Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ   
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| **Институт информационных технологий и анализа данных** |
| наименование института |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Допускаю к защите  Руководитель ООП |
|  |  | В.Л. Аршинский |
| подпись |  | И.О. Фамилия |

|  |
| --- |
| **Разработка системы оповещения об изменениях в расписании** |
| **ИРНИТУ** |
| наименование темы |

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе бакалавра

Программа бакалавриата

Информационные системы и технологии в административном управлении

по направлению подготовки

09.03.02 Информационные системы и технологии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0.077.00.00 | | | ПЗ |
|  | | |  |
| Разработал студент  Группы ИСТб-19-2 | |  |  | | |  | Д.С. Караваева | |
|  | |  | подпись | | |  | И.О. Фамилия | |
| Руководитель | |  |  | | |  | | М.Д. Каташевцев |
|  | |  | подпись | | |  | | И.О. Фамилия |
| Консультант | |  |  | | |  | | Е.И. Молокова |
|  | |  | подпись | | |  | | И.О. Фамилия |
| Нормоконтроль | |  |  | | |  | | М.Д. Каташевцев |
|  | |  | подпись | | |  | | И.О. Фамилия |

Иркутск 2023 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ   
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| **Институт информационных технологий и анализа данных** |
| **наименование института** |

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ИТ и АД

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.С. Говорков

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

ЗАДАНИЕ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| на выпускную квалификационную работу студенту | | | | | | | | Караваевой Дарье | | | | | |
| Сергеевне | | | | | | | | | | | | | |
| группы | | | ИСТб-19-2 | |  | | | | | | | | |
| 1. Тема работы: Разработка системы оповещения об изменениях в | | | | | | | | | | | | | |
| расписании ИРНИТУ | | | | | | | | | | | | | |
| Утверждена приказом по университету от | | | | | | |  | | | № | |  |  |
| 1. Срок представления студентом законченной работы в ГЭК | | | | | | | | | | | | 06.06.2023 г. | |
| 1. Исходные данные | | | | | | | | | | | | | |
|  | | 3.1 СТО 005-2020 «Система менеджмента качества. Учебно- | | | | | | | | | | | |
|  | | методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и | | | | | | | | | | | |
|  | | выпускных квалификационных работ технических направлений | | | | | | | | | | | |
|  | | подготовки и специальностей» | | | | | | | | | | | |
|  | | 3.2 Материалы преддипломной практики | | | | | | | | | | | |
| 1. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов): | | | | | | | | | | | | | |
|  | | 4.1 Анализ предметной области и формирование требований к системе | | | | | | | | | | | |
|  | | 4.2 Проектирование системы | | | | | | | | | | | |
|  | | 4.3 Реализация системы | | | | | | | | | | | |
|  | | 4.4 Тестирование системы | | | | | | | | | | | |
| 5 | | Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей) | | | | | | | | | | | |
|  | | 5.1 Презентационные материалы | | | | | | | | | | | |
| 6 | | Дополнительные задания и указания | | | | | | | | | | | |
|  | | 6.1 Расчет экономической эффективности | | | | | | | | | | | |
|  | | 6.2 Безопасность жизнедеятельности | | | | | | | | | | | |
| 7 Консультант по работе с указанием вопросов, подлежащих решению | | | | | | | | | | | | | | |
|  | по вопросам безопасности жизнедеятельности | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г. | |  | | |  | | Е.И. Молокова | | | |  |
|  |  | |  | | подпись | | |  | | И.О. Фамилия | | | |  |

Календарный план

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разделы | Месяцы и недели | | | | | | | | | | | |
| апрель | | | | май | | | | июнь | | | |
| Введение |  |  |  | **+** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Анализ предметной области и формирование требований к системе |  |  |  | **+** | **+** | **+** |  |  |  |  |  |  |
| 2. Проектирование системы |  |  |  | **+** | **+** | **+** |  |  |  |  |  |  |
| 3. Реализация системы |  |  |  | **+** | **+** | **+** |  |  |  |  |  |  |
| 4. Тестирование системы |  |  |  |  | **+** | **+** | **+** |  |  |  |  |  |
| 5. Расчет экономической эффективности |  |  |  |  |  | **+** | **+** |  |  |  |  |  |
| 6. Безопасность жизнедеятельности |  |  |  |  |  | **+** | **+** |  |  |  |  |  |
| Заключение |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |  |  |  |
| Оформление пояснительной записки |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** |  |  |  |
| Подготовка к защите ВКР |  |  |  |  |  |  |  |  | **+** | **+** | **+** | **+** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата выдачи задания | | | « | | 14 | | » | | апреля 2023 г. | | | | | | |  | |
|  | | | | | | | | | |  | | | | | | |
|  | Руководитель выпускной работы бакалавра | | | | | | | | |  | | | | | | М.Д. Каташевцев |
|  |  | | | | | | | | | подпись | | | | | | И.О. Фамилия |
|  |  | | | | | | | | |  | | | | | | |
|  | Руководитель ООП | | | | | | | | |  | | | | | | В.Л. Аршинский |
|  |  | | | | | | | | | подпись | | | | | | И.О. Фамилия |
|  |  | | | | | | | | |  | | | | | | |
|  | Задание принял к исполнению студент | | | | | | | | | | |  | | | | Д.С. Караваева |
|  |  | | | | | | | | | | | подпись | | | | И.О. Фамилия |
|  | План выполнен |  | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | (полностью, не полностью) | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Руководитель работы | | | « | |  | » |  | | | 2023 г. | |  |  | М.Д. Каташевцев | |
|  |  | | |  | |  |  | дата | | |  | | подпись |  | И.О. Фамилия | |

Аннотация

**Тема:** Разработка системы оповещения об изменениях в расписании ИРНИТУ.

**Ключевые слова:** расписание, чат-бот, учебный процесс, проектирование, программирование, фактормножество, postgreSQL, python.

**Выполнил:** Караваева Дарья Сергеевна, 09.03.02 «Информационные системы и технологии в административном управлении».

**Руководитель:** Каташевцев Михаил Дмитриевич, доцент Центра программной инженерии.

В качестве **объекта исследования** выбран процесс составления и изменения расписания учебных занятий в ИРНИТУ.

**Предметом исследования** является система оповещения об изменении расписания.

В первом разделе освещается анализ предметной области расписания в ИРНИТУ:

* рассмотрен объект управления и выделена краткая информация;
* выполнен сравнительный анализ систем оповещения;
* осуществлен обзор существующих решений.

Второй раздел посвящен проектированию системы. Были разработаны следующие проектные решения:

* модель «As-is»;
* модель «To-be»;
* требования к системе;
* требования к входным данным;
* требования к выходным данным;
* алгоритм выявления изменений в расписании;
* фактормножество.

Третий раздел посвящен реализации системы с использованием конкретных технологий. Представлены модели данных на физическом уровне, реализация архитектуры, интеграция системы с чат-ботом и общие технические требования к автоматизированной системе.

В четвертом разделе описано тестирование и работа системы с точки зрения пользователей.

В пятом разделе представлен расчет экономической эффективности разрабатываемой системы.

В шестом разделе приводятся результаты работы по организации безопасности жизнедеятельности специалиста, работающего с системой.

К основным результатам выполнения выпускной квалификационной работы относятся:

* проанализированная существующая организация данных расписания;
* проанализированная архитектура чат-бота «Умное расписание ИРНИТУ»;
* разработанные алгоритмы, позволяющие выявлять изменения при обновлении расписания на основе данных расписания;
* спроектированная система, отслеживающая изменения при обновлении расписания и осуществляющая рассылку с использованием чат-бота «Умное Расписание ИРНИТУ»;
* разработанная система, отслеживающая изменения при обновлении расписания и осуществляющую рассылку с использованием чат-бота «Умное Расписание ИРНИТУ».

**Объем пояснительной записки** – 70 страниц.

**Объем приложений** – 0 страниц.

**Количество рисунков** – 45.

**Количество таблиц** – 22.

**Объем списка литературы –** 32.

**Содержание**

[Введение 7](#_Toc136452427)

[1 Анализ предметной области 9](#_Toc136452428)

[1.1 Краткая информация об объекте управления 9](#_Toc136452429)

[1.2 Сравнительный анализ систем оповещения 10](#_Toc136452430)

[1.3 Обзор существующих решений 11](#_Toc136452431)

[1.3.1 Доска объявлений Высшей Школы Экономики 11](#_Toc136452432)

[1.3.2 Электронное расписание для медицинских вузов 12](#_Toc136452433)

[1.3.3 Мобильное приложение TSU.InTime 13](#_Toc136452434)

[1.4 Заключение по главе 14](#_Toc136452435)

[2 Проектирование системы 16](#_Toc136452436)

[2.1 Модель «As-is» 16](#_Toc136452437)

[2.2 Модель «To-be» 18](#_Toc136452438)

[2.3 Описание требований к системе 20](#_Toc136452439)

[2.4 Требования к входным данным 22](#_Toc136452440)

[2.5 Требования к выходным данным 26](#_Toc136452441)

[2.6 Математическое обеспечение 27](#_Toc136452442)

[2.6.1 Алгоритм выявлений изменений в расписании 27](#_Toc136452443)

[2.6.2 Фактормножество 29](#_Toc136452444)

[2.7 Проектирование макетов сообщений 29](#_Toc136452445)

[3 Реализация системы 31](#_Toc136452446)

[3.1 Требования к видам обеспечения 31](#_Toc136452447)

[3.2 Общие технические требования к АС 31](#_Toc136452448)

[3.3 Модель данных расписания на физическом уровне 32](#_Toc136452449)

[3.4 Модель данных подписчиков на физическом уровне 33](#_Toc136452450)

[3.5 Реализация модулей оповещения 34](#_Toc136452451)

[3.6 Запросы к PostgreSQL 36](#_Toc136452452)

[3.7 Реализация архитектуры системы 39](#_Toc136452453)

[3.8 Интеграция системы с чат-ботом «Умное расписание ИРНИТУ» 41](#_Toc136452454)

[3.9 Реализация макетов 41](#_Toc136452455)

[4 Тестирование системы 45](#_Toc136452456)

[5 Расчет экономической эффективности 48](#_Toc136452457)

[6 Безопасность жизнедеятельности 55](#_Toc136452458)

[6.1 Краткая характеристика объекта 55](#_Toc136452459)

[6.2 Характеристика вредных и опасных факторов 56](#_Toc136452460)

[6.3 Нормирование освещенности производственной среды при разработке программного продукта 60](#_Toc136452461)

[6.4 Электробезопасность 62](#_Toc136452462)

[6.5 Пожарная безопасность 63](#_Toc136452463)

[Заключение 67](#_Toc136452464)

[Список использованных источников 68](#_Toc136452465)

# Введение

Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ) – ведущий университет Восточной Сибири, отличающийся высоким уровнем информационной насыщенности, обеспечивающий доступ к обширным данным для студентов, абитуриентов и сотрудников. Являясь ведущим высшим учебным заведением, ИРНИТУ предоставляет своим студентам необходимую информацию через собственный веб-сайт [1]. Одной из основных задач сайта является распространение актуального расписания занятий для пользователей, обучающихся на дневной форме и составляющих основную часть студентов. Ежедневно тысячи студентов используют расписание для планирования своей учебной деятельности. Качество расписания напрямую влияет на успеваемость студентов и, следовательно, на их дальнейшую карьеру и профессиональное развитие [2].

Электронное расписание ИРНИТУ предоставляет студентам и профессорско-преподавательскому составу (ППС) информацию о расписании занятий и мероприятий. Однако оно может быть не всегда удобным в использовании. Во-первых, иногда бывает, что информация не всегда актуальна и нужно следить за её обновлением. Во-вторых, некоторые пользователи могут столкнуться с трудностями при поиске необходимой информации в расписании.

Автоматическая рассылка сообщений об изменении в расписании позволяет студентам и преподавателям мгновенно узнавать о любых изменениях, таких как разовый перенос занятия или постоянное изменение в расписании. Это снижает вероятность пропуска занятий и позволяет эффективно планировать свое время.

Такой подход позволяет студентам и преподавателям оперативно получать актуальную информацию о занятиях и не тратить время на поиск необходимой информации в официальных источниках.

В данный момент есть чат-бот «Умное Расписание ИРНИТУ», который позволяет просматривать актуальное расписание для студентов и преподавателей [3]. Автоматическая рассылка уведомлений об изменениях и переносах занятий не реализована. Для того, чтобы узнать, об изменениях в расписании пользователю необходимо зайти в личный кабинет, либо на сайт ИРНИТУ и проверить наличие изменений. Из-за этого возникает риск, что пользователь забудет посмотреть расписание, в результате чего он может пропустить занятие. Автоматическая рассылка сообщений решает данную проблему.

В результате выпускной квалификационной работы планируется получить программный продукт, который позволит автоматически уведомлять студентов и ППС ИРНИТУ об изменениях в расписании.

**Целью** выпускной квалификационной работы является повышение оперативности информирования студентов и ППС об изменениях в расписании.

**Задачи**, которые необходимо выполнить, чтобы достигнуть цели выпускной квалификационной работы:

* проанализировать существующую организацию данных расписания;
* проанализировать архитектуру чат-бота «Умное расписание ИРНИТУ»;
* разработать алгоритмы, позволяющие выявлять изменения при обновлении расписания на основе данных расписания;
* спроектировать систему, отслеживающую изменения при обновлении расписания и осуществляющую рассылку с использованием чат-бота «Умное Расписание ИРНИТУ»;
* разработать систему, отслеживающую изменения при обновлении расписания и осуществляющую рассылку с использованием чат-бота «Умное Расписание ИРНИТУ».

# 1 Анализ предметной области

## 1.1 Краткая информация об объекте управления

Высшее образование представляет собой комплекс систематизированных знаний и навыков, которые приобретаются в высших учебных заведениях и включают в себя практическую и теоретическую подготовку в рамках выбранной профессиональной области. Получение высшего образования требует от студента определенных способностей и целеустремленности. Согласно Конституции Российской Федерации, каждый человек, имеющий полное среднее образование, имеет возможность получить бесплатное высшее образование на конкурсной основе, а также выбрать заочную форму обучения или платное обучение.

Очная форма обучения дает возможность практического изучения многих аспектов и прослушивания лекций в отличие от заочной формы. В процессе взаимодействия со своими преподавателями, студенты приобретают не только знания, но и ценный опыт. Однако в профессиональной деятельности личное общение с коллегами и изучение систем дает необходимый опыт, и в этом случае очное обучение может не иметь большого преимущества.

Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ) один из ведущих вузов восточной Сибири, в который ежегодно поступают более 3000 студентов. В ИРНИТУ проходят обучение на бакалавриат по 56-ти направлениям подготовки [1].

В начале каждого семестра на сайте ВУЗа выкладывается расписание на текущий семестр и периодически возникают ситуации, при которых необходимо изменить расписание по какой-либо причине. Причины бывают регулярные (повторяющиеся), например, проведение конференций, печать документов или академия IT; экстренные, например, болезнь преподавателя и разовые – выдача карт. В этих случаях крайне важно автоматически оповестить обучающихся и преподавателей о том, что поменялось расписание, чтобы избежать ненарочного пропуска занятия.

На данный момент автоматическая рассылка уведомлений об изменениях и переносах занятий не реализована. Для того, чтобы узнать, об изменениях в расписании пользователю необходимо зайти в личный кабинет, либо на сайт ИРНИТУ и проверить наличие изменений. Из-за этого возникает риск, что пользователь забудет посмотреть расписание, в результате чего он может пропустить занятие. Автоматическая рассылка сообщений решает данную проблему.

В ИРНИТУ есть такие структурные подразделение учебно-методического управления, как Учебный отдел [4]. Он существует для:

* организации и контроля разработки учебных планов на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования программ бакалавриата, магистратуры, специалитета; рабочих учебных планов;
* контроля составления календарных учебных графиков;
* организации работы по расчету сводной учебной нагрузки по кафедрам университета;
* разработки предложения по установлению численности научно-педагогических работников по кафедрам университета;
* контроля распределения учебной нагрузки;
* контроля рационального использования почасового фонда;
* контроля и анализа выполнения учебной нагрузки преподавателями;
* контроля проведения учебных занятий, зачетов, экзаменов;
* обобщения результатов текущей успеваемости студентов;
* cоставления автоматизированного расписания учебных занятий и оптимизации размещения учебных групп во время экзаменационных сессий;
* обеспечения своевременного составления установленной отчетной документации.

