель:** Разработать подсистему которая позволит проводить анализ и отображение на географической карте новостной информации в текстовом виде. Подсистема предоставляет спектр методик автоматического анализа новостной динамики и настраиваемую методику интеграции оценок. Подсистема самостоятельно реализует геопривязку новостей с помощью полнотекстовых запросов.

Сравнение аналогов и прототипов с учётом весовых коэффициентов

Критерий	$\alpha$	liveuamap	militarymaps	Волхв-Гео
Пользовательский интерфейс	0.1	0.75	0.5	0.75
Геопривязка	0.2	0.75	0.75	0.25
Автоматизация	0.25	0.5	0.5	0.75
Интеграция	0.15	0	0.5	0.25
Прогноз	0.2	0.5	0	0.25
Сценарии	0.1	0.5	0.25	0.75
Итого	1	0.3625	0.9375	<b>1.25</b>

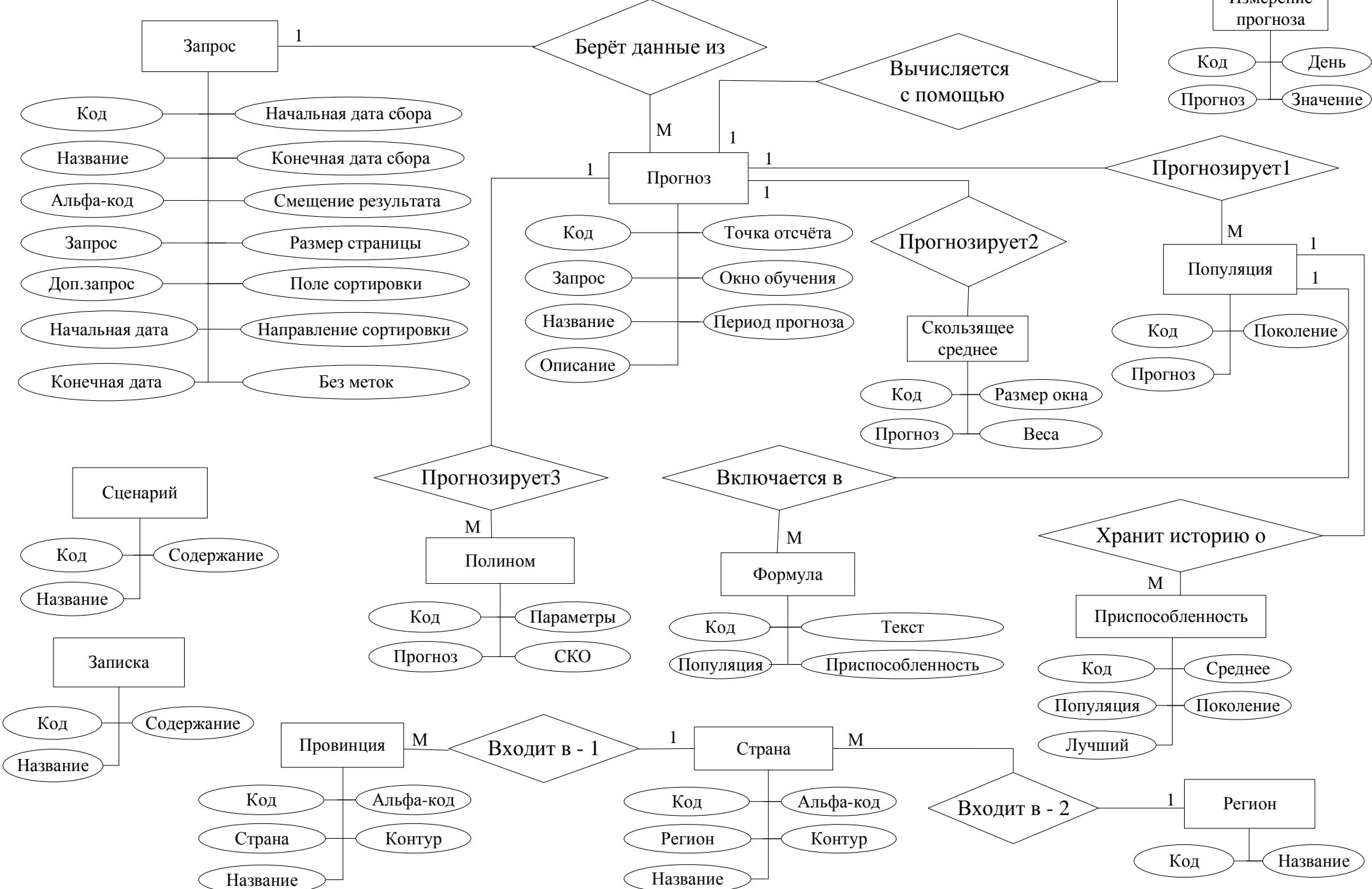
**Перечень задач, решенных в процессе проектирования:**

