

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

Кафедра \_\_\_\_\_ ТСиВС  
Допустить к защите

Зав.каф. \_\_\_\_\_ Дроздова В.Г.

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Разработка системы для автоматизации составления  
расписания занятий университета

Пояснительная записка

Студентка	<u>Кизим Валерия Андреевна</u>	/...../
Институт	<u>ИВТ</u>	Группа <u>ИА-931</u>
Руководитель	<u>Дроздова Вера Геннадьевна</u>	/ ...../

Новосибирск 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 Аналитический обзор предметной области.....	5
1.1 Анализ предметной области .....	5
1.2 Современный подход к автоматизации составления расписания учебных занятий.....	6
1.3 Обзор существующих программных продуктов .....	7
2 Постановка задачи и выбор средств разработки.....	15
2.1 Постановка задачи .....	15
2.2 Выбор технологий и концепции для разработки системы составления расписания .....	15
3 Проектирование и разработка системы для автоматизации составления расписания занятий университета .....	20
3.1 Проектирование базы данных .....	20
3.2 Разработка серверной части.....	25
3.3 Разработка клиентской части.....	26
3.4 Результаты тестирования .....	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	33

# ВВЕДЕНИЕ

Современное высшее учебное заведение представляет собой сложный, четко отлаженный механизм, включающий в себя работу многих структур, которые обеспечивают его функционирование как единое целое.

Важную роль в работе этого механизма играет учебный отдел, занимающийся вопросами составления расписания.

Составление расписания занятий в университете - это сложный и многогранный процесс, который требует, не только много времени, знаний в области организации учебного процесса, но и умения работать с большим количеством информации. Также важно понимать, что процесс составления расписания – это важная и ответственная задача, которая строго регламентируется приказами Министерства образования и здравоохранения.

На практике при составлении расписания учитывается ряд факторов, таких как доступность преподавателей, количество студентов, уровень подготовки студентов, специализация курса, доступность аудиторий и другие факторы. Кроме того, процесс составления расписания подвержен ряду проблем и ошибок, при его составлении сложно избежать нерационального использования временных ресурсов преподавателей и студентов, ошибок, накладок и «оконов».

Развитие информационных технологий позволило автоматизировать многие типовые задачи, которые раньше могли выполнять только люди или автоматизация которых была экономически невыгодна.

Развитие сети Интернет позволило создать распределенные, кроссплатформенные решения, основанные на принципе взаимодействия клиент-сервер, а конфигурирование систем с помощью тонких клиентов позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы и упростить сбор и обработку данных.

В связи с этим, автоматизация процесса составления расписания является одним из ключевых направлений по оптимизации работы университета, ввиду экономической доступности и вычислительного потенциала технологических решений. Автоматизированная система составления расписания может значительно повысить эффективность работы сотрудников учебного отдела и сократить количество накладок и возможных ошибок.

Современный рынок программного обеспечения предполагает готовые решения для автоматизации процессов составления расписания. Однако стоимость этих решений очень высока, а более дешевые или бесплатные аналогичные продукты являются менее гибкими, поэтому имеют довольно узкую область применения.

В рамках данной работы предлагается возможное решение для автоматизации процесса составления расписания. Целью данной работы

является разработка фрагмента ИС для составления расписания занятий университета.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Провести анализ предметной области, связанной с автоматизированным составлением расписания;
- Изучить существующие требования и стандарты, установленные министерством образования, к расписаниям, составляемым в ВУЗах;
- Сделать обзор существующих решений, представленных на рынке;
- Разработать структуру и создать фрагмент базы данных, содержащий все необходимые поля для работы системы;
- Создать фрагмент приложения для составления расписания занятий университета.

# 1 Аналитический обзор предметной области

## 1.1 Анализ предметной области

Составление расписания является серьезной математической задачей, относящейся к задачам дискретной оптимизации и целочисленного программирования. В рамках данного раздела математики, она представляет собой задачу распределения конечного числа событий во времени, в условиях ограниченности ресурсов [1].

Составители расписаний работают с определенным числом различных конечных ресурсов и имеют множество ограничений. Конкретизируя, можно выделить следующую информацию, с которой приходится работать при составлении расписания:

- Специализация и занятость преподавателей;
- Студенческие группы;
- Занятость и вместительность аудиторий;
- Дисциплины (учебный план);
- Расписание звонков;
- Нормирование определенного количества занятий в день.

Ограничения по расписанию определены в различных нормах и государственных стандартах. Современные образовательные стандарты обновляются и дополняются очень динамично. Законы и нормативные акты пересматриваются, а образовательный процесс подвергается детальному анализу со стороны Министерства образования. В связи с этим обновляется законодательная база, которая регулирует деятельность ВУЗов.

Расписание является одним из ключевых документов, координирующих работу образовательного учреждения, и объектом пристального внимания различных контролирующих органов. Его составление – ответственная задача, которая должна учитывать законодательство, федеральные стандарты и нормы.

Далее приведем некоторые из документов:

- Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [2];
- приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» [3].

Это далеко не весь список документов, которыми важно руководствоваться при разработке учебных планов.

Каждый закон имеет ряд положений, регулирующих работу лиц, составляющих расписание, удержать такой объем информации и при этом исключить ошибки при составлении расписания сложно.

После определения особенностей предметной области, следует упомянуть и о работе пользователей с данной системой. При разработке нового инструментария необходимо учитывать множество факторов. Необходимо учесть ранее использовавшиеся инструменты, чтобы пользователи могли использовать их при необходимости. Следует также учесть опыт работы с другими программами и обеспечить единый графический интерфейс, чтобы сократить время адаптации к новому продукту.

## 1.2 Современный подход к автоматизации составления расписания учебных занятий

С развитием компьютерных технологий человечество вступило в информационную эпоху, и один из важнейших ресурсов является информация. Много сил и времени тратится на разработку инструментов и методов хранения и обработки информации.

Технологический прогресс привел к появлению более компактных и дешевых компьютеров, что способствовало распространению компьютерных технологий. Широкое распространение ПК сделало возможной автоматизацию задач в различных аспектах человеческой деятельности. Развитие компьютерных технологий также определило развитие коммуникационных сетей. Большое количество потенциальных абонентов сделало развитие сетей Интернет привлекательной инвестицией.

Сегодня практически в каждом доме и на каждом рабочем месте есть компьютер с доступом в Интернет. Это является важной предпосылкой для развития автоматизированных рабочих мест человека в различных отраслях. Объединение в сеть всех компьютеров в организации позволяет организовать централизованный сбор и обработку информации.

В рамках цели поставленной в данной работе система составления расписания может быть спланирована аналогичным образом. В результате такого подхода получается распределенная, масштабируемая система.

Распределенная ИС состоит из нескольких компьютеров, объединенных в сеть и представленных пользователю как единая система [4]. Основными характеристиками РС являются прозрачность, открытость, гибкость и масштабируемость системы.

Прозрачность РС означает, что она воспринимается как единое целое и пользователи не знают, что ресурсы и информация физически распределены между несколькими компьютерами.