Именно учебный отдел формирует данные для электронного расписания, контролирует правильность отображения всех соответствующих данных и их доступность для учащихся и преподавателей [5].

После формирования расписания, оно публикуется на сайте ИРНИТУ, что позволяет всем желающим узнать информацию о расписании. Также, используется чат-бот, который отправляет сообщения студентам и преподавателям о расписании.

## 1.2 Сравнительный анализ систем оповещения

Для выявления улучшаемых функций, проведем сравнительный анализ двух систем оповещения: существующей, которая описана в инструкции расписания учебных занятий, и новой разработанной системы оповещения. Каждая из систем будет оцениваться в соответствии с выбранными критериями. Оценка критерию будет выставляться по 10-балльной шкале, где 10 баллов будут означать, что система полностью соответствует ожиданиям критерия, 5 баллов – соответствие на половину, и 0 баллов – невыполнение критерия. Для этого составим таблицу, с указанием баллов по каждому критерию и полному отчету в каждой ячейке по выставленной оценке. (см. таблицу 1.1)

Таблица 1.1 – Сравнительный анализ систем оповещения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Критерий оценки**  **системы** | **Действующая система**  **оповещения** | **Планируемая система**  **оповещения СОИР** |
| Скорость оповещения  студентов | 2/10  Информационный листок на двери аудитории со сведениями переноса | 9/10  Автоматическая система мгновенно оповещает всех пользователей |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Критерий оценки**  **системы** | **Действующая система**  **оповещения** | **Планируемая система**  **оповещения СОИР** |
| Количество сотрудников необходимых для полного оповещения | 3/10  Необходимость оповещения пользователей, задействование дополнительных сотрудников | 8/10  Необходимо внести лишь изменения в БД, оповещение студентов будет автоматизировано |
| Уточнение информации, объем передаваемой информации | 2/10  Информационный листок на двери аудитории со сведениями переноса.  Необходимо оповещать сотрудников, которые выдают ключи от аудиторий | 8/10  При оповещении, можно указать любую информацию, что никак не повлияет на скорость |
| Автоматизация | 0/10  Автоматизация не предусматривается | 9/10  Система полностью автоматизирована, и сама определяет изменения в расписании |

Сравнительный анализ показал, что по заданным критериям лидирует планируемая система СОИР, которая позволит значительно сократить использование человеческих ресурсов и автоматизировать процесс рассылки уведомлений об изменениях в учебных занятиях.

## 1.3 Обзор существующих решений

В настоящее время существует очень малое количество автоматизированных информационных систем, осуществляющих уведомление пользователей о чем-либо.

### 1.3.1 Доска объявлений Высшей Школы Экономики

Доска объявлений от Высшей Школы Экономики [6] предоставляет множество возможностей для студентов, преподавателей и сотрудников университета. Ниже рассмотрены некоторые из них:

**Получение информации о новых мероприятиях**

На доске объявлений можно узнать о различных мероприятиях, которые проходят в университете или в его окрестностях. Для это пользователю необходимо выбрать курс и тему, по которой проводится мероприятие (см. рисунок 1.1)

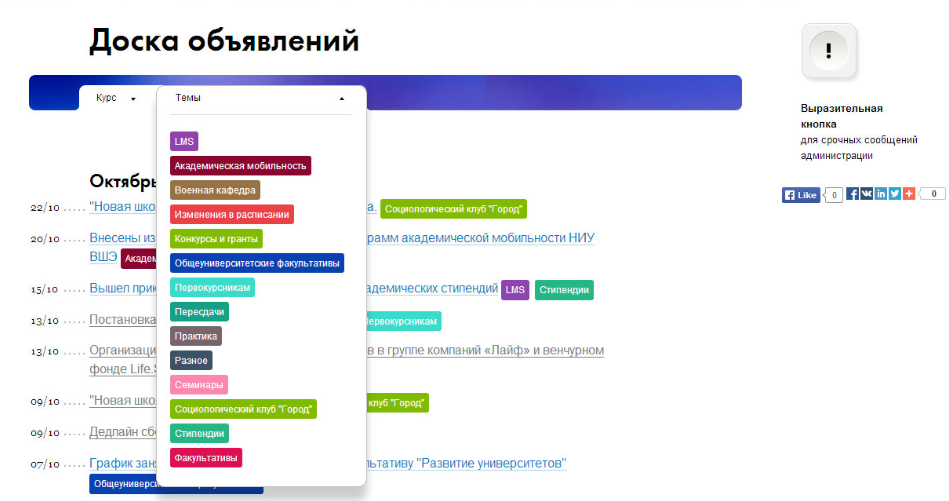


Рисунок 1.1 – Доска объявлений от ВШЭ

**Обмен информацией**

Студенты могут размещать объявления о поиске соседей по комнате или о продаже учебных пособий, а преподаватели могут публиковать информацию о консультациях и внеурочной деятельности.

**Подача заявок на участие в мероприятиях**

На доске объявлений можно найти информацию о мероприятиях и подать заявку на участие в них.

**Поиск партнеров для проектов**

На доске объявлений можно найти партнеров для участия в научных проектах или других общих мероприятиях.

### 1.3.2 Электронное расписание для медицинских вузов

Данная программа предназначена для составления расписания в высших учебных заведениях, специализирующиеся в области медицинских и фармацевтических наук. Она учитывает пожелания и возможности преподавателей, групп студентов и доступные помещения, а также позволяет составлять расписание экзаменационной сессии [7].

Возможности программы:

**Составление расписания занятий**

* составление расписания на различные периоды (недельный, двухнедельный и произвольный период);
* составление расписания для сессии;
* составление расписания с учетом графика учебно – производственного процесса;
* составление расписания для дополнительных занятий.

**Функциональные особенности программы**

* поддержка различных объединений контингента в любом количестве (группа, подгруппа, поток);
* учет параллельных занятий;
* учет максимального количества занятий в день;
* регулирование продолжительности занятий и перерывов между ними;
* управление доступом к аудиториям;
* анализ загруженности аудиторий.

**Распределение нагрузки групп**

* учет учебных планов на семестр по группам, потокам, групп;
* учет календарного плана;
* соблюдение графика учебно-производственного процесса.

**Отчеты и аналитика**

* анализ нагрузки на группу;
* анализ занятости помещений и кафедр;
* печать расписания лекций, фронтального расписания, циклового расписания, расписания сессий и графика учебно-производственного процесса;
* возможность выгрузки всех отчетов в Excel, PDF (см. рисунок 1.2).

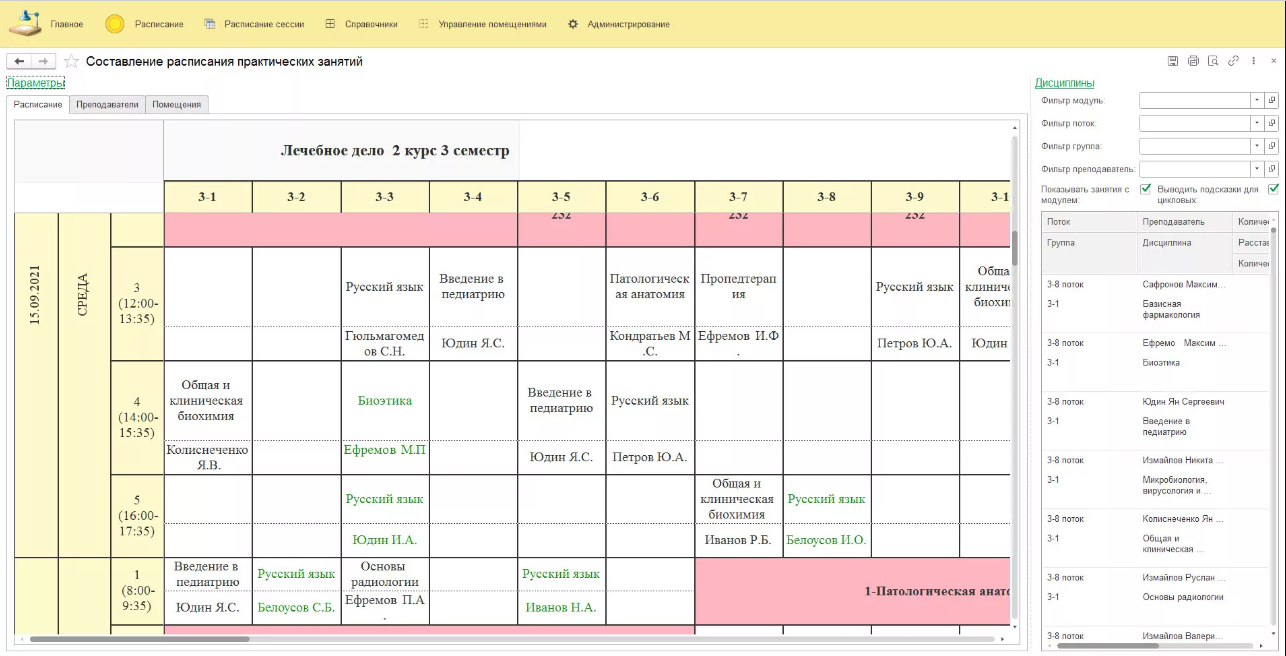


Рисунок 1.2 – Электронное расписание для медицинских вузов

### 1.3.3 Мобильное приложение TSU.InTime

TSU.InTime – это инновационное мобильное приложение Томского Государственного Университета, которое помогает повысить эффективность управления временем. Приложение предназначено для удобного планирования и контроля задач в режиме реального времени. С помощью TSU.InTime пользователи могут создавать список дел, устанавливать приоритеты, уведомления и напоминания о важных событиях. Благодаря интуитивно понятному интерфейсу и удобным инструментам, приложение обеспечивает эффективный и удобный способ организации рабочего и личного времени (см. рисунок 1.3). TSU.InTime доступен для скачивания на устройствах iOS и Android [8].

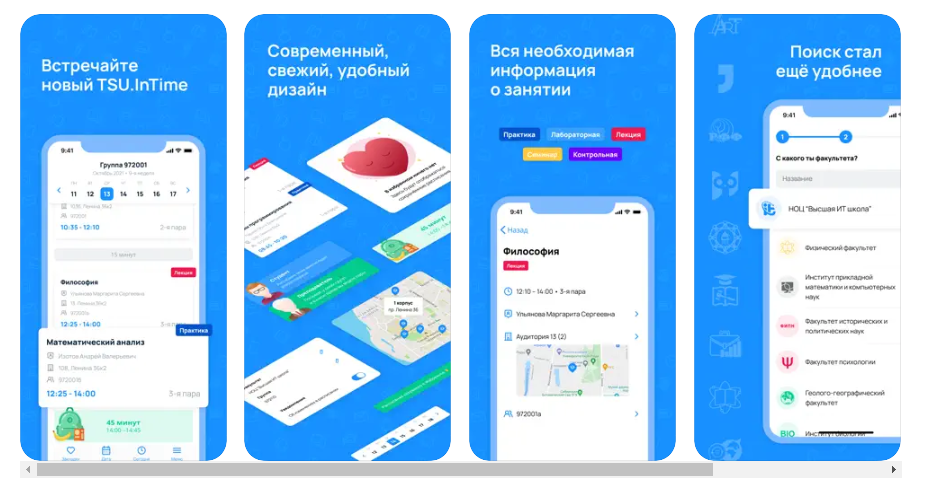


Рисунок 1.3 – Мобильное приложение TSU.InTime

## 1.4 Заключение по главе

Анализ предметной области показал, что автоматическая рассылка сообщений об изменении в расписании является важным инструментом, повышающим эффективность управления временем студентов и преподавателей.

Кроме того, автоматическая рассылка сообщений также снижает вероятность пропуска занятий. Это способствует повышению общей успеваемости учащихся и повышению качества образования в целом. Автоматическая рассылка сообщений об изменении в расписании может значительно сэкономить время и усилия преподавателей, которые ранее должны были уведомлять каждого старосту о внесенных изменениях в расписание.

Все это подчеркивает важность использования в современном образовании современных технологий, таких как автоматизация процессов управления расписанием.

Выше рассмотренные решения являются неудобными, поскольку в ИРНИТУ есть своя система организации данных.

Таким образом необходимо разработать систему, которая должна:

* выявлять изменения в регулярном расписании ИРНИТУ;
* выявлять переносы в расписании ИРНИТУ;
* автоматически рассылать сообщения через телеграмм-бот:
  1. уведомлять студентов об изменении в расписании;
  2. уведомлять ППС об изменении в расписании;
  3. уведомлять студентов о переносе пары в расписании;
  4. уведомлять ППС о переносе пары в расписании;
  5. уведомлять студентов о начале зачетной недели;
  6. уведомлять студентов о начале экзаменационной недели;
  7. уведомлять студентов о начале нового семестра.

# 2 Проектирование системы

## 2.1 Модель «As-is»

На рисунке 2.1 представлена модель «Процесс ознакомления пользователя с расписанием As-is» уровня А0, где на вход поступает информация о расписании. Ресурсами являются учебный отдел и пользователи. Процесс регулируется регламентом ИРНИТУ. Результатом процесса является расписание для студентов и расписание для преподавателей. Модель представлена в нотации IDEF0 [9].

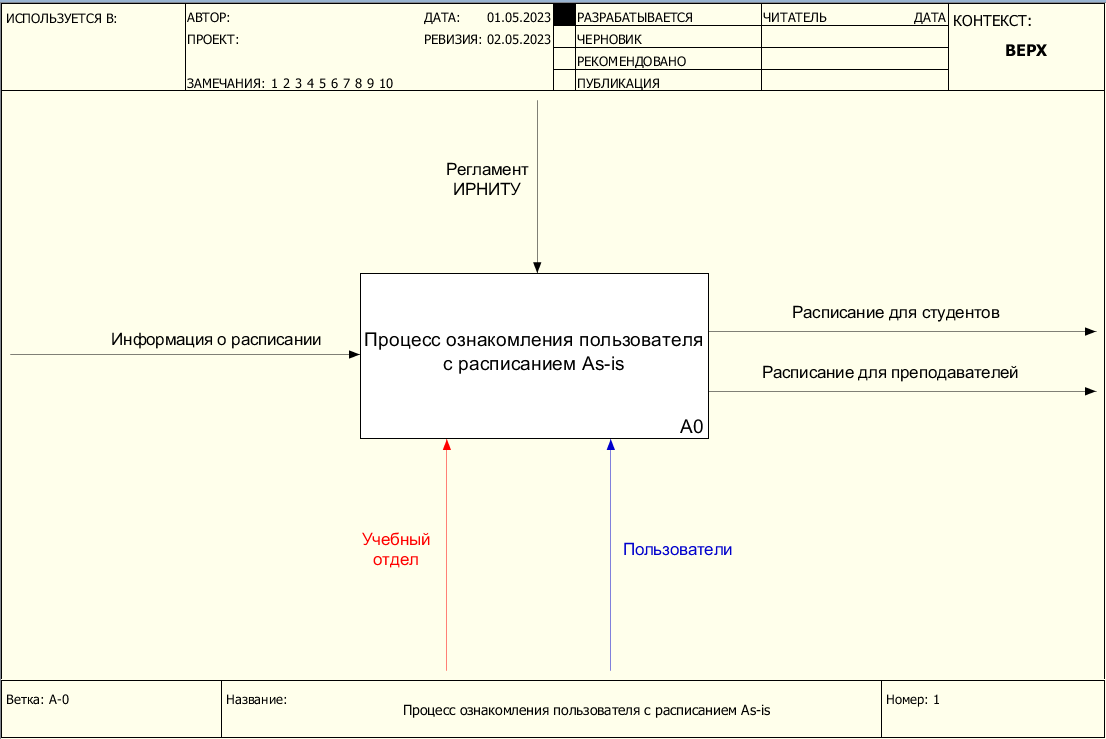


Рисунок 2.1 – Концептуальный уровень модели «Процесс ознакомления пользователя с расписанием As-is»

На рисунке 2.2 представлена детализация модели «Процесс ознакомления пользователя с расписанием As-is». Детализация содержит 4 процесса: сформировать основное расписание, обновить расписание, выложить расписание и просмотреть расписание.