- Исследование и анализ предметной области;
- Анализ и определение критериев качества;
- Определение функциональных требований разрабатываемой системы;
- Разработка структуры модулей системы, с выделением функциональности для каждого модуля;
- Проектирование базы данных: инфологическая, даталогическая модели;
- Проектирование эволюционного алгоритма прогнозирования;
- Рассмотрение и обоснование архитектуры системы;
- Выбор программных библиотек для реализации модулей;
- Разработка интерфейса взаимодействия пользователя с программой;

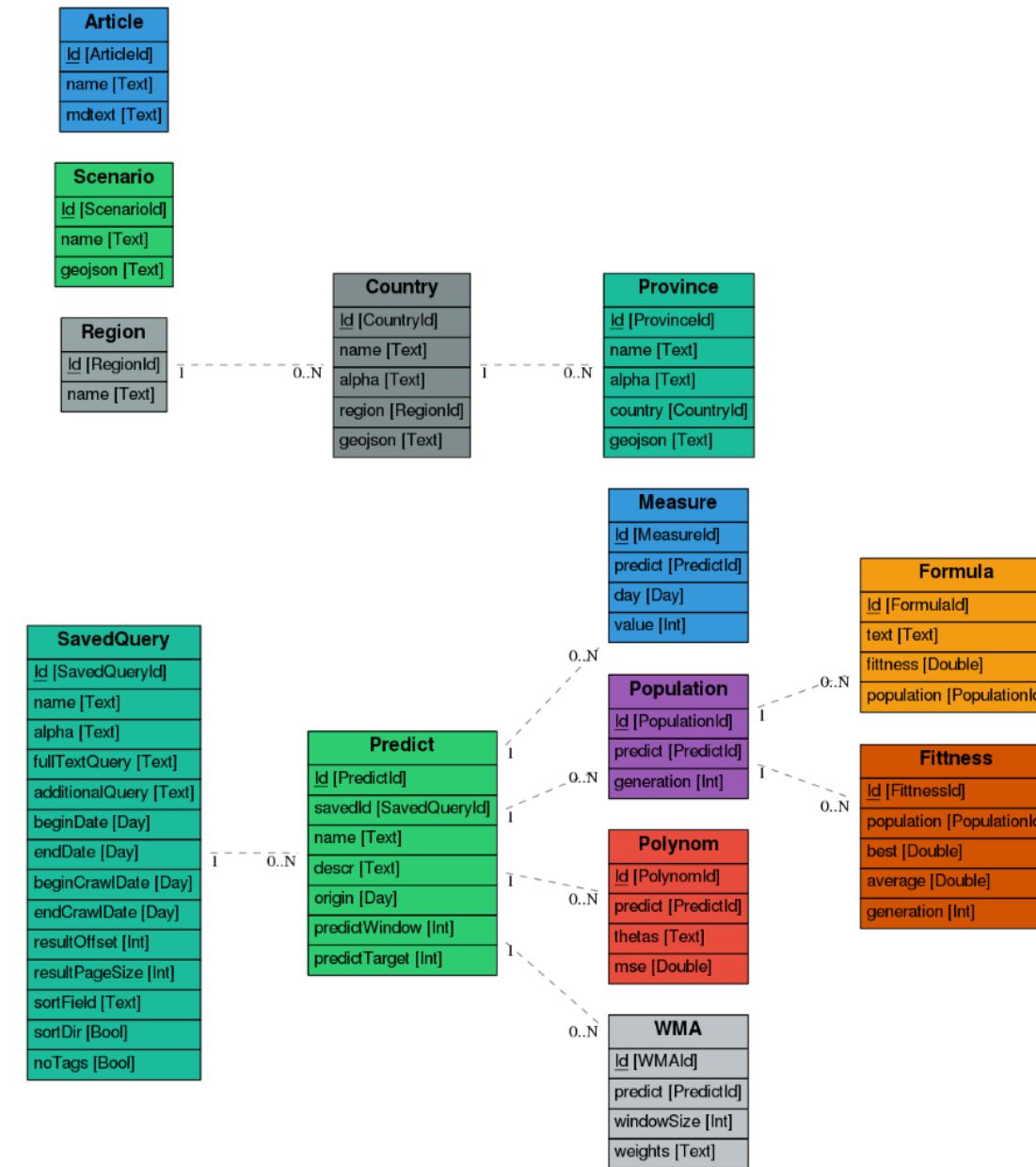
## Диаграмма предметной области



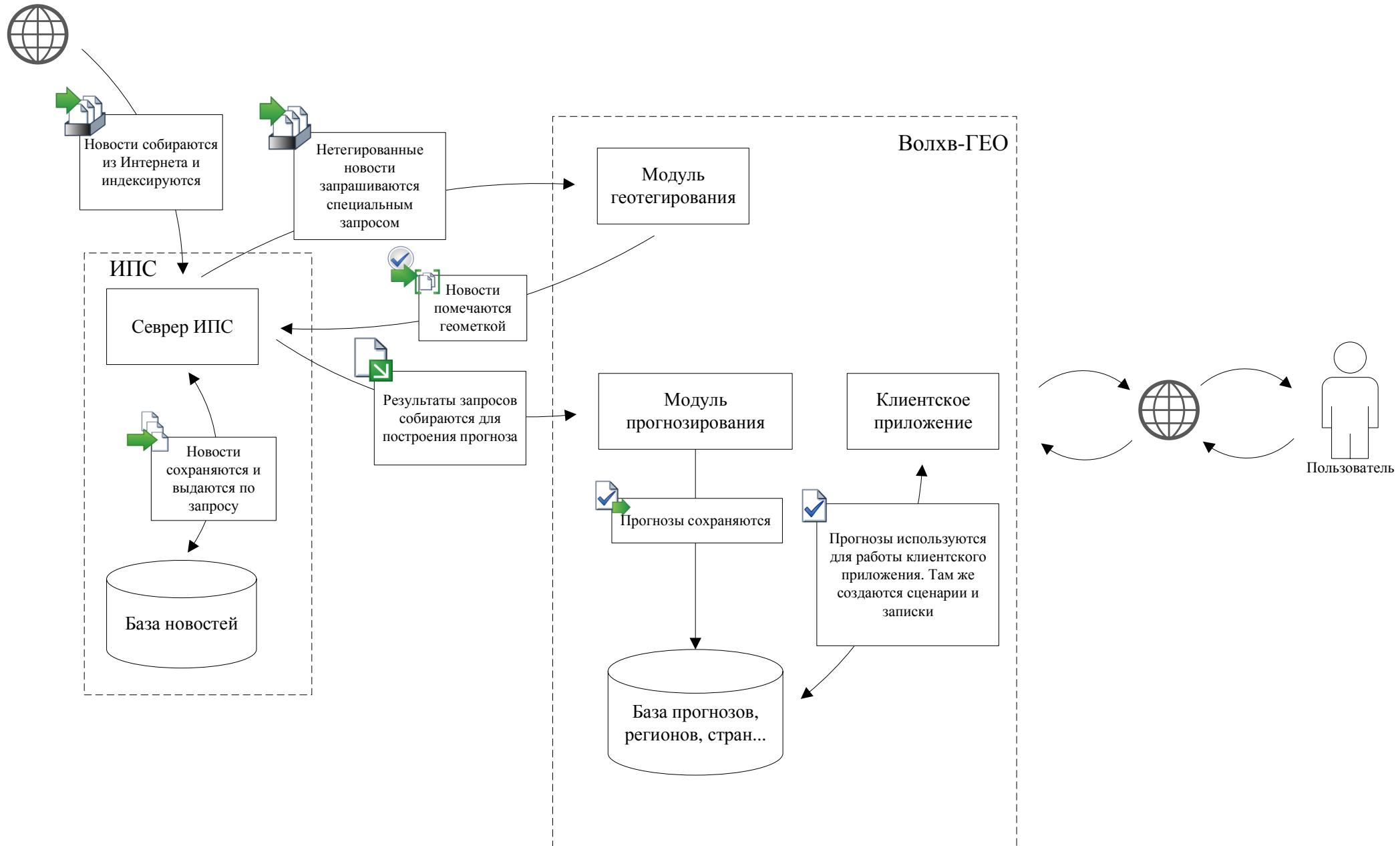
# Инфологическая модель базы данных



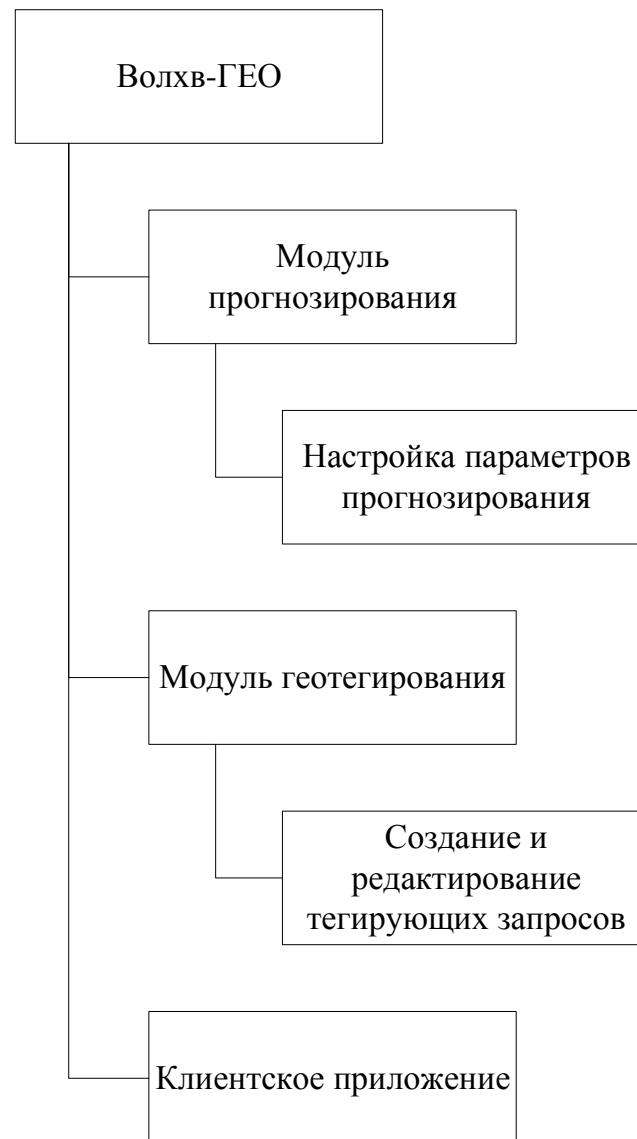