Открытость РС означает, что взаимодействие между компьютерами осуществляется с использованием стандартизированных протоколов.

Гибкость РС определяется, как способность конфигурировать систему с помощью различных компонентов и элементов без ущерба для функциональности.

Масштабируемость РС означает возможность расширения системы за счет увеличения количества клиентских устройств, путем повышения вычислительной мощности или путем разнесения ресурсов географически.

РС имеют ряд важных преимуществ, и многие крупные компании активно развиваются в этом направлении. ИС составления расписания занятий, которую предстоит разработать, основана на этих принципах.

РС может взаимодействовать с устройствами типа тонкий клиент. В телекоммуникациях под словосочетанием «тонкий клиент» понимается клиентское устройство, которое имеет низкую производительность, обычно не оснащено полноценным жестким диском и отличается от полноценного ПК по многим другим техническим характеристикам. Назначение такого устройства – предоставление пользователю доступа к сетевым ресурсам. Тонкий клиент обычно намного дешевле полноценных рабочих станций и могут повысить безопасность внутренней сети предприятия.

При составлении расписания сотрудникам учебного отдела приходится иметь дело с большим количеством информации, различными стандартами, законодательством, списками дисциплин, преподаваемых на разных курсах и факультетах, списками преподавателей и групп и многими другими. При таком количестве данных легко запутаться или что-то упустить. С помощью ИС можно объединить, сгруппировать и структурировать всю эту информацию, используя БД. БД – это способ структурирования информации путем размещения ее в связанных таблицах, чтобы ее мог обрабатывать компьютер.

Развитие технологий изменило представление пользователей о том, как должны работать программы. Длительное время установки, необходимость изучать, как использовать конкретное ПО, и отсутствие интеграции со сторонними сервисами ушли в прошлое. В сегодняшней реальности пользователи ожидают быстрой загрузки, интуитивно понятного интерфейса, привычных инструментов в привычных местах и возможность использовать ПО в сочетании с другими приложениями.

Особенно важно, чтобы составители расписания могли экспортировать созданное расписание в формате, поддерживаемым такими программами как Microsoft Excel и Microsoft Word. Особое внимание следует уделять предыдущему опыту работы пользователя с различными программами. При создании приложения его интерфейс должен быть интуитивно понятным.

### 1.3 Обзор существующих программных продуктов

Ввиду актуальности задачи автоматизации процесса составления расписания, на современном рынке программного обеспечения существует ряд компаний, предлагающих свои решения.

Перед разработкой собственной системы, следует ознакомиться с готовыми решениями, представленными на рынке, выявить их ключевые особенности и недостатки, оценить возможность их применения в данном конкретном случае.

Первой рассмотрим программу «Ректор-ВУЗ», которая предназначена для составления расписания занятий в вузах. Программа имеет четыре раздела (вкладки): «Списки», «Нагрузки», «Расписание» и «Замены» [5].

Раздел «Списки» служит для ввода, редактирования и печати списков кафедр, специальностей, групп, дисциплин, аудиторий, преподавателей и видов занятий. Раздел «Нагрузки» используется для ввода, редактирования и печати учебных планов по каждой специальности, нагрузок преподавателей, графиков распределения часов по неделям в пределах семестра, отчетов по загрузке преподавателей, кафедр и вуза в целом. Раздел «Замены» позволяет оперировать заменами преподавателей. Раздел «Расписание» отражает основное содержание данной программы. В этом разделе можно создавать учебные расписания по группам студентов, а также по преподавателям, аудиториям и университета в целом (рисунок 1.1).

Расписание занятий можно составлять в автоматическом, ручном или комбинированном режиме; переходить от одного режима к другому можно в любой момент времени. При составлении расписания в автоматическом режиме программа учитывает все сформулированные требования к расписанию. При составлении расписания в ручном режиме программа подсказывает возможные варианты расстановки уроков выбранного преподавателя, возможные варианты заполнения пустых клеток в расписании группы, следит за количеством мест в аудиториях.

Готовое расписание занятий одного, всех или некоторых групп и преподавателей можно сохранить в форматах Microsoft Word, Excel или HTML.

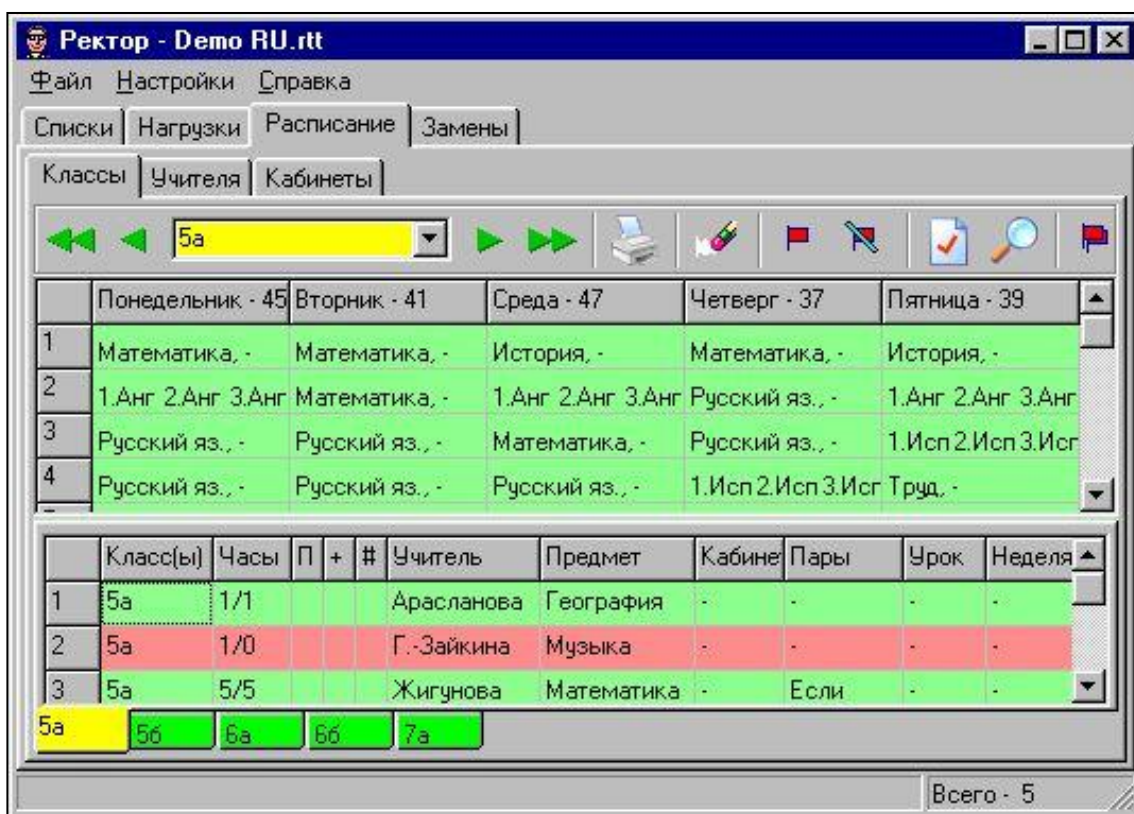


Рисунок 1.1 – Вид интерфейса программы «Ректор-вуз». Раздел «Расписание»



Далее рассмотрим программу «Экспресс-расписание», которая предназначена для автоматизации составления расписания учебных занятий в институтах, университетах, академиях [6]. Она позволяет вести ежедневные изменения расписания, учет выполненных часов, формирует отчеты.