На вход в данный процесс поступает информация о расписании, которая инициализирует этот процесс. Ресурсами являются учебный отдел и пользователи. Процесс регулируется регламентом ИРНИТУ. Результатом процесса является расписание для студентов и расписание для преподавателей.

В процессе «Сформировать основное расписание» учебный отдел создает расписание на текущий семестр. Для этого учебному отделу необходимо:

1. Определить количество студентов в каждой группе, которые будут обучаться в текущем семестре.
2. Определить количество преподавателей, которые будут вести занятия в текущем семестре.
3. Определить перечень дисциплин и количество часов, которое должно быть отведено на каждую дисциплину.
4. Составить расписание занятий с учетом количества учащихся, количества преподавателей и количества часов по каждой дисциплине.

В процессе «Обновить расписание» учебный отдел может вносить изменения в расписание занятий, например, изменять время, день и место проведения занятий, добавлять новые, отменять уже запланированные занятия и т.д.

В процессе «Выложить расписание» учебный отдел подготавливает и публикует расписание занятий на сайте ИРНИТУ, либо в личном кабинете, которое уже утверждено.

В процессе «Просмотреть расписание» пользователи и другие лица могут просматривать утверждённое расписание, чтобы узнать какие занятия будут проводиться в течение семестра. Учебный отдел в процессе «Просмотреть расписание» предоставляет актуальную и достоверную информацию о расписании занятий всем пользователям, а также эффективно управляет учебными ресурсами высшего учебного заведения.

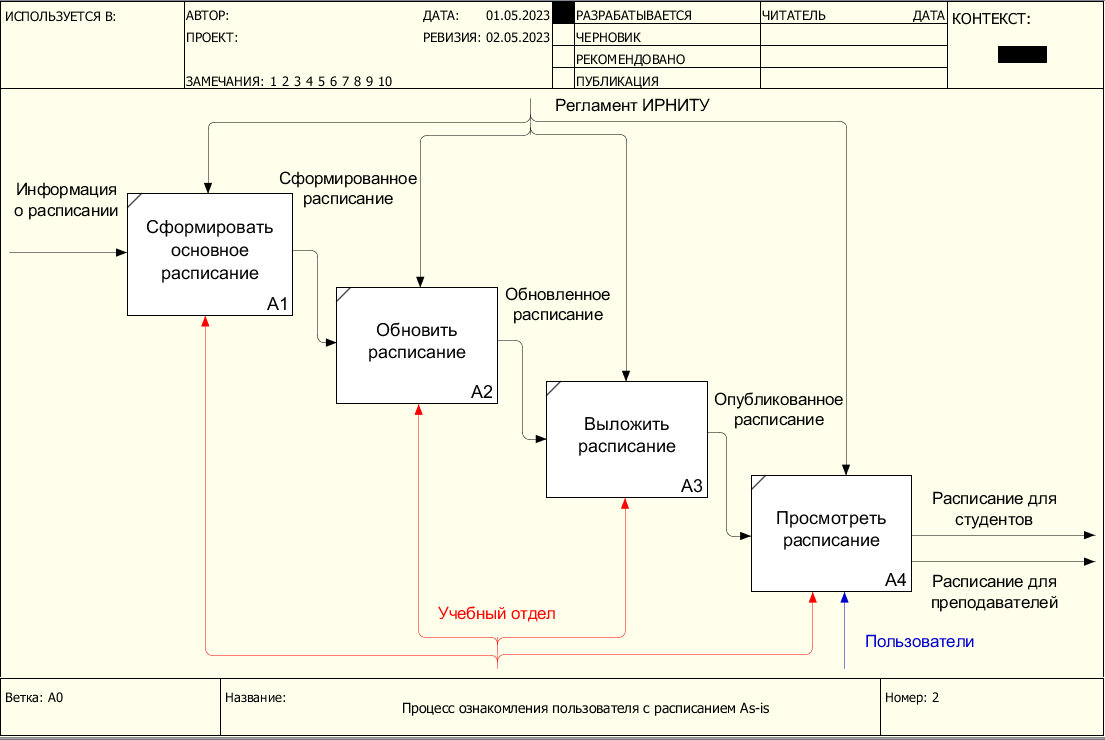


Рисунок 2.2 – Детализация концептуальной модели As-is.

## 2.2 Модель «To-be»

На рисунке 2.3 представлена модель «Процесс ознакомления пользователя с расписанием To-be» уровня А0, где на вход поступает информация о расписании. Ресурсами являются учебный отдел и система электронно-аудиторных фондов. Процесс регулируется регламентом ИРНИТУ. Результатом процесса является расписание для студентов и расписание для преподавателей.

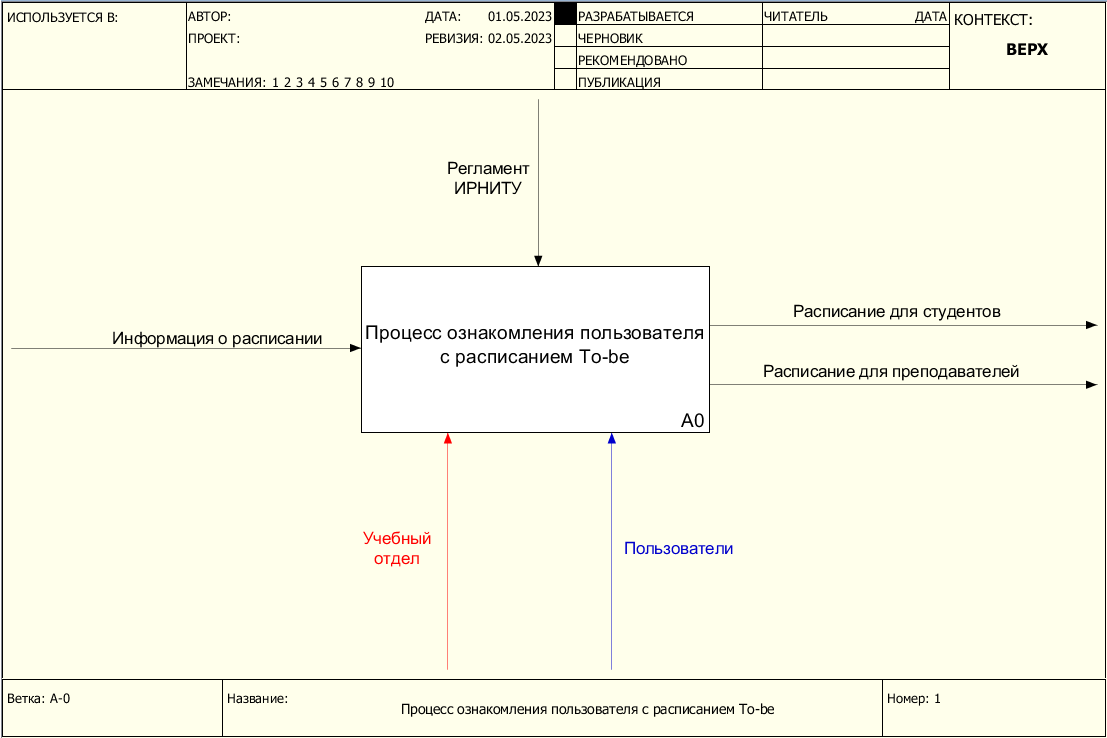


Рисунок 2.3 – Концептуальный уровень модели «Процесс ознакомления пользователя с расписанием To-be»

На рисунке 2.4 представлена детализация модели «Процесс ознакомления пользователя с расписанием To-be». Детализация содержит 5 процессов: сформировать основное расписание, обновить расписание, автоматически оповестить об изменениях, выложить расписание и просмотреть расписание.

На вход в данный процесс поступает информация о расписании, которая инициализирует этот процесс. Ресурсами являются учебный отдел и система электронно-аудиторных фондов. Процесс регулируется регламентом ИРНИТУ. Результатом процесса является расписание для студентов и расписание для преподавателей.

В процессе «Сформировать основное расписание» учебный отдел создает расписание на текущий семестр. Для этого учебному отделу необходимо:

1. Определить количество студентов в каждой группе, которые будут обучаться в текущем семестре.
2. Определить количество преподавателей, которые будут вести занятия в текущем семестре.
3. Определить перечень дисциплин и количество часов, которое должно быть отведено на каждую дисциплину.
4. Составить расписание занятий с учетом количества учащихся, количества преподавателей и количества часов по каждой дисциплине.

В процессе «Обновить расписание» учебный отдел может вносить изменения в расписание занятий, например, изменять время, день и место проведения занятий, добавлять новые, отменять уже запланированные занятия и т. д.

В процессе «Автоматически оповестить об изменениях» система автоматически уведомляет студентов и преподавателей о том, что в расписании произошло изменение.

В процессе «Выложить расписание» учебный отдел подготавливает и публикует расписание занятий на сайте ИРНИТУ, либо в личном кабинете, которое уже утверждено.

В процессе «Просмотреть расписание» пользователи и другие лица могут просматривать утверждённое расписание, чтобы узнать какие занятия будут проводиться в течение семестра. Учебный отдел в процессе «Просмотреть расписание» предоставляет актуальную и достоверную информацию о расписании занятий всем пользователям, а также эффективно управляет учебными ресурсами высшего учебного заведения.

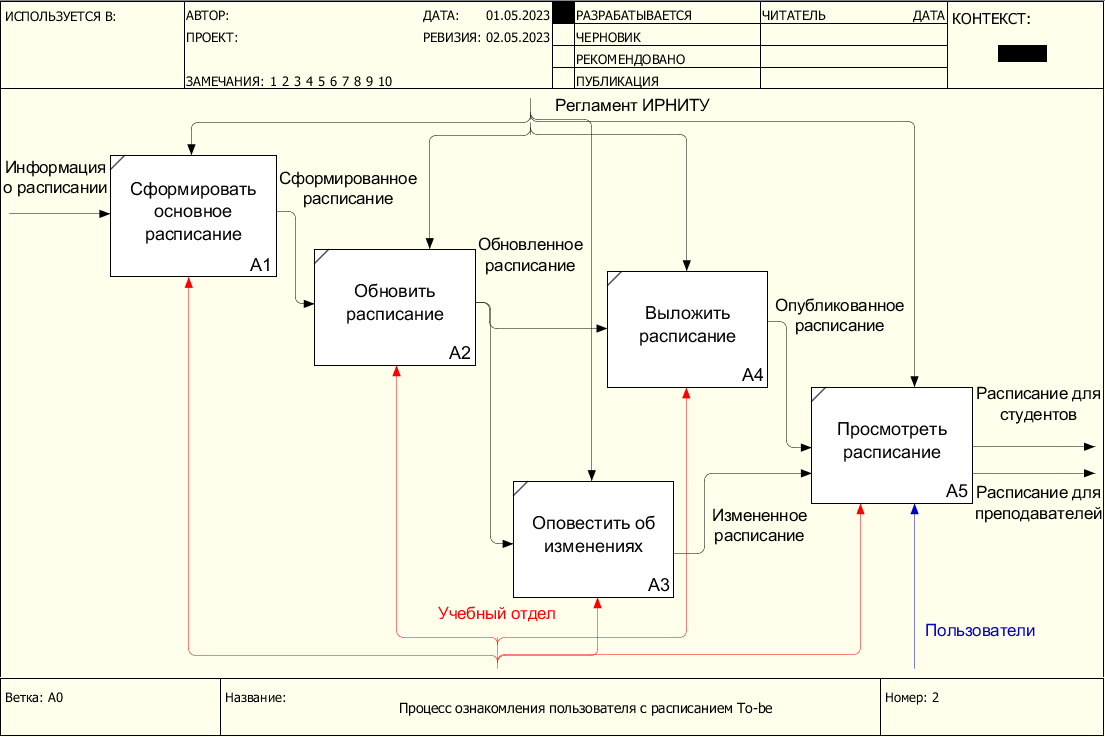


Рисунок 2.4 – Детализация концептуальной модели To-be

## 2.3 Описание требований к системе

**Требования к структуре АС в целом**

Разрабатываемая система должна быть реализована в виде отдельного модуля, взаимодействующего с системой электронных аудиторных фондов учебного отдела ИРНИТУ. Модуль разбит на подмодули (см. рисунок 2.5):

1. Модуль отслеживания разовых переносов занятий.
   1. Модуль отслеживания разовых переносов занятий должен запускаться на сервере (1) системы электронных аудиторных фондов учебного отдела.
   2. Модуль должен подключаться к БД учебного отдела (5) и запрашивать список переносов на заданный срок.
   3. Модуль должен обращаться к базе телеграмм-бота (7), запрашивать список подписчиков (кому будут рассылаться сообщения).
   4. Модуль должен рассылать сообщения через телеграмм-бот (6) о разовых переносах подписчика, в котором будет указываться наименование дисциплины, номер подгруппы (для студента), дата и причина переноса.
2. Модуль отслеживания изменений в регулярном расписании.
   1. Модуль отслеживания изменений в регулярном расписании должен запускаться на сервере (1) системы электронных аудиторных фондов учебного отдела.
   2. Модуль должен подключаться к БД учебного отдела (5) и запрашивать изменения в расписании.
   3. Модуль должен обращаться к базе телеграмм-бота (7), запрашивать список подписчиков (кому будут рассылаться сообщения).
   4. Модуль должен рассылать сообщения через телеграмм-бот (6) об изменениях в расписании, в котором будет указываться наименование дисциплины, дата переноса или время пары или четность/нечетность недели.
3. Модуль отслеживания факта изменений, внесенных в БД.
   1. Модуль отслеживания факта изменений, внесенных в БД, должен запускаться на сервере (5) системы электронных аудиторных фондов учебного отдела.
   2. Модуль должен каждый час проверять наличие новых записей в таблицах БД расписания учебного отдела (5).
   3. При факте наличия новых записей должен запустить модули оповещения об изменениях и переносах (3).



Рисунок 2.5 – Схема взаимодействия

**Требования к функциям (задачам), выполняемым АС**

Задача отслеживания разовых переносов занятий:

* вывод информации у какой группы был перенос;
* вывод информации у какого преподавателя был перенос;
* вывод причины переноса пары;
* вывод даты с какого числа перенесли пару;
* вывод времени пары с какой пары перенесли и на какую;
* вывод названия предмета, которое переносится и номер подгруппы, у которой перенесли пару;
* интеграция с базой данных «Учебный отдел».

Задача отслеживания изменений в регулярном расписании:

* вывод информации у какой группы было изменение;
* вывод информации у какого преподавателя было изменение;
* вывод названия предмета, которое переносится и номер подгруппы, у которой перенесли пару;
* вывод дня недели с какого перенесли пару и на какое;
* вывод времени пары с какой перенесли пару и на какое;
* вывод четности / нечетности пары (еженедельная / черезнедельная);
* интеграция с базой данных «Учебный отдел».

Задача рассылки оповещений студентам:

* формирование сообщения об изменениях для студентов;
* интеграция с чат-ботом «Умное расписание ИРНИТУ»;
* интеграция с базой данных «Умное расписание ИРНИТУ».

Задача рассылки оповещений преподавателям

* формирование сообщения об изменениях для преподавателей;
* интеграция с чат-ботом «Умное расписание ИРНИТУ»;
* интеграция с базой данных «Умное расписание ИРНИТУ».

Задача отслеживания факта изменений, внесенных в БД

* интеграция с базой данных «Учебный отдел»;
* отслеживание момента обновления данных в базе расписания учебного отдела.

Задача разбиения подписчиков телеграмм-бота на фактормножества

* общий список подписчиков разбивается на подмножества по признаку подписки на учебную группу;
* общий список подписчиков разбивается на подмножества по признаку подписки на преподавателя.