# Даталогическая модель базы данных



## **Бизнес-процесс подсистемы**



# Структура подсистемы



# Основные алгоритмы подсистемы

Алгоритм геотегирования



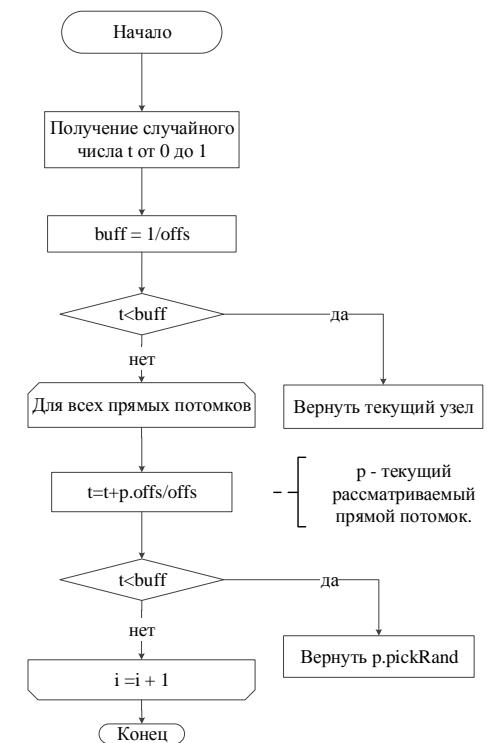
Алгоритм репродукции



Алгоритм кроссинговера



Алгоритм выбора случайного узла



# Исследовательская часть

## Постановка задачи

Обеспечить прогнозирование развития ситуации с учётом географического распределения новостей

## Входные данные для прогноза

- Количество новостей по темам в рассматриваемой провинции в текущем и прошлых периодах.
- Количество новостей по темам в соседних провинциях в текущем и прошлых периодах.

## Выходные данные прогноза

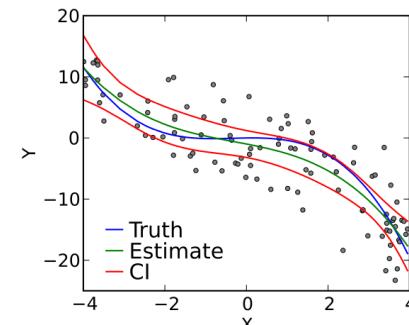