В программе можно вести расписание как очного, так и заочного отделения, учет практик, консультаций, экзаменов, учет замещения преподавателей, передачу нагрузки другому преподавателю в течение семестра, назначение занятий без основного расписания (в текущем).

Программа «Экспресс-расписание» позволяет:

- Автоматическое составление (досоставление) основного расписания на 1 (2, 3 или 4) недели (при 5- или 6-дневной неделе), до 20 занятий в день;
- Публикация основного и текущего расписания на сайте образовательной организации;
- Возможность распечатки табеля и других отчетов (передаются в MS Excel), корректировка шаблонов отчетов.
- Ведение текущего расписания и возможность ежедневной замены занятий, преподавателей, аудиторий;
- Планирование отсутствия и занятости преподавателей, групп, аудиторий.

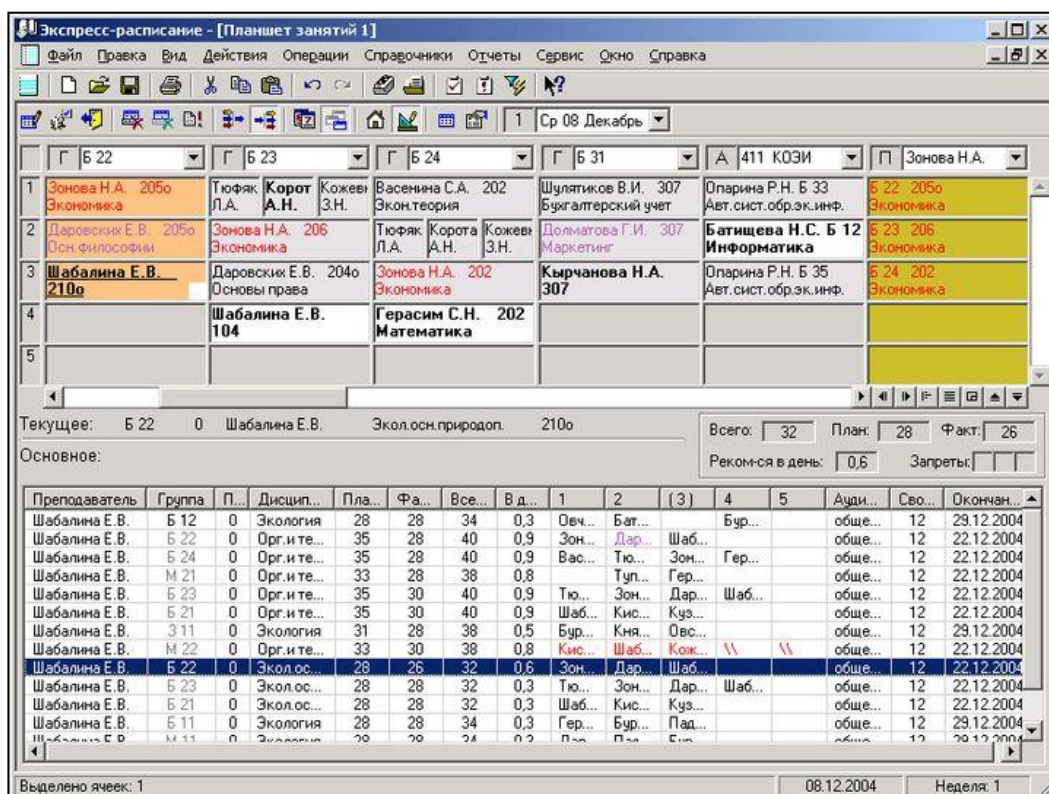


Рисунок 1.2 – Вид интерфейса программы «Экспресс-расписание»

Далее будет рассматриваться программа «Magellan», которая представляет собой комплексную информационную систему для университета, академии, института, курсов повышения квалификации [7]. Для составления

расписания в данном ПП используется компонент (модуль) под названием «Расписание». С помощью его возможно формирование расписания как в автоматическом, полуавтоматическом, так и в ручном режимах. На основе данных из модулей «Деканат», «Отдел кадров», «Учебно-методическое управление» и «Кафедра» модуль автоматически формирует расписание с возможностью его дальнейшей доработки в ручном режиме.

Модуль «Расписание» позволяет:

- Формировать расписание на день, неделю, месяц, полугодие для любых занятий, консультаций, экзаменов;
- Создавать занятия, не попадающие в «сетку» расписания, занятия произвольной продолжительности;
- Учесть последовательность преподавания дисциплин, тематические планы по дисциплинам, занятость преподавателей и групп;
- Создать и сравнить несколько редакций расписания и выбрать наиболее оптимальную редакцию;
- Легко справиться с планированием работы со «сложными потоками» групп, подгруппами и индивидуальными консультациями;
- Учесть занятость любых помещений другими занятиями и общеузовскими мероприятиями.

На рисунке 1.3 представлена экранная форма работы в модуле «Расписание» системы Magellan.

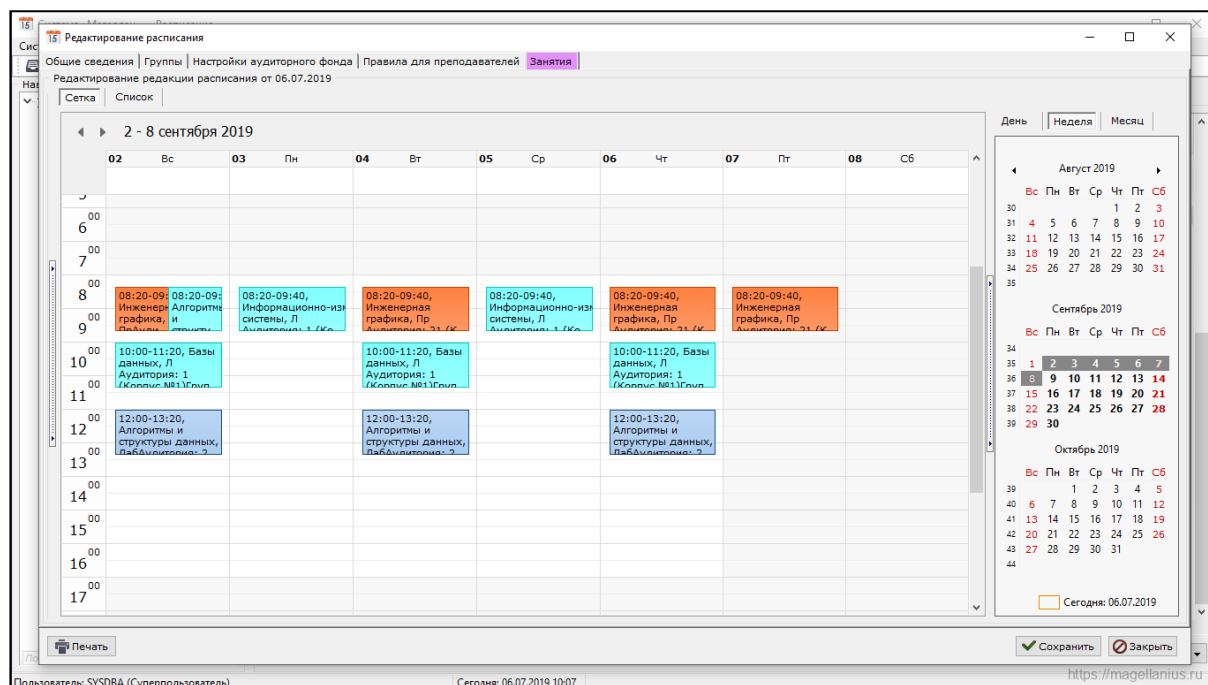


Рисунок 1.3 – Модуль «Расписание» в системе Magellan.