## 2.4 Требования к входным данным

**Модель входных данных на логическом уровне**

Данная модель описывает слепок расписания вместе с заявками, а также дополнительными сущностями (группы, преподаватели, аудитории). Также данная модель включает в себя факты подписок пользователей телеграмм-бота «Умное расписания ИРНИТУ» на рассылку уведомлений об изменении в расписании, а также о разовых переносах занятий [10] (см. рисунок 2.6).

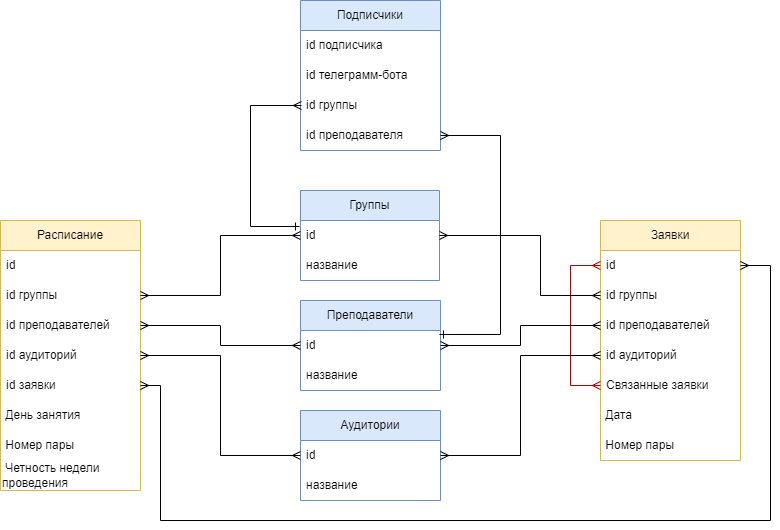


Рисунок 2.6 – Модель входных данных на логическом уровне

Таблица 2.1 – Модель «Подписчики»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| id подписчика | число | Уникальный номер подписчика |
| id группы | Число либо пустое значение | Уникальный номер группы |
| id преподавателя | Число либо пустое значение | Уникальный номер преподавателя |

Данная модель описывает подписчиков на чат-бот «Умное расписание ИРНИТУ». С помощью данных этой модели система может определить, каким подписчикам следует отправлять информацию об изменениях и какие именно изменения. Если поле id группы не пустое, значит пользователь подписан на рассылку об изменениях в группе и соответственно будет получать оповещение в случае изменения расписания группы.

Если поле id преподавателя не пустое, значит пользователь подписан на рассылку об изменениях преподавателя и соответственно будет получать оповещение в случае изменения расписания.

Таблица 2.2 – Модель «Расписание»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| id | Число | Уникальный номер расписания |
| id групп | Список чисел | Уникальные номера групп |
| id преподавателей | Список чисел | Уникальные номера преподавателей |
| id аудиторий | Список чисел | Уникальные номера аудиторий |
| id заявки | Число | Уникальный номер заявки |
| День занятия (день недели) | Число | Число от 1 до 13, которое соответствует определенному дню недели |
| Номер пары | Число | Число от 1 до 8, которое соответствует определенному номеру пары |
| Четность недели проведения | Ограниченный набор значений, 0 – четное, 1 – нечетное | Число от 1 до 2, которое соответствует четности недели |

Данная модель предназначена для хранения расписания. Если в поле id заявки есть значение, то это указывает на заявку, которая привела к переносу занятия, и по которой можно определить новое время и дату проведения занятия. Поле id групп содержит список уникальных номеров групп, для которых запланировано занятие.

Таблица 2.3 – Модель «Заявки»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| id | Число | Уникальный номер заявки |
| id группы | Список чисел | Уникальный номер группы |
| id преподавателя | Список чисел | Уникальный номер преподавателя |
| id аудитории | Список чисел | Уникальный номер аудитории |
| Связанные заявки | Список чисел | Информация о переносах (откуда и куда перенесено занятие) |
| Дата | Дата | Число от 1 до 13, которое соответствует определенному дню недели |
| Номер пары | Число | Число от 1 до 8, которое соответствует определенному номеру пары |

Данная модель предназначена для хранения заявок. Поле «связанные заявки» хранит информацию о переносах занятий в расписании.

Таблица 2.4 – Модель «Группы»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| id | Число | Хранит уникальный номер группы |
| Название | Строка | Хранит название группы |

Данная модель предназначена для хранения списка групп.

Таблица 2.5 – Модель «Преподаватели»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| id | Число | Хранит уникальный номер преподавателя |
| Название | Строка | Хранит ФИО преподавателя |

Данная модель предназначена для хранения списка преподавателей.

Таблица 2.6 – Модель «Аудитории»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| id | Число | Хранит уникальный номер аудитории |
| Название | Строка | Хранит название аудитории |

Данная модель предназначена для хранения списка аудиторий.

**Требования к формату входных данных**

Система работает с тремя типами объектов:

* подписчик телеграмм-бота;
* строка занятий в регулярном расписании;
* факт переноса занятия.

Модель данных «Подписчик телеграмм-бота» содержит следующие данные из базы данных телеграмм-бота:

* идентификатор;
* группа, на которую подписан пользователь;
* преподаватель, на которого подписан пользователь.

Данная модель используется для хранения подписчиков телеграмм-бота. С помощью этой модели сопоставляется факт подписки пользователя телеграмма на учебную группу или преподавателя. Данные для модели формируются автоматически в момент подписки на телеграмм-бота.

Модель данных «Строка занятий в регулярном расписании» содержит следующие данные из базы данных учебного отдела:

* начало учебной недели действия расписания;
* конец учебной недели действия расписания;
* наименование дисциплины;
* день проведения занятия;
* номер пары проведения занятия;
* четность/нечетность недели проведения занятия;
* аудитория проведения занятия;
* преподаватели, которые проводят занятие;
* группы, для которых проводятся занятия;
* номер подгруппы, для которых проводятся занятия;
* тип занятия.

Модель данных «Факт переноса занятия» содержит следующие данные из базы данных учебного отдела:

* дата переноса занятия;
* причина переноса занятия;
* время переноса занятия;
* аудитория переноса занятия;
* наименование перенесенной дисциплины;
* ответственный за перенос занятия;
* идентификатор перенесенного занятия.

## 2.5 Требования к выходным данным

**Формат выходных данных модуля «Отслеживание переносов занятий»**

В результате работы системы, система формирует ответ, который должен содержать следующую информацию:

Таблица 2.7 – Выходные данные модели «Отслеживание переносов занятий»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| Наименование дисциплины | Строка | Название дисциплины |
| Номер подгруппы | Число | Номер подгруппы |
| Первая дата | Дата | Дата, с которой перенесли занятие |
| Вторая дата | Дата | Дата, на которую перенесли занятие |
| Причина переноса | Строка | Причину переноса |
| Аудитория, в которую перенесли занятие | Строка | Название аудитории |

На основе данной информации формируется сообщение по шаблону, которое в дальнейшем используется при рассылке подписчикам с помощью телеграмм-бота.

**Формат выходных данных модуля «Отслеживание изменений занятий»**

В результате работы системы, система формирует ответ, который должен содержать следующую информацию:

Таблица 2.8 – Выходные данные модели «Отслеживание переносов занятий»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| Наименование дисциплины | Строка | Название дисциплины |

Продолжение таблицы 2.8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| Первая дата | Дата | Дата, с которой перенесли занятие |
| Вторая дата | Дата | Дата, на которую перенесли занятие |
| Номер первой пары | Число | Пара, с которой перенесли занятие |
| Номер второй пары | Число | Пара, на которую перенесли занятие |
| Четность недели проведения | Ограниченный набор значений, 0 – четное, 1 – нечетное | Указывается какая неделя: четная или нечетная |

На основе данной информации формируется сообщение по шаблону, которое в дальнейшем используется при рассылке подписчикам через телеграмм-бот.

**Формат выходных данных модуля «Сессия»**

В результате работы системы, система формирует ответ, который должен содержать следующую информацию:

Таблица 2.9 – Выходные данные модели «Отслеживание переносов занятий»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| Сообщение | Строка | Сообщение содержит информацию в зависимости от данных расписания |
| Дата | Дата | Дата, с которой указывается зачетная неделя, экзаменационная неделя или начало семестра |

## 2.6 Математическое обеспечение

Разбиение списка пользователей, подключенных к чат-боту «Умное расписание ИРНИТУ», путем построения фактормножества по признаку подписки на группу или преподавателя.

### 2.6.1 Алгоритм выявлений изменений в расписании

1. Дан список занятий с информацией о дне, паре и группах, для которых проводится занятие.
2. Строим фактормножества по признаку одновременного совпадения групп, дней, пар и учебных недель.
3. На каждый кортеж (набор значений) (день, пара, неделя) формируем порядочные массивы, упорядоченные по дню, паре и учебной неделе. Формируем массивы:
   1. Массив дней. Область допустимых значений: 1 – 13

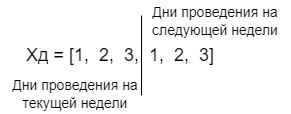


Рисунок 2.7 – Массив дней

* 1. Массив пар. Область допустимых значений: 1 – 8

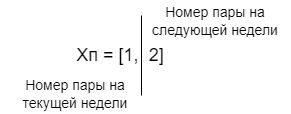


Рисунок 2.8 – Массив пар

* 1. Массив недель. Область допустимых значений: 1 – 2

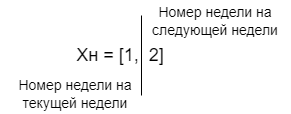


Рисунок 2.9 – Массив недель

1. Сопоставляем в массивах значения попарно. Считаем значения функции.
   1. Если размер Х четное, то считаем по формуле:

F(Х) =

Если F(Х) = 1, то нет изменений в расписании.

Если F(X) = 0, то есть изменения в расписании.

Факт наличия изменения в расписании для данной строки занятия определяется результатом данного выражения:

, где

Хд – массив дней, Хп – массив пар, Хн – массив недель.

Если Fобщ = 3, то изменений нет.

Если Fобщ <3, то изменения есть.

* 1. Если размер Xд нечётное, то значит, что занятие поменяло свой признак еженедельности и в строке присутствует изменение.

### 2.6.2 Фактормножество

Фактормножество – разбиение множества на подмножества по какому-либо признаку [11].

#### Разбиение множества подписчиков

Разбиение множества подписчиков на подмножества осуществляется путем построения фактормножества по одному из признаков:

* признак подписки на группу;
* признак подписки на преподавателя.

#### Разбиение множества переносов занятий

Разбиение множества переносов занятий осуществляется путем построения фактормножества по одному из признаков:

* для каких групп перенос занятий;
* для каких преподавателей перенос занятий.

#### Разбиение множества изменений занятий

Разбиение множества изменений занятий осуществляется путем построения фактормножества по одному из признаков:

* у каких групп произошло изменение занятия;
* у каких преподавателей произошло изменение занятия.

Факт изменения занятия рассчитывается на основании данных текущей и следующей неделей, хранится в базе данных учебного отдела ИРНИТУ.

## 2.7 Проектирование макетов сообщений

В начале сообщения должен указываться тип сообщения: изменение или перенос пары. Затем указывается название дисциплины, номер подгруппы (если необходимо) и сам факт переноса / изменения, где указывается что именно изменилось в текущем расписании [12].

****

Рисунок 2.10 – Макет сообщения об изменениях для группы

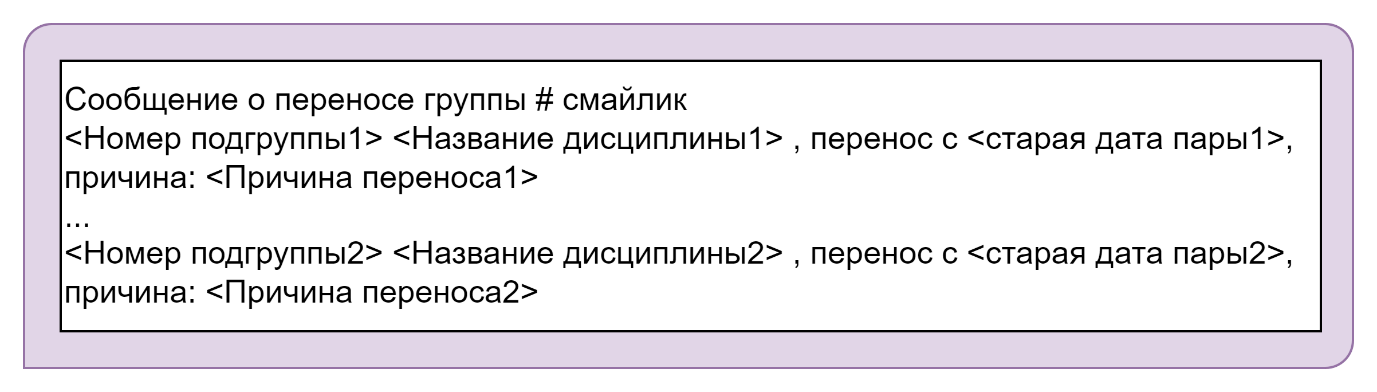


Рисунок 2.11 – Макет сообщения о переносе для группы

В начале сообщений модуля «Сессия» должно быть словосочетание «Важная информация», которая позволит пользователям обратить внимание на сообщение.

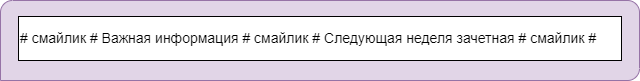


Рисунок 2.12 – Макет сообщения о начале зачетной недели

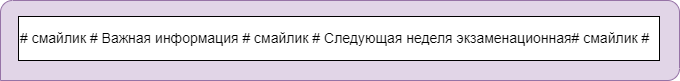


Рисунок 2.13 – Макет сообщения о начале экзаменационной недели

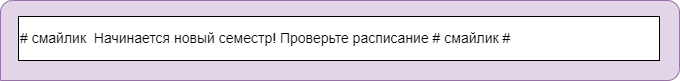


Рисунок 2.14 – Макет сообщения о начале нового семестра

# 3 Реализация системы

## 3.1 Требования к видам обеспечения

**Лингвистическое обеспечение**

Система должна быть реализована с помощью языка программирования Python.

Python – это высокоуровневый язык программирования, отличающийся эффективностью, простотой и универсальностью использования. Он широко применяется в разработке веб-приложений и прикладного программного обеспечения, а также в машинном обучении и обработке больших данных [13].

Запросы к базе данных должны быть реализованы с помощью SQL.

SQL – это язык структурированных запросов, использующийся для работы с базой данных: извлечения, обновления, добавления и удаления информации из нее [14].

Запросы к базе данных телеграмм подписчиков должны быть реализованы с помощью MQL.

MQL – это язык структурированных запросов, для работы с MongoDB, документно-ориентированной системы управления базами данных, которые представлены в виде коллекций JSON документов [15].

**Программное обеспечение**

В качестве СУБД используется объектно-реляционная система PostgreSQL [16], которая будет разворачиваться на системе Linux [17]. Для разработки используется редактор Visual Studio Code [18], в качестве основного языка программирования используется Python. Запросы пишутся на SQL.

PostgreSQL – это популярная свободная объектно-реляционная система управления базами данных. PostgreSQL базируется на языке SQL.

Linux – операционная система, которая распространяется на бесплатной основе. Linux состоит из ядра (центральная часть системы), которое обеспечивает доступ к набору небольших программ, взаимодействующих с этим ядром. На основе ядра Linux, можно разработать собственную версию операционной системы (дистрибутив).

Visual Studio Code (VS Code) – это редактор кода для разных языков программирования. Он относительно немного весит, гибкий и удобный. Редактор кода существует для всех популярных операционных систем: Windows, Linux и macOS.

## 3.2 Общие технические требования к АС

**Требования к численности и квалификации персонала и пользователей**

Система интегрирована в информационной системе ИРНИТУ, работает в автономном режиме.

Для технического сопровождения системы нужен квалифицированный Python-программист и администратор Linux сервера.

**Требования безопасности**

Система должна быть развернута на сервере, доступ к которому имеется только у квалифицированного и авторизованного персонала.