- Прогнозируемое количество новостей по темам через указанный период времени

Критерий	Эволюционный алгоритм	Полиномиальная регрессия	Скользящее среднее	Комбинированный метод
Быстродействие	3	4	4	1
Точность	4	3	3	5
Стабильность	3	4	5	4
Настраиваемость	4	1	1	5
Итого	14	12	13	15

## Сравнение методов прогнозирования

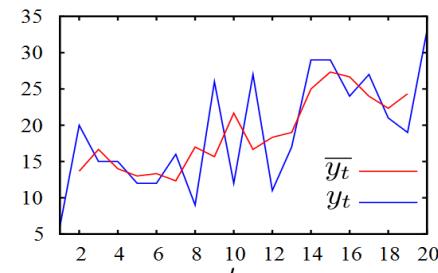
## Варианты

**Полиномиальная регрессия** – целевая функция рассматривается как полином  $n$ -ной степени от входных переменных



Пример полиномиальной регрессии

**Эволюционный алгоритм** – представлен на отдельном листе



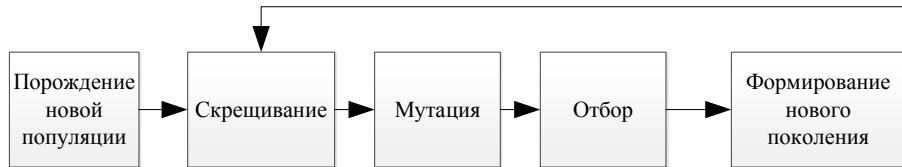
Пример анализа скользящим средним