Просмотр расписания в масштабе недели

Следующей рассмотренной программой стала «1С: Автоматизированное составление расписания. Университет» [8]. Программа для составления

расписания предназначена для решения задач автоматизированного составления учебных расписаний и оперативного управления помещениями в ВУЗах. С его помощью составлять расписание можно в автоматическом, ручном и смешанном режимах с учетом многих ограничений и условий. При этом можно построить как допустимое расписание, так и оптимизированное, в котором сокращено количество окон или количество используемых помещений.

Часть реализованного функционала ПО:

- Возможность составления расписаний в ручном, автоматическом и смешанном режимах;
- Удобная форма «шахматка» для быстрой ручной модификации расписания перетаскиванием «drag&drop»;
- Учет пожеланий и возможностей преподавателей, групп студентов, помещений;
- Выбор произвольной периодичности расписания (неделя, две недели, семестр, фиксированный период и т.д.);
- Учет максимального допустимого количества занятий в день для группы студентов или преподавателя при составлении расписания;
- Загрузка справочников (в том числе списки преподавателей, дисциплин, групп) и учебных планов в форматах Excel и XML.

Основная форма для составления расписания («шахматка», строки – дни недели, пары, колонки – помещения) в рассматриваемой программе представлена на рисунке 1.4.

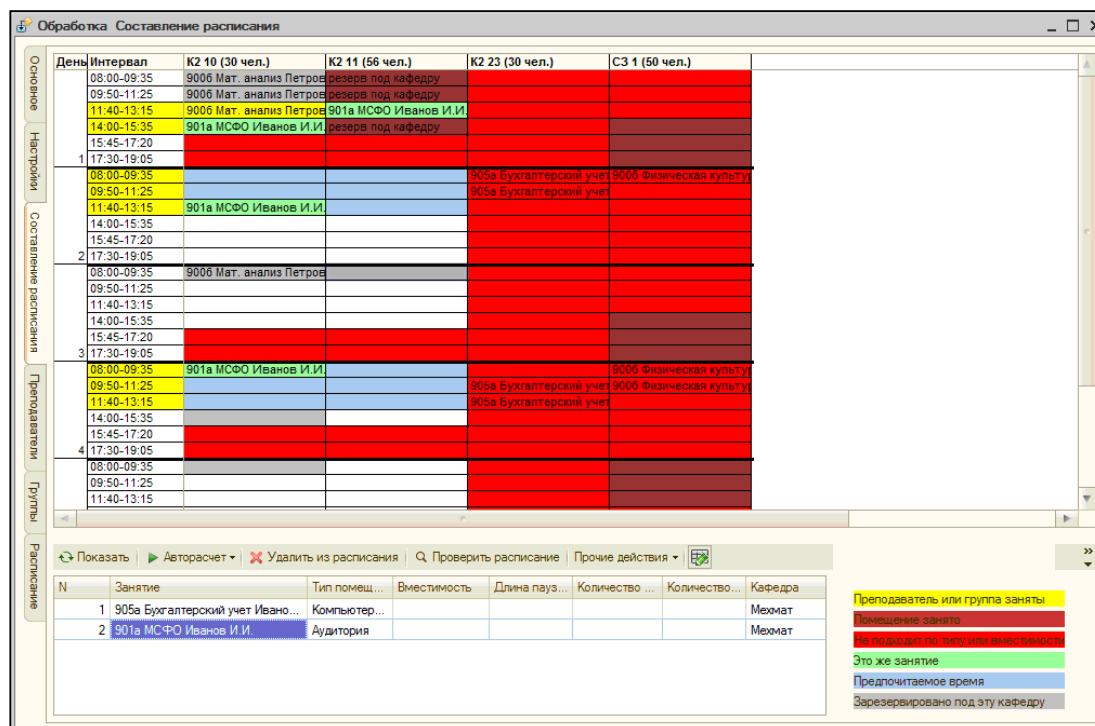


Рисунок 1.4 – Окно «шахматки» в программе «1С: Автоматизированное составление расписания. Университет»

Обобщая изученные сведения о ПП, представленных на рынке, для сравнения параметров была составлена таблица 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение программ для автоматизации составления расписания


Параметры для сравнения	Программа			
	Ректор-ВУЗ	Экспресс-расписание	Magellan	1С: Автоматизированное составление расписания. Университет
Простота интерфейса	нет	нет	да	да
Наличие автоматического режима составления расписания	нет	да	да	частично
Операционная системы	Windows	Windows	Windows, Linux	Windows, Linux, Mac OS
Возможность создания распределенной системы	нет			нет
Стоимость лицензии	На 1 компьютер – 8 800 руб.	На 1 компьютер – 18 990 руб.	Рассчитывается индивидуально	95 000 руб.

Также в рамках обзора существующих решений рассмотрим визуализацию расписаний на сайтах Новосибирского Государственного Университета (НГУ) и Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ) [9, 10].

На сайте НГУ в разделе «Расписание» пользователям предоставляется возможность просмотра расписания в разных разрезах таких как: «Расписание по факультетам», «Расписание преподавателей», «Расписание компьютерных классов» и «Расписание по аудиториям», который представлен на рисунке 1.5. Раздел «Расписание» сайта имеет интуитивно понятный интерфейс. Выбор преподавателей представлен в алфавитном порядке, что является очень удобной функцией при поиске необходимой информации. Что важно, на сайте имеется возможно импорта необходимого расписания. Есть возможность просмотра расписания и занятий и экзаменов. Расписание занятий предоставляется сразу за всю неделю в пределах одного семестра с указанием занятий, которые проходят по четным или нечетным неделям.

На сайте СибГУТИ в разделе «Расписание» могут просматривать расписание в нескольких разрезах таких как: «Расписание занятий студентов», «Расписание занятий преподавателей» и «Расписание занятий по аудиториям», который представлен на рисунке 1.6. Раздел «Расписание» также имеет интуитивно понятный пользователю интерфейс. Для того чтобы найти нужную информацию по расписанию, в поле выбора необходимо вводить один или более символов для нахождения совпадений. Такая функция ускоряет процесс поиска, нет необходимости пролистывать весь список. Расписание предоставляется в виде списка в рамках одного дня с указанием временного

интервала пары, также представлен календарь, в котором есть возможность выбора другого дня для просмотра расписания.