Токены, необходимые для подключения к чат-боту должны быть доступны только администратору сервера.

**Требования к эргономике и технической эстетике**

Сообщения об изменениях должны формироваться с соблюдением правил русского языка, а также с соблюдением падежей и чисел.

## 3.3 Модель данных расписания на физическом уровне

На рисунке 3.1 приведена спроектированная модель данных на физическом уровне [19]. В качестве СУБД используется объектно-реляционная система PostgreSQL. В базе данных «schedule» есть таблицы «schedule\_v2», «queries», «prepods», «auditories», «real\_group».

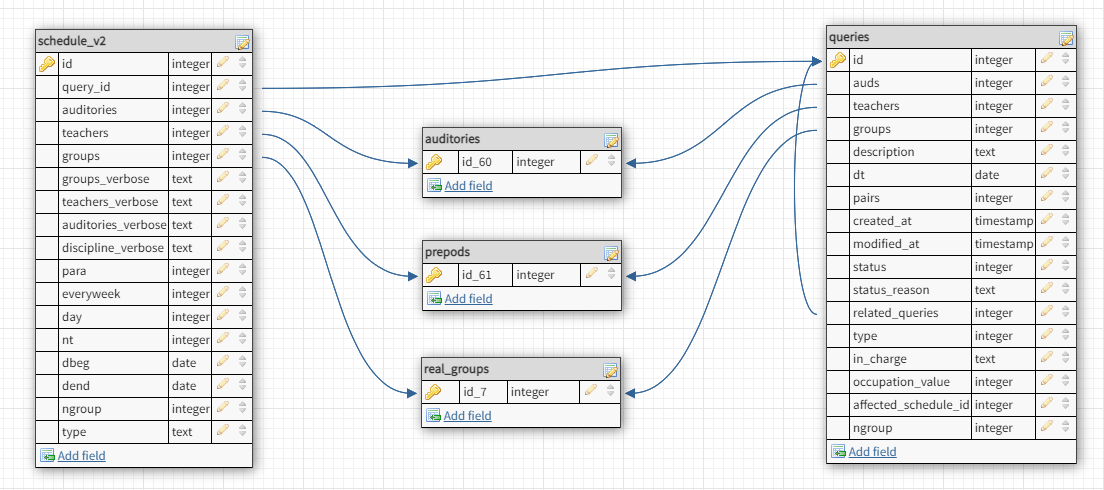


Рисунок 3.1 – Фрагмент физической модели данных

На рисунке 3.1 представлен фрагмент базы данных учебного отдела, используемый при работе с системой.

В таблице «schedule\_v2» хранится информация об понедельном регулярном расписании учебных занятий ИРНИТУ.

Таблица 3.1 – Таблица «schedule\_v2»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| query\_id | integer | Ссылка на таблицу «queries» |
| auditories | integer | Ссылка на таблицу «auditories» |
| teachers | integer | Ссылка на таблицу «prepods» |
| groups | integer | Ссылка на таблицу «real\_groups» |
| groups\_verbose | text | Наименование группы |
| teachers\_verbose | text | ФИО преподавателя |
| auditories\_verbose | text | Наименование аудитории |

Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| discipline\_ verbose | text | Наименование дисциплины |
| para | integer | Номер пары |
| everyweek | integer | Четность/нечетность недели |
| day | integer | Номер дня |
| nt | integer | Тип занятия |
| dbeg | date | Дата начала недели |
| dend | date | Дата окончания недели |
| ngroup | integer | Номер подгруппы |
| type | text | Вид занятия (дневное / заочное / БРИКС) |

В таблице «queries» хранится информация о запросах на изменение расписания.

Таблица 3.2 – Таблица «queries»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| auds | integer | Ссылка на таблицу «auditories» |
| teachers | integer | Ссылка на таблицу «prepods» |
| groups | integer | Ссылка на таблицу «real\_groups» |
| description | text | Причина переноса |
| dt | date | Дата переноса |
| pairs | integer | id пары |
| created\_at | timestamp | Дата, когда запись была добавлена в БД |
| modified\_at | timestamp | Дата, когда изменили запись в БД |
| status | integer | Статус одобрения заявки |
| status\_reason | text | Причина неодобрения |
| related\_queries | integer | Ссылка на таблицу «queries» |
| type | integer | Тип заявки |
| in\_charge | text | Ответственное лицо |
| occupation\_value | integer | Измененный параметр |
| affected\_schedule\_id | integer | Измененное расписание |
| ngroup | integer | id подгруппы |

## 3.4 Модель данных подписчиков на физическом уровне

Назначение модели состоит в хранении информации о пользователях телеграмм-бота, а также о группах и преподавателях, на которые они подписаны.

Таблица 3.3 – Описание полей таблицы «Users»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Тип данных** | **Назначение** |
| id | objectid | Идентификатор объекта |

Продолжение таблицы 3.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| chat\_id | integer | Идентификатор пользователя в телеграмме |
| course | string | Номер курса |
| group | string | Название группы |
| institute | string | Название института |
| notifications | integer | Изменения в расписании |
| reminders | object | Напоминание о переносах в расписании |
| teachers\_ids | list | Список индивидуальных номеров преподавателей |
| groups\_id | list | Список индивидуальных номеров индивидуальных номеров групп |

## 3.5 Реализация модулей оповещения

На рисунке 3.3 представлена блок-схема работы программы по рассылке оповещений об изменениях в расписании. Программа реализует алгоритм, описанный в разделе 2.6.1

Запуск программы предполагается выполнять с помощью планировщика, в соответствии заданным временем промежутком. Временной промежуток указывает сотрудник учебного отдела.



Рисунок 3.3 – Блок-схема программы рассылки оповещения об изменениях

На рисунке 3.4 представлена блок-схема работы программы по рассылке оповещений о переносах в расписании. Программа реализует алгоритм, описанный в разделе 2.6.1

Запуск программы предполагается выполнять с помощью планировщика, в соответствии заданным временем промежутком. Временной промежуток указывает сотрудник учебного отдела.



Рисунок 3.4 – Блок-схема программы рассылки оповещения о переносах

На рисунке 3.5 представлена блок-схема работы программы по рассылке оповещений о сессии.

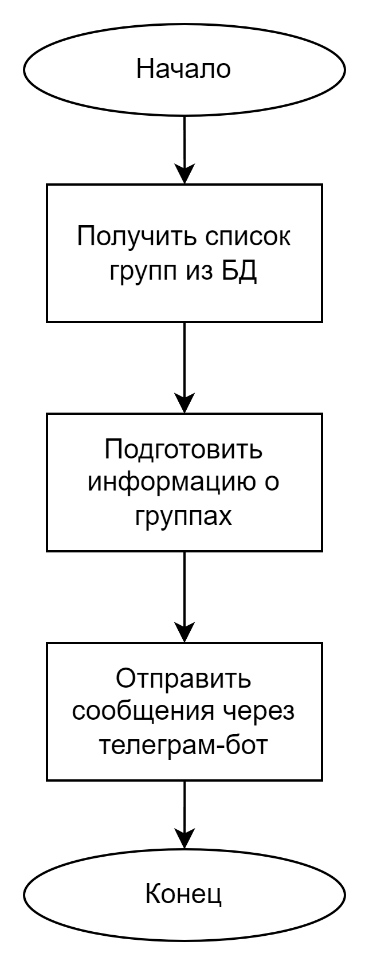


Рисунок 3.5 – Блок-схема программы рассылки оповещения о сессии

## 3.6 Запросы к PostgreSQL

**Запрос изменений в расписании**

Изменения в расписании отслеживаются по полям: day (день), para (пара), everyweek (неделя). Для того, чтобы выявить изменения в расписании, формируется следующий запрос:

SELECT discipline\_verbose

, groups

, teachers

, nt

, array\_agg(day ORDER BY dbeg, everyweek, day, para) as day

, array\_agg(para ORDER BY dbeg, everyweek, day, para) as para

, array\_agg(everyweek ORDER BY dbeg, everyweek, day, para) as everyweek

, array\_agg(schedule\_id ORDER BY dbeg, everyweek, day, para) as schedule\_id

FROM schedule\_v2

WHERE dbeg in ('**:dt1**', '**:dt2**')

and 464439 = any (groups)

and type = 'day'

GROUP BY discipline\_verbose, groups, teachers, nt

Таблица 3.4 – Входные параметры

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Тип** | **Назначение** |
| dt1 | Дата | Дата начала текущей недели |
| dt2 | Дата | Дата начала следующей недели |

Таблица 3.5 – Формат ответа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Поле** | **Тип** | **Назначение** |
| groups | integer[] | id групп |
| teachers | integer[] | id преподавателей |
| nt | integer | вид занятия (лекция, практика, лабораторная работа) |
| dbeg | data | дата начала текущей недели |
| everyweek | integer[] | четность / нечетность пары |
| day | integer[] | день недели |
| para | integer[] | номер проведения пары |
| schedule\_id | integer[] | id расписания |
| discipline\_verbose | text | наименование дисциплин |

Данный запрос на каждую дисциплину с учетом типа занятия формирует одну строчку типа [было/стало].

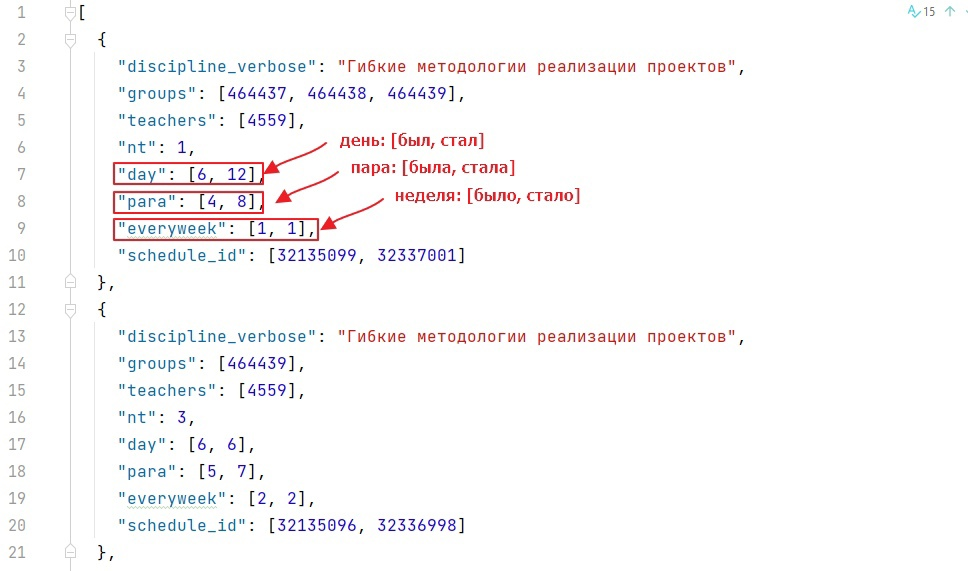


Рисунок 3.6 – Результат запроса на изменение в расписании

Результат запроса анализируется в соответствии с разделом 2.6.1.

На рисунке 3.6 видно, как именно помелось расписание по дисциплине «Гибкие методологии реализации проектов».

Разные значения в скобках напротив переменной "day" указывают на изменение дня проведения занятия (пара перенесена с одного дня недели на другой).

Разные значения в скобках напротив переменной "para" указывают на изменение номера проведения занятия (пара была в 13:45, стала в 20:20).

Одинаковые значения в скобках напротив переменной "everyweek" указывают на то, что занятие проводится каждую неделю без изменений.

**Запрос выявления переносов в расписании**

Переносы в расписании отслеживаются по полям: dt1 (начало периода), dt2 (конец периода). Для того, чтобы выявить перенос в расписании, формируется следующий запрос:

SELECT s.groups, s.groups\_verbose, s.teachers, s.teachers\_verbose

FROM schedule\_v2 s

JOIN queries q on s.query\_id = q.id

WHERE q.type in (2,3,4) and s.dbeg = '**:dt**'

В данном запросе входным параметром является дата начала текущей недели, с которой будут выявляться разовые переносы в расписании. Ответ формируется по полям, представленным в таблице 3.6

Таблица 3.6 – Формат ответа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Поле** | **Тип** | **Назначение** |
| groups | integer[] | id групп |
| groups\_verbose | text | наименование группы |
| teachers | integer[] | id преподавателей |
| teachers\_verbose | text | ФИО преподавателя |

Данный запрос показывает список групп и список преподавателей, у которых случился разовый перенос в расписании.

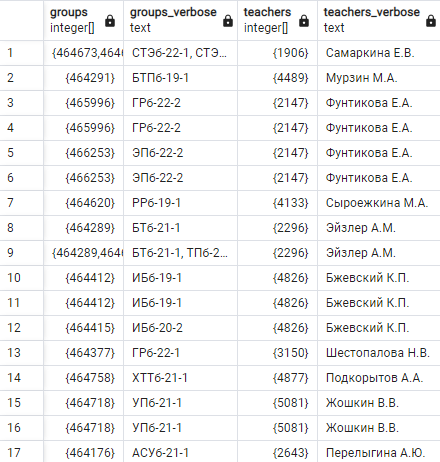


Рисунок 3.7 – Результат запроса на разовый перенос в расписании

Результат запроса анализируется в соответствии с разделом 2.6.1

**Запрос на определение** **временных интервалов календарного графика**

Для определения временных интервалов календарного графика в PostgreSQL используется запрос:

SELECT id, stage, dbeg, dend, group\_id

FROM schedule\_groupperiod

WHERE group\_id = **:group\_id**

В данном запросе входным параметром является уникальный номер группы, для которой определяется календарный план на учебный год.

Ответ формируется по полям, представленным в таблице 3.7

Таблица 3.7 – Формат ответа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Поле** | **Тип** | **Назначение** |
| id | integer | Уникальный номер периода календарного графика |
| stage | text | Периоды календарного графика |
| dbeg | date | Дата начала периода календарного графика |
| dend | date | Дата окончания периода календарного графика |
| groups\_id | integer | Уникальный номер группы |

Данный запрос отображает временные интервалы каждого периода календарного графика для определенной группы.

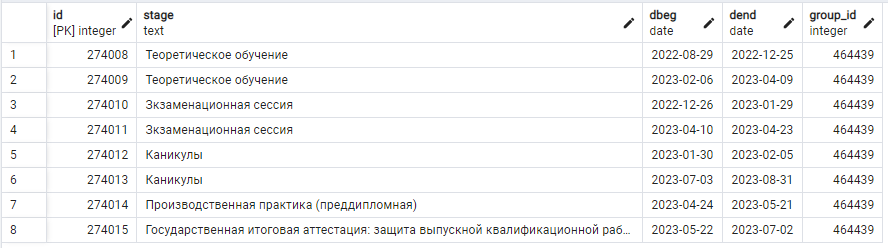


Рисунок 3.8 – Результат запроса на разовый перенос в расписании

Результат запроса анализируется в соответствии с разделом 2.6.1

## 3.7 Реализация архитектуры системы

Система электронно-аудиторных фондов учебного отдела отправляет SQL-запросы в базу данных расписания учебного отдела, получает ответы в виде строк в таблице.

Система электронно-аудиторных фондов учебного отдела отправляет запросы в базу данных телеграмм-бота «Умное расписание ИРНИТУ» и получает ответы.

По запросу оператора запускается система оповещения об изменениях в расписании. Данные действия происходят на сервере расписания учебного отдела.

Далее формируются сообщения и отправляются подписчикам по token.