**Скользящая средняя** – прогнозируемым значением функции является её среднее значение за предыдущий период – окно.

**Комбинированный метод** – используем прогнозируемые значения вышеописанных методик. Итоговый прогноз рассчитывается как средневзвешенная сумма методик.

# Исследовательская часть 2

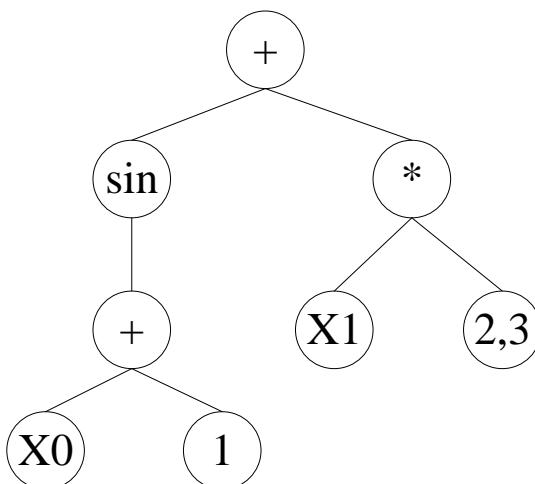
## Общее представление эволюционного алгоритма



## Эволюционирующий объект – дерево вычислений

Дерево строится по следующим правилам:

- В узлах дерева находятся операции.
- Потомками узла являются аргументы для той или иной операции.
- Листами дерева являются константы и переменные.
- Корень дерева считается находящимся на глубине 1.
- Глубина дерева не может превышать задаваемой пользователем глубины.