**Новосибирский  
государственный  
университет**  
*\*НАСТОЯЩАЯ НАУКА\**

## РАСПИСАНИЕ ЗАНЯТИЙ НГУ

Четная неделя

Дата последнего обновления:  
**Сегодня в 09:31**

---

ФАКУЛЬТЕТЫ    ПРЕПОДАВАТЕЛИ    АУДИТОРИИ -


[Расписание занятий](#)    Поиск...

Уважаемые преподаватели и студенты! В расписании возможны изменения. Просьба следить за обновлениями.

[Главная](#) > [Расписание](#) > [Расписание по аудиториям](#) > Аудитория 0204


◀ Назад

Аудитория 0204


[Рассчитать расписание](#)

Время	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
9:00	Гражданский процесс <a href="#">Зичева И.В.</a> <a href="#">20902.1</a> <a href="#">20902.2</a>	Экономика <a href="#">Баскова Т.Н.</a> <a href="#">19207</a> <a href="#">19208</a>				
10:50	Адм. судопроизвод. <a href="#">Мартынова В.А.</a> <a href="#">20902.1</a> <a href="#">20902.2</a>		Проектирование ПО <a href="#">Минский Д.С.</a> <a href="#">20213</a> <a href="#">20214</a> <a href="#">20215</a>	Ин. яз. <a href="#">Трифимова Ю.В.</a> <a href="#">21603.2</a>		Уголовное право <a href="#">Боровских Р.Н.</a> <a href="#">20903</a>
12:40	Латинский язык <a href="#">Долгушина Л.В.</a> <a href="#">22604.3</a>	История <a href="#">Аникина А.Б.</a> <a href="#">22605.1</a> <a href="#">22605.2</a>	ТВ и МС <a href="#">Ховица С.Е.</a> <a href="#">21209</a>	Ин. яз. <a href="#">Татарникова Ю.А.</a> <a href="#">22605.2</a>	Забронировано	Криминалистика <a href="#">Жегалов Е.А.</a> <a href="#">20903</a>
14:30	Латинский язык <a href="#">Долгушина Л.В.</a> <a href="#">22604.3</a>	История <a href="#">Аникина А.Б.</a> <a href="#">22605.1</a> <a href="#">22605.2</a>	Ин. яз. <a href="#">Татарникова Ю.А.</a> <a href="#">22605.2</a>	Ин. яз. <a href="#">Татарникова Ю.А.</a> <a href="#">22605.1</a>		
16:20	Латинский язык <a href="#">Долгушина Л.В.</a> <a href="#">22604.2</a>	Латинский язык <a href="#">Афонсин Е.Б.</a> <a href="#">22605.1</a> <a href="#">22605.2</a>	Ин. яз. <a href="#">Татарникова Ю.А.</a> <a href="#">22605.1</a>			

Рисунок 1.5 – Сайт НГУ. Страница с расписанием в разрезе аудиторий



СИБИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
И ИНФОРМАТИКИ

СИБГУИТ

Абитуриентам

Студентам

Сотрудникам

🔍

🌐

EN

РУС

👤

12 +

Университет

Сведения об образовательной организации

Образование

Наука и инновации

Контакты

08:00 - 09:35

09:50 - 11:25

11:40 - 13:15

13:45 - 15:20

15:35 - 17:10

17:25 - 19:00

Информационный менеджмент

Практические занятия

группа ИИИ-962

Стребкова Лидия Николаевна  
а.417 (К.1)

Профессиональная этика

Лекционные занятия

группа АБ-97

Сонна Ольга Сергеевна  
а.417 (К.1)

а.417 (К.1)

Выберите аудиторию

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			01.06	02.06	03.06	04.06
05.06	06.06	07.06	08.06	09.06	10.06	11.06
12.06	13.06	14.06	15.06	16.06	17.06	18.06
19.06	20.06	21.06	22.06	23.06	24.06	25.06
26.06	27.06	28.06	29.06	30.06		

Расписание занятий студентов

Расписание занятий преподавателей

Для сообщения о неточностях в расписании просим Вас обращаться на почту: [schedule@sibgu.ru](mailto:schedule@sibgu.ru)

Рисунок 1.6 – Сайт СибГУТИ. Страница с расписанием в разрезе аудиторий

Обобщим полученные в результате обзора сведения о разделах «Расписание» на сайтах ВУЗов НГУ и СибГУТИ в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Сравнение визуализации расписаний на сайтах ВУЗов

Параметры для сравнения	Сайт	
	НГУ	СибГУТИ
Интуитивно понятный интерфейс	да	да
Возможность просмотра расписания в различных разрезах	да	да
Вспомогательные функции для удобства поиска	поиск по алфавиту	ввод одного или более символов для получения совпадений
Наличие расписания экзаменов	да	нет
Возможность импорта расписания	да	нет

## 2 Постановка задачи и выбор средств разработки

### 2.1 Постановка задачи

Прежде чем приступить к реализации собственной ИС составления расписания, следует сформулировать задачу.

Проведя предварительный анализ предметной области, было принято решение о создании РС. Это позволит создать приложение, которое будет удовлетворять потребности современных пользователей.

Сравнительный анализ ПП, представленных на рынке, показал, что неудобство графического интерфейса является одним из слабых мест всех систем. Если сделать упор на разработку клиентской части приложения, то можно разработать систему, которой будет понятно и приятно пользоваться.

В результате обзора и анализа было составлено краткое техническое задание, которое будет реально выполнить в рамках данной работы:

- 1) Разработать приложение, которое будет основано на принципах клиент-серверного взаимодействия;
- 2) Уделить особое внимание пользовательскому опыту, удобству использования и привлекательного вида системы при разработке клиентской части.

### 2.2 Выбор технологий и концепции для разработки системы составления расписания

Перед тем, как приступить к разработке системы, следует определиться с особенностями приложения, структурой его работы, используемые технологии и шаблоны проектирования.

На этапе постановки задачи было принято решение о разработке программы по принципу РС. Такой подход позволяет разрабатывать масштабируемые и кроссплатформенные решения. Масштабируемость системы предоставляет возможность, в случае необходимости, увеличить число активных пользователей системы и объемы обрабатываемой информации. Кроссплатформенность позволяет разрабатывать одно приложение сразу под несколько ОС, что в свою очередь позволяет не ориентироваться на конкретную ОС на клиентском ПК.

Существует ряд особенностей при реализации систем такого типа. В процесс разработки приложения приходится реализовывать две части, клиентскую и серверную.

Серверная часть представляет собой удаленный компьютер, который обрабатывает всю логику приложения, хранит большие объемы данных и имеет возможность предоставлять доступ к своим ресурсам нескольким пользователям одновременно.

Клиентская часть представляет собой графический интерфейс, который отображает данные, хранящиеся и обрабатываемые на сервере. Получается,

что пользовательское приложение не хранит данные, а только отображает их, и предоставляет возможность пользователям интерфейса взаимодействие с ними.