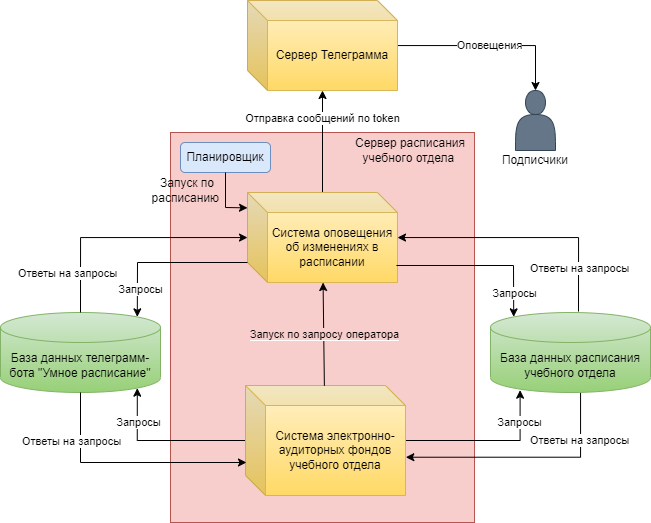


Рисунок 3.9 – Общая архитектура системы (концепция взаимодействия)

**Описание процесса автоматической рассылки оповещений об изменении в расписании**

1. Сотрудник Учебного Отдела выкладывает обновленное расписание в базу расписания.
2. Планировщик запускается раз в день и обнаруживает изменения в расписании.
3. Система отправляет запрос к базе данных расписания и получает список изменений.
4. Система запрашивает список подписчиков чат-бота «Умное расписание ИРНИТУ».
5. Система формирует сообщения и соответствующие фактор-множества, чтобы понять каким подписчикам какие оповещения рассылать.
6. Система по токену подключается к телеграмм-боту и рассылает сообщения.

**Описание процесса ручной рассылки оповещений об изменении в расписании**

1. Сотрудник Учебного Отдела выкладывает обновленное расписание в базу расписания.
2. Сотрудник Учебного Отдела запускает систему из системы Электронных аудиторных фондов.
3. Система отправляет запрос к базе данных расписания и получает список изменений.
4. Система запрашивает список подписчиков чат-бота «Умное расписание ИРНИТУ».
5. Система формирует сообщения и соответствующие фактор-множества, чтобы понять каким подписчикам какие оповещения рассылать.
6. Система по токену подключается к телеграмм-боту и рассылает сообщения.

## 3.8 Интеграция системы с чат-ботом «Умное расписание ИРНИТУ»

1. Система «СОИР» разворачивается нас сервере учебного отдела.
2. В планировщик задач прописываем запуск модуля отслеживания изменения и переносов расписания каждый час.
3. Модуль отслеживания факта изменения подключается к базе данных учебного отдела и проверяет наличие изменений или переносов занятий.
4. При наличии изменений запускается модуль отслеживания разовых переносов занятий и запрашивает у базы данных учебного отдела список переносов.
   1. В случае не пустого списка переносов модуль запрашивает список подписчиков из базы телеграмм-бота и рассылает сообщения.
5. При наличии изменений запускается модуль отслеживания изменений в регулярном расписании занятий и запрашивает у базы данных учебного отдела список изменений.
   1. В случае не пустого списка изменений модуль запрашивает список подписчиков из базы телеграмм-бота и рассылает сообщения [20].

## 3.9 Реализация макетов

На рисунке 3.10 пример сообщения об одном изменении у группы ИСТБ-19-2.

На рисунке видим, что состоялся перенос пары по дисциплине «Гибкие методологии реализации проектов» в субботу с 15:30 на 18:45.

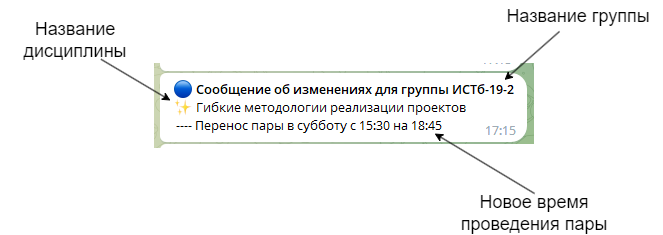


Рисунок 3.10 – Пример сообщения об изменениях для группы ИСТб-19-2

На рисунке 3.11 пример сообщения об двух изменениях у группы ГМ-20-1.

На рисунке видим, что состоялся перенос пары по дисциплине «Гидромеханика». Изменились время, день (с пятницы на субботу) и четность проведения пары (пара стала проводится один раз в неделю)

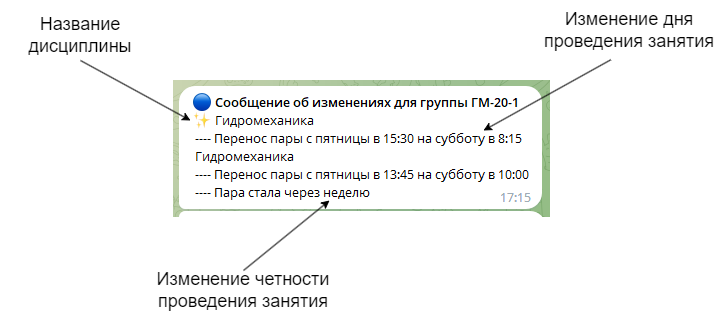


Рисунок 3.11 – Пример сообщения об изменениях для группы ГМ-20-1

На рисунке 3.12 пример сообщения об изменениях для преподавателя. Указывается название дисциплины и время переноса.

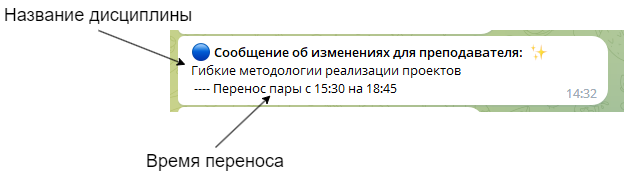


Рисунок 3.12 – Пример сообщения об изменениях для преподавателя

На рисунке 3.13 пример сообщения о переносе для группы. Указывается название группы, номер подгруппы, название дисциплины и причина переноса.

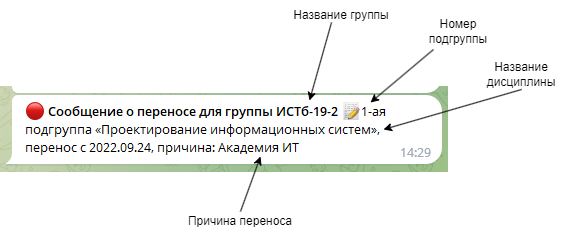


Рисунок 3.13 – Пример сообщения о переносе для группы ИСТб-19-2

На рисунке 3.14 пример сообщения о начале зачетной недели. Чтобы студент обратил внимание на сообщение, в начале указывается «Важная информация».

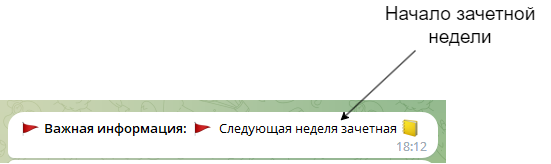


Рисунок 3.14 – Пример сообщения о начале зачетной недели

На рисунке 3.15 пример сообщения о начале экзаменационной недели. Чтобы студент обратил внимание на сообщение, в начале указывается «Важная информация».

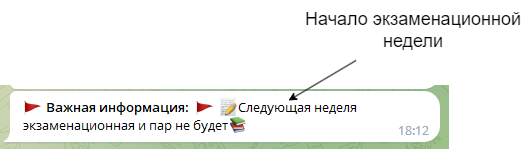


Рисунок 3.15 – Пример сообщения о начале экзаменационной недели

На рисунке 3.16 пример сообщения о начале нового семестра. Чтобы студент обратил внимание на сообщение, в начале указывается «Важная информация».

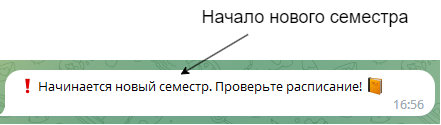


Рисунок 3.16 – Пример сообщения о начале нового семестра

# 4 Тестирование системы

**Тестирование наличия изменения в регулярном расписании**

Как пользователь понимает, что произошло изменение?

В случае, когда система выявляет изменения в расписании студент получает уведомление через чат-бот "Умное расписание ИРНИТУ" (см. рисунок 4.1). Студент, ориентируясь на фразу «Перенос пары в субботу» понимает, что изменение произошло только во времени проведения занятия.

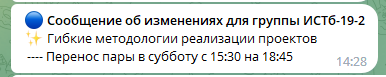


Рисунок 4.1 – Пример сообщения об изменении для группы ИСТб-19-2

В случае если сообщение имеет вид (см. рисунок 4.2), студент понимает, что произошло изменение в расписании, когда видит в сообщении, что пара, которая должна была проходить в пятницу, перенесена на субботу. Такое сообщение указывает на изменение дня и времени проведения занятия.

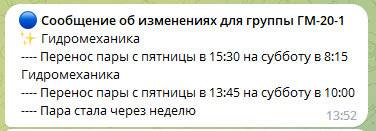


Рисунок 4.2 – Пример сообщения об изменении для группы ГМ-20-1

Наличие фразы «Пара стала через неделю» говорит о том, что поменялась четность проведения занятия (см. рисунок 4.2).

В случае, когда система выявляет изменения в расписании, преподаватель получает уведомление через чат-бот "Умное расписание ИРНИТУ" (см. рисунок 4.3). Преподаватель, ориентируясь на название дисциплины и фразу «Перенос пары» понимает, что изменение произошло только во времени проведения занятия.

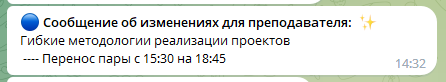


Рисунок 4.3 – Пример сообщения об изменении для преподавателя

**Тестирование наличия разового переноса в расписании**

Как пользователь понимает, что произошел разовый перенос?

В случае, когда система выявляет перенос в расписании преподавателя, пользователь получает сообщение в чат-боте «Умное расписание ИРНИТУ» со следующим содержанием:

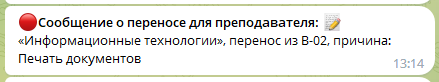


Рисунок 4.4 – Пример сообщения о разовом переносе для преподавателя

Преподаватель, ориентируясь на слово «перенос» понимает, что произошло разовое изменение в расписании. Пользователь заинтересован в том, какую дисциплину перенесли и по какой причине случился перенос занятия. Данную информацию можно увидеть в сообщении (см. рисунок 4.4).

В случае, когда система выявляет перенос в расписании студента, пользователь получает сообщение в чат-боте «Умное расписание ИРНИТУ» со следующим содержанием:

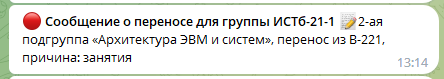


Рисунок 4.5 – Пример сообщения о разовом переносе для студента

Студент понимает, что произошло разовое изменение в расписании при упоминании слова «перенос». Для студента важны такие детали, как: номер подгруппы, название дисциплины и причина, связанная с переносом занятия (см. рисунок 4.5).

**Тестирование** **начала зачетной недели**

Как пользователь понимает, что начинается зачетная неделя?

Если студенту приходит уведомление в чат-бот «Умное расписание ИРНИТУ» следующего вида:



Рисунок 4.6 – Пример сообщения о начале зачетной недели

То студент понимает, что в течение следующей недели будут проводиться зачеты (см. рисунок 4.6).

**Тестирование начала экзаменационной недели**

Как пользователь понимает, что начинается экзаменационная неделя?

Если студенту приходит уведомление в чат-бот «Умное расписание ИРНИТУ» вида:

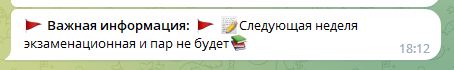


Рисунок 4.7 – Пример сообщения о начале экзаменационной недели

То студент понимает, что заканчивается зачетная неделя и со следующей недели начнутся экзамены (см. рисунок 4.7).

**Тестирование начала нового семестра**

Как пользователь понимает, что скоро начало семестра?

Если студенту приходит уведомление в чат-бот «Умное расписание ИРНИТУ» вида:

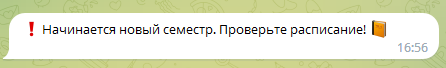


Рисунок 4.8 – Пример сообщения о начале нового семестра

То студент понимает, что скоро начнется новый семестр (см. рисунок 4.8).

# 5 Расчет экономической эффективности

Составлением расписания и внесением в него изменений занимается учебный отдел ИРНИТУ. Посмотреть расписание можно в отведенном для этого месте или на сайте ВУЗа. Ознакомится с переносом пары или изменении дня/времени/места проведения пары можно при непосредственном посещении ВУЗа, либо посетив сайт.

Однако скорость реагирования на любые изменения мала, так как требует постоянного контроля со стороны пользователей, что отнимает много времени и является затруднительным.

Для работников учебного отдела важно вовремя донести до студентов и сотрудников профессорско-преподавательского состава информацию об изменении в расписании занятий или переносе.

Внедрение системы оповещения об изменениях в расписании в систему электронно-аудиторных фондов учебного отдела ИРНИТУ позволит значительно улучшить образовательный процесс за счет экономии времени. Поскольку в таком случае студентам и преподавателям потребуется минимальное время, чтобы прочитать уведомление и не пропустить занятие.

Для разработки было задействовано два человека: руководитель проекта и разработчик (инженер-программист). Руководитель выполняет постановку задачи, курирует ход работ и дает необходимые консультации при разработке системы. Исполнитель несет ответственность за анализ существующей организации данных расписания, проектирование системы, реализацию системы, разработку алгоритма выявления изменений в расписании и тестирование системы. Содержание работ и сроки их выполнения приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Комплекс работ по разработке проекта

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Содержание работ** | **Исполнители** | **Длительность, часы** | **Загрузка** | |
| **часы** | **%** |
| 1. Анализ предметной области | | | | |
| Краткая информация об объекте управления | Руководитель  Разработчик | 10 | 8  2 | 80  20 |
| Обзор существующих решений | Руководитель  Разработчик | 35 | 10  25 | 40  60 |
| Заключение по главе | Руководитель  Разработчик | 10 | 3  7 | 30  70 |
| Итого по этапу 1 | Руководитель  Разработчик | 55 | 21  34 | 38  62 |
| 2. Проектирование системы | | | | |
| Модель «As-is» | Руководитель  Разработчик | 20 | 5  15 | 25  75 |
| Модель «To-be» | Руководитель  Разработчик | 20 | 5  15 | 25  75 |

Продолжение таблицы 5.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Описание требований к системе | Руководитель  Разработчик | 25 | 8  17 | 32  68 |
| Требования к входным данным | Руководитель  Разработчик | 20 | 10  10 | 50  50 |
| Требования к выходным данным | Руководитель  Разработчик | 20 | 10  10 | 50  50 |
| Математическое обеспечение | Руководитель  Разработчик | 25 | 10  15 | 40  60 |
| Проектирование макетов сообщений | Руководитель  Разработчик | 3 | 0  3 | 0  100 |
| Итого по этапу 2 | Руководитель  Разработчик | 133 | 48  85 | 36  64 |
| 3. Реализация системы | | | | |
| Требования к видам обеспечения | Руководитель  Разработчик | 2 | 1  1 | 50  50 |
| Общие технические требования к АС | Руководитель  Разработчик | 4 | 2  2 | 50  50 |
| Модель данных расписания на физическом уровне | Руководитель  Разработчик | 10 | 3  7 | 30  70 |
| Модель данных подписчиков на физическом уровне | Руководитель  Разработчик | 12 | 5  7 | 41  59 |
| Реализация модулей оповещения | Руководитель  Разработчик | 10 | 4  6 | 40  60 |
| Запросы к PostgreSQL | Руководитель  Разработчик | 15 | 7  8 | 46  54 |
| Реализация архитектуры системы | Руководитель  Разработчик | 10 | 1  9 | 10  90 |
| Интеграция системы с чат-ботом «Умное расписание ИРНИТУ» | Руководитель  Разработчик | 20 | 7  13 | 35  65 |
| Реализация макетов | Руководитель  Разработчик | 2 | 0  2 | 0  100 |
| Итого по этапу 3 | Руководитель  Разработчик | 85 | 30  55 | 35  65 |
| 4.Тестирование системы | Руководитель  Разработчик | 30 | 10  20 | 33  67 |
| Итого по этапам 1 – 4 | Руководитель  Разработчик | 303 | 109  194 | 35  65 |

Основываясь данных таблицы 5.1 разработан календарный график выполнения работы (см. таблицу 5.2), показывающий последовательность и взаимосвязь выполнения комплекса работ (учитываются рабочие дни без полной занятости, выходные дни включены в рабочее время, но не учитываются при подсчете часов).