Пример: дерево, описывающее формулу  
 $F(X0, X1) = \sin(X0+1) + X1 * 2,3$

## Порождение случайного дерева

Новое дерево создаётся вызовом функции `getRandExpr(int depth)`, которая принимает максимальную глубину дерева и возвращает ссылку на корень дерева. Функция создаёт корневой узел и исходя из его типа, рекурсивно создаёт нужное количество узлов-потомков.

## Стратегия скрещивания

Одноточечное скрещивание в виде обмена поддеревьями.

Так же необходимо следить чтобы при скрещивании дерева-потомки не превзошли максимально допустимую глубину деревьев, так как это приведёт к утечке памяти и зависанию программы

## Стратегия мутаций

`mutationRate` определяет какой процент популяции подвергнется мутации.

Мутация не затрагивает «элитных» индивидов.

Случайным образом выбирается узел дерева. Вероятность выбора для всех узлов одинаковая. Выбранный узел заменяется на новое, случайно сгенерированное дерево.

## Стратегия отбора

Функцией приспособленности обратно пропорциональна квадрату среднеквадратичной ошибки индивида на обучающей выборке.

Вероятность оставить потомство пропорциональна приспособленности индивида

## Стратегия отбора

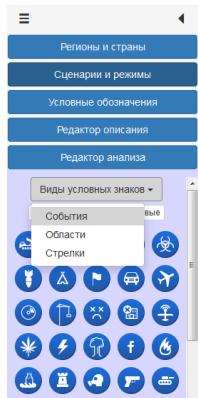
При условии что выбранный узел первого родителя имеет глубину  $d$  и высоту  $h$ , «хорошие» узлы второго родителя должны удовлетворять условию:  
 $(\text{depth} \leq \text{MAX\_DEPTH} - h) \wedge (\text{height} \leq \text{MAX\_DEPTH} - d)$ ,  
где  $\text{depth}$  и  $\text{height}$  – глубина и высота узла второго родителя соответственно и  $\text{MAX\_DEPTH}$  – максимальная допустимая глубина дерева.

## Сравнение стратегий

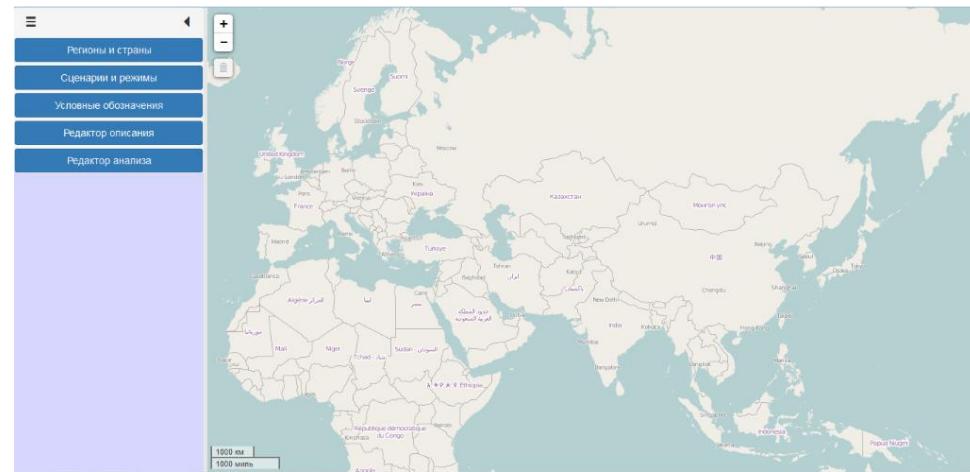
Стратегия\Критерий	Пропорциональный	«Состязание»
Вычислительная сложность	2	1
Память	1.5	1.5
Скорость схождения	1.5	3
$\Sigma$	6.5	7