Для наглядности понимания работы распределенного приложения приведена схема на рисунке 2.1.

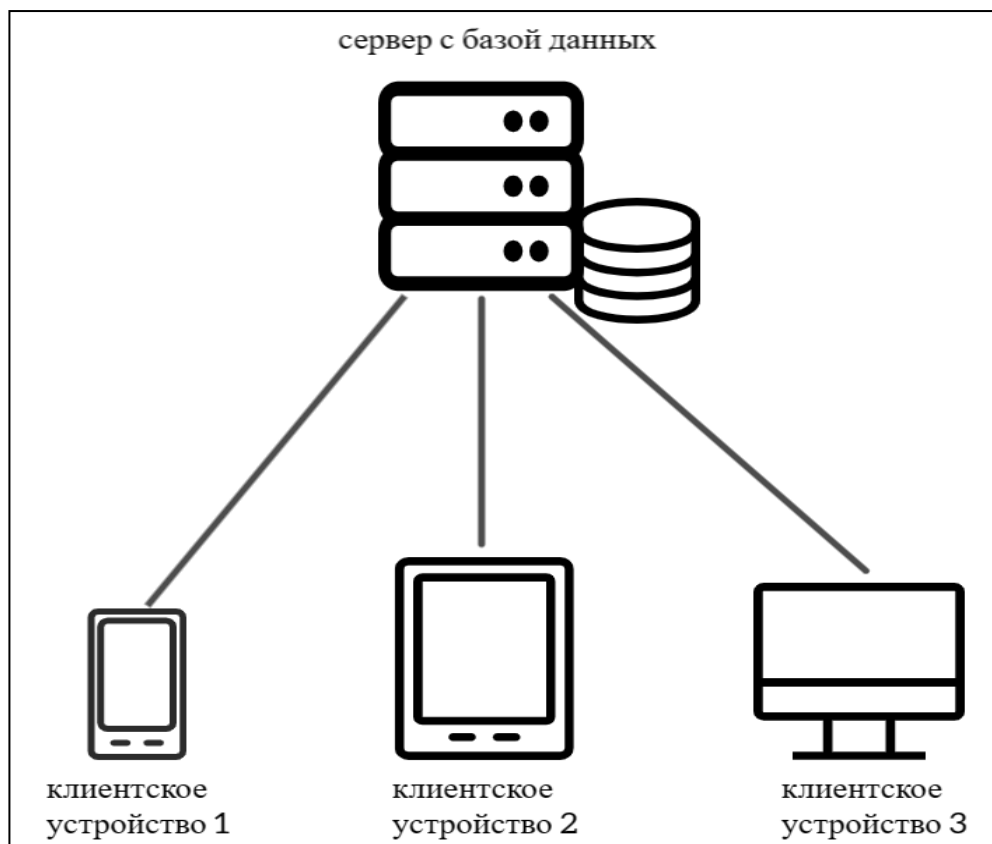


Рисунок 2.1 – Схема работы распределенного приложения

Для разработки системы для автоматизации составления расписания занятий университета было принято решение о том, что клиентская часть будет реализована в виде веб-приложения. Пользователи смогут получать доступ к приложению через веб-браузер на своем устройстве. Таким образом удастся реализовать кроссплатформенность.

За основу разработки клиентской части будут взяты такие средства разработки как: HTML – язык гипертекстовой разметки, CSS – таблицы каскадных стилей, JavaScript – язык программирования, а также набор инструментов, которые имеют открытый исходный код – Bootstrap и JQuery.

В качестве сервера в данной работе будет использоваться локальный сервер – ПО, которое позволяет запускать веб-приложение без использования хостинга (сервиса, позволяющего организациям и частным лицам размещать собственный контент в сети Интернет), на домашнем компьютере. Доступ к такому веб-приложению будет только на одном устройстве, но этого будет достаточно для того, чтобы разработать и протестировать систему.

На сегодняшний день наиболее популярными и часто используемыми являются Denver, XAMPP и OpenServer, к тому же все три локальных сервера являются бесплатными.



При разработке системы будет использоваться веб-сервер XAMPP, который представляет собой бесплатный стек решений для веб-серверов с открытым исходным кодом, помогающий разработчикам в тестировании веб-приложений. Содержит [Apache](#), [MariaDB](#), интерпретатор скриптов [PHP](#), язык программирования [Perl](#) и большое количество дополнительных библиотек. Панель управления XAMPP представлена на рисунке 2.2. Хотя отмечают, что он является менее удобным, но его главным преимуществом перед другими является то, что он кроссплатформенный [11]. Другие же предназначены только для ОС Windows.

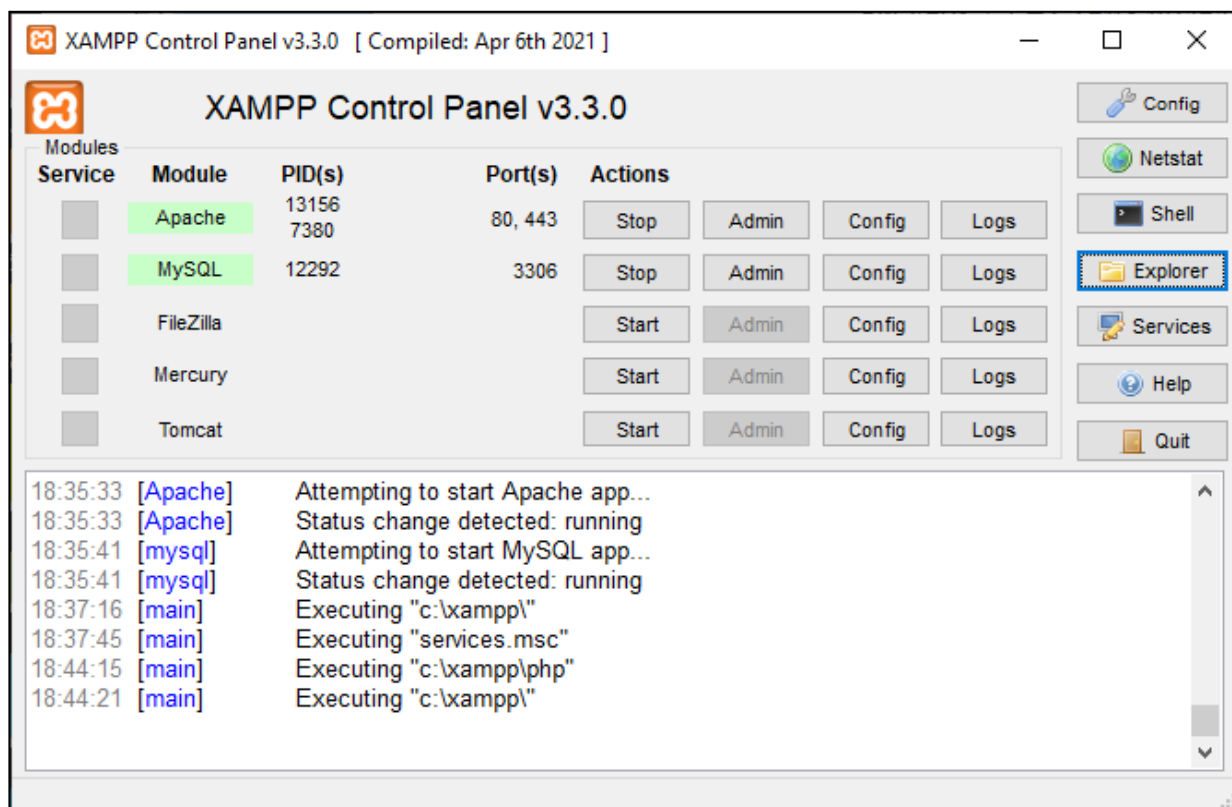


Рисунок 2.2 – XAMPP Control Panel (панель управления XAMPP)