Таблица 5.2 – Календарный график выполнения работ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Содержание работ** | **Исполнители** | **Длительность, часы** | **График работ** | |
| **Начало** | **Конец** |
| 1 Краткая информация об объекте управления | Руководитель | 8 | 01.10.2022 | 10.10.2022 |
| Разработчик | 2 | 04.10.2022 | 10.10.2022 |
| 2 Обзор существующих решений | Руководитель | 10 | 01.10.2022 | 02.10.2022 |
| Разработчик | 25 | 01.10.2022 | 22.10.2022 |
| 3 Заключение по главе | Руководитель | 3 | 23.10.2022 | 25.10.2022 |
| Разработчик | 7 | 23.10.2022 | 31.10.2022 |
| 4 Модель «As-is» | Руководитель | 5 | 01.11.2022 | 05.11.2022 |
| Разработчик | 15 | 01.11.2022 | 15.11.2022 |
| 5 Модель «To-be» | Руководитель | 5 | 16.11.2022 | 21.11.2022 |
| Разработчик | 15 | 16.11.2022 | 30.11.2022 |
| 6 Описание требований к системе | Руководитель | 8 | 01.12.2022 | 03.12.2022 |
| Разработчик | 17 | 01.12.2022 | 10.12.2022 |
| 7 Требования к входным данным | Руководитель | 10 | 11.12.2022 | 18.12.2022 |
| Разработчик | 10 | 11.12.2022 | 18.12.2022 |
| 8 Требования к выходным данным | Руководитель | 10 | 19.12.2022 | 26.12.2022 |
| Разработчик | 10 | 19.12.2022 | 26.12.2022 |
| 9 Математическое обеспечение | Руководитель | 10 | 09.01.2023 | 01.02.2023 |
| Разработчик | 15 | 09.01.2023 | 09.02.2023 |
| 10 Проектирование макетов сообщений | Руководитель | 0 | - | - |
| Разработчик | 3 | 10.02.2023 | 11.02.2023 |
| 11 Требования к видам обеспечения | Руководитель | 1 | 12.02.2023 | 13.02.2023 |
| Разработчик | 1 | 12.02.2023 | 13.02.2023 |
| 12 Общие технические требования к АС | Руководитель | 2 | 15.02.2023 | 17.02.2023 |
| Разработчик | 2 | 15.02.2023 | 17.02.2023 |
| 13 Модель данных расписания на физическом уровне | Руководитель | 3 | 18.02.2023 | 20.02.2023 |
| Разработчик | 7 | 18.02.2023 | 23.02.2023 |
| 14 Модель данных подписчиков на физическом уровне | Руководитель | 5 | 24.02.2023 | 28.02.2023 |
| Разработчик | 7 | 24.02.2023 | 02.03.2023 |

Продолжение таблицы 5.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Содержание работ** | **Исполнители** | **Длительность, часы** | **График работ** | |
| **Начало** | **Конец** |
| 15 Реализация модулей оповещения | Руководитель | 4 | 03.03.2023 | 10.03.2023 |
| Разработчик | 6 | 03.03.2023 | 21.03.2023 |
| 16 Запросы к PostgreSQL | Руководитель | 7 | 22.03.2023 | 29.03.2023 |
| Разработчик | 8 | 22.03.2023 | 29.03.2023 |
| 17 Реализация архитектуры системы | Руководитель | 1 | 30.03.2023 | 31.03.2023 |
| Разработчик | 9 | 30.03.2023 | 07.04.2023 |
| 18 Интеграция системы с чат-ботом «Умное расписание ИРНИТУ» | Руководитель | 7 | 07.04.2023 | 22.04.2023 |
| Разработчик | 13 | 07.04.2023 | 02.05.2023 |
| 19 Реализация макетов | Руководитель | 0 | - | - |
| Разработчик | 2 | 03.04.2023 | 04.04.2023 |
| 20 Тестирование системы | Руководитель | 10 | 05.04.2023 | 22.05.2023 |
| Разработчик | 20 | 23.04.2023 | 02.06.2023 |

В соответствии с учебным пособием [21] суммарные затраты на проектирование системы, ее разработку и отладку на компьютере определяются по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.1) |

где m – количество работников, участвующих в разработке проекта;

Зoi – затраты на основную заработную плату работника i-й категории, руб.;

Wd – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату в долях к основной заработной плате (Wd = 1,4 и состоит из коэффициента отпускных, равного 0,1, и районного коэффициента – 1,3 для Иркутска);

Wс – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, в долях к сумме основной и дополнительной заработной платы разработчиков: страховые взносы в Пенсионный фонд – 0,22, страховые взносы в ФСС – 0,029, страховые взносы в ФФОМС – 0,051, страховые взносы на производственный травматизм – 0,002; итого Wc = 0,302 (в соответствии с Федеральным законом 379-ФЗ от 07.10.2022г,);

Wн – коэффициент, учитывающий накладные расходы организации, в долях к основной заработной плате разработчиков (принимается по фактическим данным, WH = 0,6);

См – затраты на материалы.

Мв – затраты на использование машинного времени.

Затраты на основную заработную плату работника i-й категории:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.2) |

где Зчi – среднедневная заработная плата работника i-й категории, руб./ч.;

ti – количество часов, отработанных работником i-й категории.

Время, затрачиваемое на разработку системы для каждого исполнителя, берется исходя из его загрузки согласно календарному графику работ.

Расчет основной заработной платы разработчиков проекта приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Основная заработная плата разработчиков

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **Должностной оклад, руб.** | **Средняя часовая ставка, руб.** | **Затраты времени на разработку, человеко-часов** | **ОЗП, руб.** |
| Руководитель  Программист | 70000  35000 | 416  208 | 109  194 | 45344  40352 |
| ИТОГО | | | | 85696 |

В связи с тем, что проектируемая методика должна быть запрограммирована и отлажена с помощью компьютеров, к суммарным затратам на разработку добавляются затраты на использование машинного времени, исчисляемые как:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.3) |

где tмв – машинное время компьютера, необходимое для разработки программного продукта; tмв = 120 час.;

Sмч – стоимость 1 часа машинного времени: Sмч=1,78 руб./час.; (складывается из стоимости электроэнергии, затраченной компьютером за час, и из стоимости интернета за час при оплате на месяц в размере 1000 рублей);

Км – коэффициент мультипрограммности (показывает долю машинного времени, отводимого непосредственно на работу над проектом); Км=1.

Таким образом, капитальные вложения на проектирование равны:

Смета затрат на разработку представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Затраты на разработку

|  |  |
| --- | --- |
| **Статьи затрат** | **Сумма, руб** |
| Основная заработная плата | 85696 |

Продолжение таблицы 5.4

|  |  |
| --- | --- |
| **Статьи затрат** | **Сумма, руб** |
| Дополнительная зарплата | 31699 |
| Отчисления на социальные нужды | 23774 |
| Затраты на машинное время | 213 |
| Накладные расходы организации | 47548 |
| ИТОГО | 188900 |

Капитальные вложения на реализацию проекта:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.4) |

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

Кзд – затраты на строительство, реконструкцию здания и помещений, руб.;

Кпп – затраты на приобретение типовых разработок, пакетов, руб.;

Ксв – затраты на прокладку линий связи, руб.;

Киб – затраты на создание информационной базы, руб.;

Кпк – затраты на подготовку и переподготовку кадров, руб.

В связи с тем, что для внедрения системы, рассматриваемой в данном проекте, отсутствовали затраты, связанные с прокладкой линии связи, затраты на основное и вспомогательное оборудование, затраты на реконструкцию и строительство зданий, данные затраты на реализацию системой не учитываются. Также не учитываются затраты на подготовку и переподготовку кадров и затраты на приобретение типовых разработок.

Таким образом, при внедрении системы, рассматриваемой в данном проекте, затраты на его реализацию определяются затратами на оборудование и материалы. В оборудование и материалы входит компьютер на базе процессора AMD Ryzen 5 3400X. Стоимость компьютера 55000 руб.

Тогда затраты на основное и вспомогательное оборудование составят:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.5) |

где Cbj – балансовая стоимость j-го вида оборудования, руб. (при n=1 Cb1=55000 руб.);

Qj – количество единиц j-гo оборудования, руб. (1 шт.);

Yj – коэффициент загрузки j-го вида оборудования при обработке информации по решению задач предметной области:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.6) |

где Фэфj – эффективный годовой фонд времени работы технического средства jго вида, час./год.

Время работы технического средства j-го вида по решению s задач, час./год:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.7) |

где tкj – трудоемкость однократной обработки информации по к-й задаче на j-м виде технических средств, часов машинного времени (tкj=6);

Uк – частота (периодичность) решения к-й задачи, дней /год (Uк =247). Затраты на реализацию:

Таким образом, суммарные затраты на разработку системы:

# 6 Безопасность жизнедеятельности

В повседневной жизни человеку приходится сталкиваться с различными рисками и опасностями, включая те, которые могут возникнуть в процессе его трудовой деятельности. Опасные ситуации всегда представляют угрозу для здоровья, а в некоторых случаях могут привести и к смерти человека.

С целью обеспечения безопасности своей жизни, человек в любой своей деятельности должен соблюдать определенные правила по технике безопасности.

Цель работы над разделом: изучение и анализ рабочей зоны аудитории В107, вывод рекомендаций по устранению опасных факторов, анализ электробезопасности и пожарной безопасности.

Задачи:

* дать краткую характеристику рассматриваемому объекту;
* оценить степень воздействия вредных и опасных факторов на человека;
* выдать рекомендации для приведения в норму освещенности производственной среды;
* провести анализ электробезопасности;
* провести анализ пожаробезопасности.

## 6.1 Краткая характеристика объекта

В ИРНИТУ имеется аудитория В107, которая является преподавательской в настоящее время. Строение университета предусматривает наличие запасных выходов, наличие противопожарных датчиков в коридорах, равномерное освещение и вентиляцию. Университет находится в безопасном месте относительно возможных наводнений, так как расположен на достаточном расстоянии от воды и находится на возвышенности над ее уровнем.

Рассматриваемая аудитория находится на первом этаже корпуса «В». Она имеет как искусственное, так и естественное освещение, которое регулируется с помощью жалюзи и выключателей. Дополнительно в аудитории установлены кондиционеры, батареи, телефонная и компьютерная сеть.

На рисунке 6.1 представлен план аудитории В107.

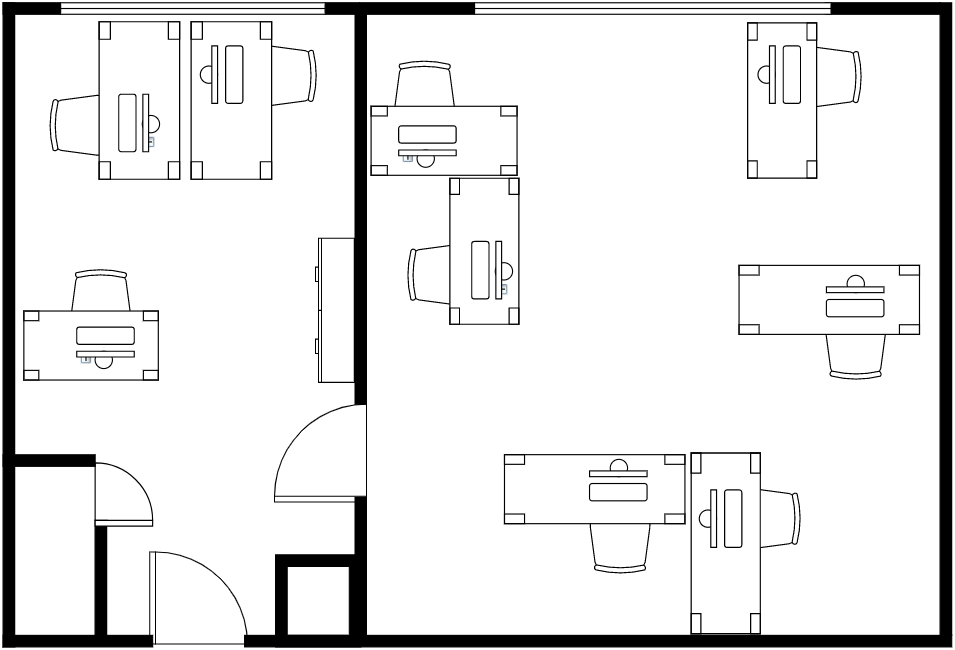


Рисунок 6.1 – План аудитории В107

Преподавательская разделена на два помещения, соединенные дверным проемом. Первое помещение оборудовано тремя рабочими местами, а также имеет подсобное помещение и дверь, ведущую в коридор. Второе помещение предназначено для работы шести сотрудников и содержит два книжных шкафа.

Рассмотрим данную площадь более подробно. Каждое рабочее место оборудовано персональным компьютером. В помещении имеется система вентиляции и две отопительные батареи. Размеры рассматриваемой аудитории составляют 6,5 метра в длину, 5,5 метров в ширину и 3,5 метра в высоту, общая площадь составляет 36 квадратных метров. Окно в аудитории имеет размеры 2 метра в длину и 3 метра в высоту, общая площадь окна составляет 6 квадратных метров. Согласно стандартам СП 2.2.3670-20 [22] минимальная площадь рабочего места для одного сотрудника должна быть не менее 4,5 квадратных метров. Если применить данный норматив к фактической площади рабочего места для каждого сотрудника, то площадь рабочего места для каждого сотрудника составляет 6 квадратных метров, что соответствует требованиям СП 2.2.3670-20 [22].

## 6.2 Характеристика вредных и опасных факторов

В рабочей области человек подвергается воздействию различных опасных и вредных факторов, которые могут негативно сказываться на его здоровье. Вредные факторы – это факторы, которые при воздействии на человека приводят к снижению работоспособности, а опасные – это факторы, которые воздействуя на человека в определенных условия способны привести к резкому ухудшению здоровья. Вредные и опасные факторы делятся на 4 вида:

* **физические факторы** – представляют собой воздействие электрического тока, механическое движение машин, шум, вибрации и т.д.
* **химические факторы** – воздействие различных кислот, щелочей и так далее.
* **биологические факторы** – патогенные микро- и макроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.
* **психофизиологические факторы** по характеру действия подразделяются на физические и нервно-психические перегрузки.

Перечень вредных и опасных факторов, с которыми сталкивается работник представлен в таблице 6.1, в соответствии с руководящими документами Р 2.2.2006-05 [23] и ГОСТ 12.0.003-2015 [24].