## Выбор стратегии скрещивания

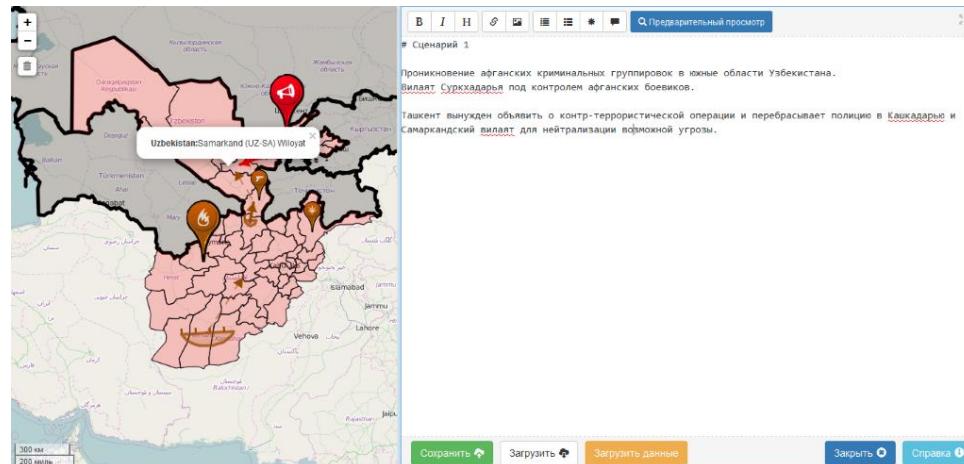
# Экранные формы



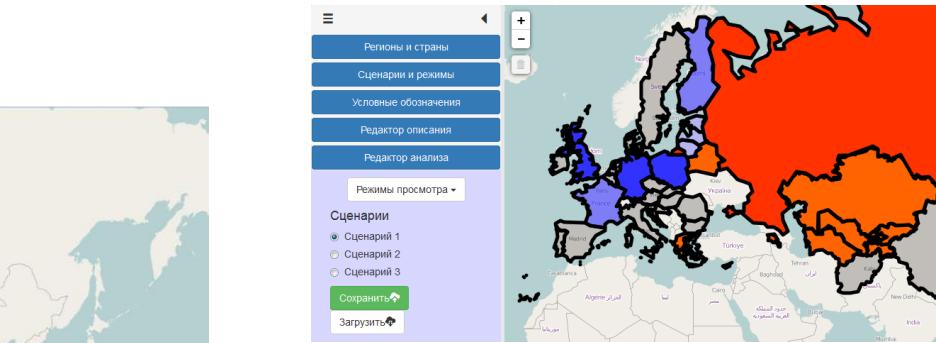
Виды  
условных  
знаков



Стартовый экран



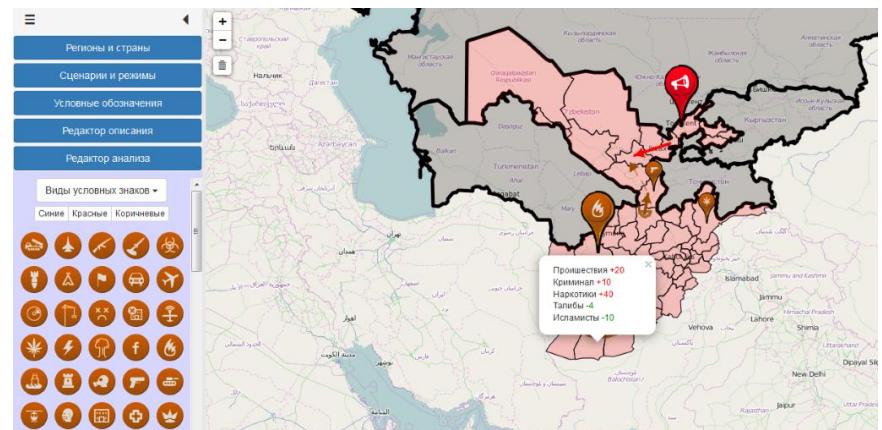
Редактор аналитической записи



Отображение активности тем по странам



Пример вывода прогноза



Пример сценария