Серверная часть приложения будет написана на языке скриптового языка, лидере среди языков, применяющихся для создания динамических веб-сайтов, PHP. . Это также язык общего назначения, который можно использовать для создания множества проектов, включая графические пользовательские интерфейсы (GUI). Он также позволяет работать с такими веб-серверами, как IIS в ОС Windows и Apache в ОС macOS и ОС Linux.

Приведем некоторые из преимуществ PHP:

- PHP является кроссплатформенным, не зависит от платформы. Не нужно иметь конкретную ОС, чтобы использовать ее, потому что она работает на любой платформе, будь то Mac, Windows или Linux;
- PHP имеет открытый исходный код. Оригинальный код доступен всем, кто хочет его использовать;

- РНР легок в изучении. Ему можно быстро обучиться, если уже есть знания в области программирования;
- РНР легко подключается ко всем базам данных, реляционным и не реляционным. Таким образом, он может в кратчайшие сроки подключиться к MySQL, Postgress, MongoDB или любой другой базе данных;
- РНР имеет поддерживающее онлайн-сообщество. Официальная документация содержит руководства по использованию функций, и возможно легко решить любую возникающую при разработке проблему.

Создание БД будет выполняться в СУБД. СУБД – это программные средства, позволяющие создавать БД в соответствии с имеющимся описанием ее структуры, а далее поддерживать БД в рабочем состоянии, осуществляя контролируемый доступ к данным со стороны пользователей. При создании БД используются директивы языка определения данных (Data Definition Language – DDL) и инструменты для обращения к данным, которые представлены директивами языка манипулирования данными (Data Manipulation Language – DML). Конкретной реализацией языков DDL и DML является стандартизированный язык SQL (Structure Query Language). Директивы SQL обладают возможность встраиваться в современные языки программирования, что дает возможность получать доступ к БД из программ [12].

В данной работе будет использоваться СУБД MySQL phpMyAdmin, которая интегрирована в локальный сервер XAMPP.

Общий вид главной страницы phpMyAdmin представлен на рисунке 2.3. Веб-интерфейс phpMyAdmin позволяет осуществлять администрирование сервера MySQL, запускать команды SQL, а также просматривать содержимое таблиц и баз данных [13].

В основу архитектуры разрабатываемой системы будет заложена концепция AJAX (Asynchronous JavaScript and XML, асинхронный JavaScript и XML), графическое отображение работы которой представлено на рисунке 2.4. AJAX представляет собой подход к построению интерактивных [пользовательских интерфейсов веб-приложений](#), при котором веб-страница, не перезагружаясь, сама догружает необходимые пользователю кусочки информации [14]. В результате при обновлении данных [веб-страница](#) не перезагружается полностью, и веб-приложения становятся быстрее и удобнее. AJAX это даже не одна технология, а группа технологий, которые работают совместно для того, чтобы была возможность в любой момент времени запросить любую информацию с сервера и отобразить ее на странице сайта без перезагрузки.