Таблица 6.1 – Характеристика вредных и опасных факторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Опасные и вредные факторы** | **Источники опасных и вредных факторов** | **Нормируемые параметры** | **Основные средства защиты** |
| **Вредные факторы** | | | |
| Повышенная или пониженная освещенность | Неисправные осветительные приборы, загрязненность окон | ен =1,275 %  Ен =300 лк СанПиН 1.2.3685-21 [25]  СанПиН 52.13330.2016 [26] | Заменить осветительные приборы и очистить окна от загрязнений |
| Повышенный уровень интенсивности звука | Кулер, оргтехника, электромагнитный шум. Внешний шум L>80-120 дБ | L = 50 дБ СанПиН 1.2.3685-21 [25] | Монтаж звукоизоляции, замена оборудования на менее шумное |
| Повышенный показатель напряженности трудового процесса | Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы | допустимо 76 – 175  Р 2.2.2006 – 05 [23] | Использовать средства индивидуальной защиты: специальные очки для работы за компьютером |

Продолжение таблицы 6.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Опасные и вредные факторы** | **Источники опасных и вредных факторов** | **Нормируемые параметры** | **Основные средства защиты** |
| **Вредные факторы** | | | |
| Отклонение  параметра  микроклимата  от нормируемых  значений | Отсутствие вентиляции, систем кондиционирования, наличие щелей в окнах, неисправность отопления | Категории работ 1b Холодный период: 𝑡=21−23℃ 𝜑=60−40%  𝜗=0,1 м/с  𝑡 поверхностей = 20-24℃.  Тёплый период: 𝑡=22−24℃ 𝜑=60−40%  𝜗=0,1 м/с 𝑡 поверхностей = 21-25℃.  СанПиН 1.2.3685-21 [25] | Установка дополнительных обогревателей и кондиционеров, вентиляторов |
|  | Стереотипные рабочие движения (количество за смену) при локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук) | Оптимально до 20000 однотипных движений за смену  Р 2.2.2006 – 05 [23] | Смена позы, регламентиро-ванный перерыв |
|  | Рабочая поза | Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40 % времени смены  Р 2.2.2006 – 05 [23] | Смена позы и регламентиро-ванный перерыв |

Продолжение таблицы 6.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Опасные и вредные факторы** | **Источники опасных и вредных факторов** | **Нормируемые параметры** | **Основные средства защиты** |
| **Вредные факторы** | | | |
|  | Сенсорные нагрузки: плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в сред-нем за 1 час работы | Допустимо 76 – 175 оптимально до 75  Р 2.2.2006 – 05 [23] | Использовать средства инди-видуальной за-щиты: специ-альные очки для работы за компьютером |
| Повышенный Показатель напряженности трудового процесса | Эмоциональные нагрузки: Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки | Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника  Р 2.2.2006 – 05 [23] | Регламентиро-ванный перерыв |
| Режим работы: Фактическая продолжительность рабочего дня | Оптимально 6-7 часов  Р 2.2.2006 – 05 [23] |  |
| Режим работы: Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность | Перерывы регла-ментированы, достаточной про-должительности: 7% и более рабочего времени Р 2.2.2006 – 05 [23] |  |
| Повышенная  или пониженная интенсивность электромагнитного излучения | Компьютер, оргтехника | В диапазоне 5Гц – 2кГц: E=25, В/м; В=250нТл, Н= 2,5 В/м  СанПиН 1.2.3685-21 [25] | Регламентиро-ванный перерыв, изоляционные экраны |

Продолжение таблицы 6.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Опасные и вредные факторы** | | **Источники опасных и вредных факторов** | | **Нормируемые параметры** | | **Основные средства защиты** |
| **Опасные факторы** | | | | | | |
| Опасность поражения электрическим током | Оголенные провода, неисправности электропроводки и оборудования | | U=220B  I=0,6-1,5мА (ток самоосвобождение)  ГОСТ 12.1.019-2017 [27] | | Наличие изоляций токопроводящих поверхностей. Наличие защитного заземления или зануления | |
| Опасность возникновения пожаров | Горючие материалы, короткое замыкание, Несоблюдение техники безопасности | | Категория по пожарной опасности: В1-В4 Классов горючих веществ и материалов: Класс А Класс Е  123-ФЗ [28] | | Использование предупреди-тельной сигнализации, автоматическое пожаротушение, условия эвакуации людей | |

Следуя рекомендациям, основанным на анализе таблицы 6.1, можно существенно повысить комфорт и безопасность рабочего процесса работника.

## 6.3 Нормирование освещенности производственной среды при разработке программного продукта

Для расчета освещенности в аудитории В107 используется метод светового потока. Расчет происходит по следующему алгоритму:

1. Тип помещения – Аудитория
2. Площадь помещения – 36 квадратных метров.
3. Длина (A) – 6,5 метров, ширина (B) – 5,5 метров, высота – 3,5 метра.
4. Нормируемое значение освещенности Е(лк) = 400 по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [29]
5. Расчет высоты подвеса светильника вычисляется по формуле:
6. В зависимости от значения λ, определяется расстояние между рядами светильников L. Для общественных зданий, принимается усредненное значение λ равное 1,5.
7. Расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены обозначается как *l* и измеряется в метрах. Для определения значения *l* учитывается наличие рабочих мест рядом со стеной, и принимается значение от 0,3 до 0,5 L.
8. Число рядов светильников определяется в выражении:
9. А число светильников в ряду из соотношения:
10. Полученные результаты округляются до ближайшего целого числа, после чего пересчитываются реальные расстояния:
    1. Между рядами светильников:
    2. Между центрами светильников в ряду:
11. Определение индекса помещения:
12. Принимаем приблизительные значения коэффициентов отражения от стен и потолка по Кноррингу Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения [30]. ρст = 70%, ρпот = 50%, ρпола = 30%
13. Коэффициент использования светового потока равен 49%.
14. Определение требуемого светового потока лампы:
15. Выбираем на один светильник – 6 светодиодных ламп мощностью 25 Вт со световым потоком 2100 лм.
16. Тип светильника пристраиваемый, в него вставляем 6 ламп.
17. Фном отличается от Ф на 4 %, что находится в допустимых пределах  
    (–10%; +20%).

Расчетный и световой поток отличаются на 4%, из этого можно сделать вывод, что искусственное освещение находится на достаточном уровне и количество ламп изменять не стоит.

## 6.4 Электробезопасность

Под термином «Электробезопасность» понимают совокупность защитных мероприятий и технических средств, применяемых для уменьшения или исключения вероятности и последствий поражения человека электрическим током. В настоящее время существует ряд нормативно-правовых документов, регламентирующих электробезопасность помещений.

В аудитории В107 установлена электрическая сеть с напряжением 220В, где все токоведущие элементы изолированы и защищены от прямого воздействия.

Таким образом, данной аудитории соответствует 1 класс опасности.

При повреждении сети следует придерживаться следующего порядка действий:

1. Обесточить сеть.
2. Вызвать специалиста для решения возникшей проблемы.

Основные причины поражения электрическим током:

1. Отсутствие профилактики или ремонта оборудования;
2. Поврежденная проводка;
3. Несоблюдение требований к обеспечению электробезопасности;
4. Отсутствие заземления.

При выходе из строя какого-ибо технического устройства необходимо отключить его от сети прежде, чем приступать к устранению неисправности.

В соответствии с ГОСТ 12.1.019-2017 [27] в ИРНИТУ осуществлено стандартное заземление, схема которого представлена на рисунке 6.2.

Защитное заземление представляет собой преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением с целью устранения опасности поражения человека электрическим током.

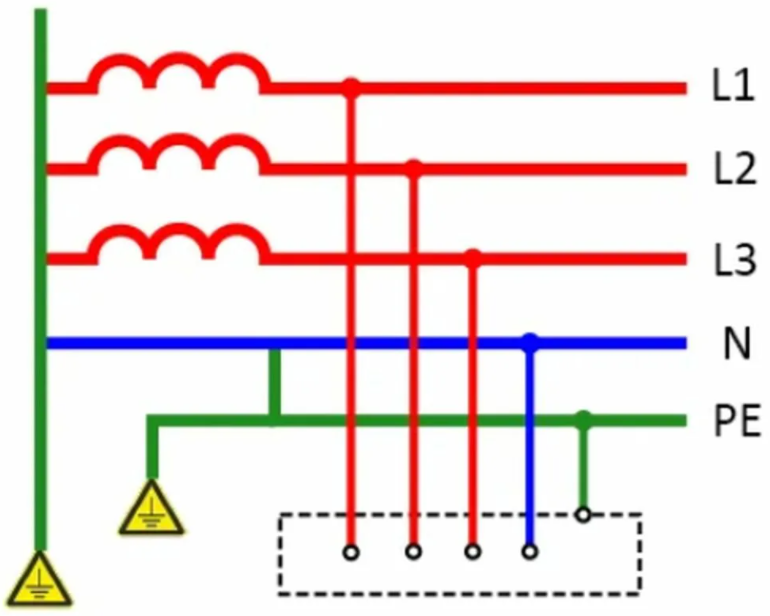


Рисунок 6.2 – Схема заземления

Рассматриваемое помещение соответствует требованиям электробезопасности и является безопасным для сотрудников.

## 6.5 Пожарная безопасность

Одной из самых часто встречающихся чрезвычайных ситуаций, возникающих на предприятиях, является пожар. Нормативно-правовым документов, регламентирующим пожарную безопасность является Закон РФ от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ.

Так как университет является общественным учебным заведением, а не предприятием, то и пожарная безопасность будет рассматриваться с этой точки зрения.

Самыми распространёнными причинами возникновения пожаров в общественных зданиях являются:

1. Неосторожность в обращении с огнём;
2. Халатность в использовании электрических нагревательных приборов;
3. Повреждение электропроводки;
4. Повреждение электрооборудования.

Рассматриваемая аудитория оборудована датчиками, чувствительными к дыму, которые также находятся и в коридорах университета. Кроме того, на этажах присутствуют пожарные шкафы, содержащие огнетушитель и пожарный кран. Пожарный шкаф изображён на рисунке 6.3.



Рисунок 6.3 – Пожарный шкаф

На каждом этаже здания размещён углекислотный огнетушитель ОУ-2, изображённый на рисунке 6.4.



Рисунок 6.4 – Огнетушитель ОУ-2

Огнетушитель углекислотный предназначен для защиты промышленных и гражданских объектов, загораний на электрифицированном железнодорожном и городском транспорте, электроустановок, находящихся под напряжением до 10 кВ.

Огнетушители не предназначены для тушения возгораний веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий, калий).

Кроме датчиков и пожарных шкафов на каждом этаже в коридорах находится кнопка пожарной тревоги.

На рисунке 6.5 представлен план эвакуации, который регламентирует последовательность действий при возникновении пожара или аварии.



Рисунок 6.5 – План эвакуации

Оценив вышеперечисленные факторы, можно сделать вывод, что рассматриваемое рабочее пространство соответствует необходимым требованиям пожарной безопасности.

Заключение по разделу. В данном разделе была проанализирована рабочая зона – аудитория В107 в ИРНИТУ, выведены рекомендации по устранению вредных и опасных факторов, изучены электробезопасность и пожаробезопасность помещения. Также были предложены рекомендации по замене осветительных приборов для люминесцентного освещения. После проведенного анализа можно сделать вывод о высоком уровне безопасности рабочей зоны и ее соответствия всем необходимым требованиям, установленным органами государственной власти.

# Заключение

При выполнении данной выпускной квалификационной работы была рассмотрена актуальность и новизна темы, выделены объект и предмет исследования, определены цели и задачи работы. Был проведен анализ действующей системы оповещения в ИРНИТУ и рассмотрены существующие решения.

В результате проведенного анализа было принято решение автоматизировать существующую систему, сформулированы требования к функциональным возможностям планируемой системы.

Были спроектированы модели «As-is» и «To-be», разработан алгоритм выявления изменений в расписании, проведено проектирование системы.

При реализации системы были использованы современные программно-инструментальные средства и технологии. Особое внимание было уделено гарантии доставки оповещений пользователям.

В результате данной работы, была разработана и протестирована версия модуля системы оповещения в ИРНИТУ.

В рамках поставленной задачи, была реализована система, которая позволяет:

* выявлять изменения в регулярном расписании ИРНИТУ;
* выявлять переносы в расписании ИРНИТУ;
* автоматически рассылать сообщения через телеграмм-бот:

1. уведомлять студентов об изменении в расписании;
2. уведомлять ППС об изменении в расписании;
3. уведомлять студентов о переносе пары в расписании;
4. уведомлять ППС о переносе пары в расписании;
5. уведомлять студентов о начале зачетной недели;
6. уведомлять студентов о начале экзаменационной недели;
7. уведомлять студентов о начале нового семестра.

В дальнейшем планируется интегрировать разрабатываемую систему оповещений в систему электронно-аудиторных фондов учебного отдела ИРНИТУ [31].

Исходный код системы опубликован в публичном репозитории на сервисе GitHub [32].

# Список использованных источников

1. Иркутский национальный исследовательский технический университет // istu.edu URL: https://www.istu.edu/ (дата обращения: 10.10.2022).
2. ИРНИТУ-Расписание занятий // istu.edu URL: https://www.istu.edu/schedule/ (дата обращения: 20.09.2022).
3. «Умное расписание», разработанное студентами, внедрят в ИРНИТУ // estu.edu URL: https://www.istu.edu/news/59205/ (дата обращения: 28.09.2022).
4. Учебный отдел ИРНИТУ // istu.edu URL: https://www.istu.edu/deyatelnost/obrazovatelnaya\_deyatelnost/umu/struktura/uch\_otdel/default (дата обращения: 26.04.2023)
5. Положение об учебном отделе // istu.edu URL: https://www.istu.edu/upload/uf/c83/pol\_211.pdf (дата обращения: 20.05.2023).
6. Доска объявлений // hse URL: https://www.hse.ru/ba/economics/blackboard/ (дата обращения: 02.05.2023).
7. Электронное расписание для медицинских вузов // ruresh URL: https://ruresh.ru/catalog/1CASR/MedElektronnoeRaspisanie/ (дата обращения: 12.05.2023).
8. В ТГУ обновили приложение с расписанием занятий TSU.InTime // news.tsu URL: https://news.tsu.ru/news/v-tgu-obnovili-prilozhenie-s-raspisaniem-zanyatiy-/ (дата обращения: 12.05.2023).
9. Нотация IDEF0 // businessstudio URL: https://www.businessstudio.ru/wiki/docs/current/doku.php/ru/csdesign/bpmodeling/idef0 (дата обращения: 02.05.2023).
10. Проектирование АСОИУ: методические указания по выполнению лабораторных и самостоятельных работ: 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника" для бакалавров по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т; сост. Р. Д. Гутгарц. - Электрон. дан. - Иркутск: ИРНИТУ, 2018. - 84 с. http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-17729.pdf (дата обращения: 05.12.2022).
11. Фактормножество. Что это такое? // dic.academic URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1160795
12. Материалы электронного курса по дисциплине https://el.istu.edu/course/view.php?id=2607 (дата обращения: 25.12.2022).
13. Python: что это за язык программирования и где применяется? // skillfactory URL: https://blog.skillfactory.ru/glossary/python/ (дата обращения: 26.04.2023)
14. SQL простыми словами // vs.ru URL: https://vc.ru/s/productstar/459185-sql-prostymi-slovami (дата обращения: 26.04.2023).
15. MongoDB: преимущества базы данных NOSQL // 8host URL: https://www.8host.com/blog/mongodb-preimushhestva-bazy-dannyx-nosql/ (дата обращения: 26.04.2023)
16. PostgreSQL — объектно-реляционная система управления базами данных // web-creator URL: https://web-creator.ru/articles/postgresql (дата обращения: 01.05.2023).
17. ЧТО ТАКОЕ LINUX // handyhost URL: https://handyhost.ru/help/term/chto-takoe-linux.html (дата обращения: 01.05.2023).
18. Visual Studio Code // blog.skillfactory URL: https://blog.skillfactory.ru/glossary/visual-studio-code/ (дата обращения: 01.05.2023).
19. DB DESIGNER // URL: https://www.dbdesigner.net/ (дата обращения: 18.09.2022).
20. Гутгарц, Римма Давыдовна. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления: учебное пособие для академического бакалавриата по инженерно-техническим и экономическим направлениям / Р. Д. Гутгарц. - Санкт-Петербург: Юрайт, 2019. - 303 с. (дата обращения: 10.10.2022).
21. Программная инженерия // asu.tusu URL: https://asu.tusur.ru/learning/090303/d36/090303-d36-labs2.pdf (дата обращения: 14.05.2023).
22. СанПиН 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/573230583. (Дата обращения: 05.06.2023).
23. Р 2.2.2006-05. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/1200040973. (Дата обращения: 05.06.2023).
24. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/456054197. (Дата обращения: 05.06.2023).
25. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115. (Дата обращения: 05.06.2023).
26. СанПиН 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/456054197. (Дата обращения: 05.06.2023).\
27. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/1200161238. (Дата обращения: 05.06.2023).
28. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/902111644. (Дата обращения: 05.06.2023).
29. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Естественное и искусственное освещение: [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: https://docs.cntd.ru/document/901859404. (Дата обращения: 05.06.2023).
30. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Кнорринг Г.М., 1976. – 384 c.
31. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ // estu.edu URL: https://www.istu.edu/local/modules/doc/download/41649 (дата обращения: 15.12.2022).
32. Репозиторий VKR // github URL: https://github.com/Jornellee/VKR (дата обращения: 31.05.2023).