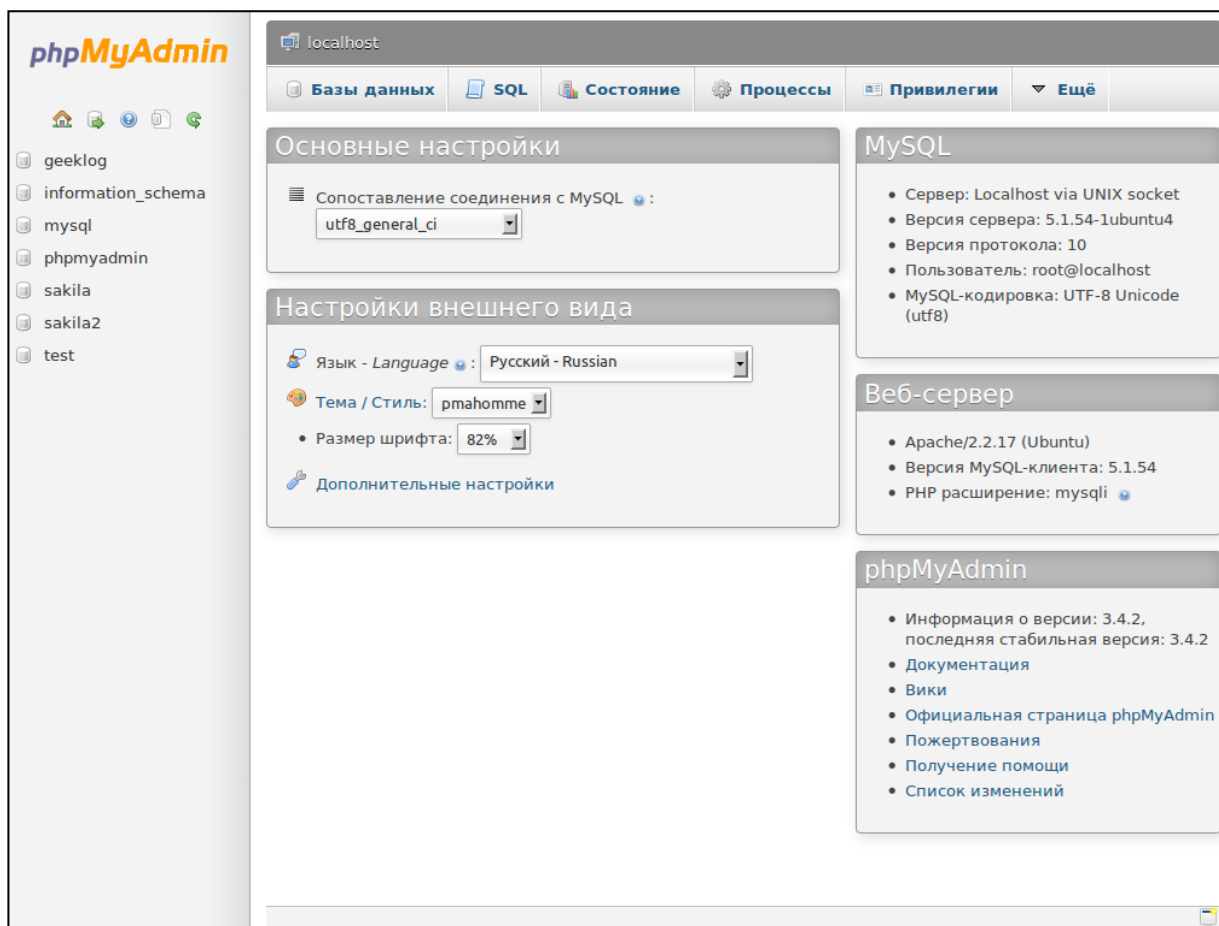


Рисунок 2.3 – Главная страница phpMyAdmin

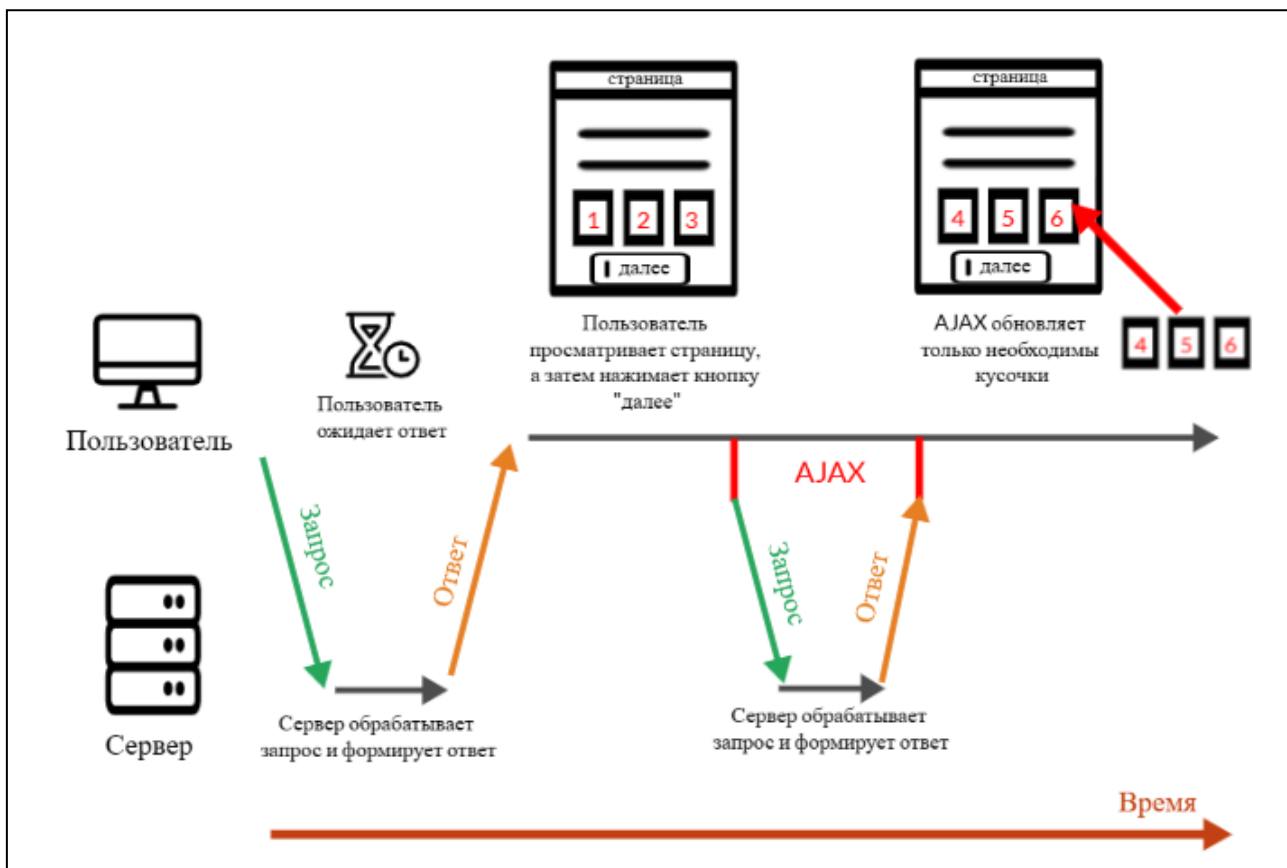


Рисунок 2.4 – Модель взаимодействия AJAX

### 3 Проектирование и разработка системы для автоматизации составления расписания занятий университета

#### 3.1 Проектирование базы данных

Проектирование БД является важным и трудоемким этапом при разработке информационной системы. Процесс проектирования БД состоит из трех основных этапов: концептуальное, логическое и физическое проектирование.

Целью этапа концептуального проектирования является создание подробной модели для данных, которые присутствуют в предметной области. Наиболее распространенной моделью концептуальной схемы является модель «сущность-связь». Сущность представляет собой основное содержание объекта предметной области.

Исходя из анализа структуры информационного пространства предметной области, были выделены сущности, представленные ниже, определены атрибуты с указанием первичных (primary key, pk) и потенциальных ключей (candidate key, ck), а также приведено описание для каждой из сущностей (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Сущности, их атрибуты и описание

Сущность	Атрибуты	Описание
Расписание	id расписания (pk), id факультета (ck), id группы (ck), id дисциплины (ck), id преподавателя (ck), id аудитории (ck), id время пары (ck).	сведения о расписании занятий, составленного из остальных сущностей
Факультеты	id факультета (pk), код факультета (ck), название, ФИО декана, контакты, адрес, email.	сведения о факультетах
Кафедры	id кафедры (pk), сокращенное наименование, полное наименование.	сведения о кафедрах
Преподаватели	id преподавателя (pk), ФИО преподавателя, id кафедра (ck), id должности (ck).	сведений о преподавателях
Должности	id должности (pk), наименование.	сведения о должности работников ВУЗа
Группы студентов	id группы (pk), название, id факультета (ck).	сведения о студенческих группах ВУЗа
Аудитории	id аудитории (pk), номер аудитории, id типа аудитории (ck).	сведения об аудиторном фонде ВУЗа

Тип аудитории	id типа аудитории (pk), тип аудитории.	сведения о типах аудиторий ВУЗа
Дисциплины	id дисциплины (pk), сокращенное наименование, полное наименование.	сведения обо всех изучаемых дисциплинах
Время пары	id пары (pk), время начала, время окончания.	сведения о длительности пар

Прежде чем проанализировать связи между сущностями и определить их тип, приведем существующие типы отношений, которые также представлены в графическом отображении на рисунке 3.1.

Существуют следующие типы отношений между сущностями:

- Один-к-одному (1:1). Каждой записи первой сущности соответствует только одна запись из второй сущности. И наоборот, каждой записи второй сущности соответствует только одна запись из первой сущности.
- Один-ко-многим (1:M). Каждой записи первой сущности могут соответствовать сразу несколько записей из второй сущности. А каждой записи второй сущности может соответствовать только одна запись из первой сущности. Является наиболее часто используемым типом связи.
- Многие-ко-многим (M:M). Каждой записи первой сущности могут соответствовать сразу несколько записей из первой сущности. И также каждой записи второй сущности может соответствовать несколько записей из первой сущности.



Рисунок 3.1 – Типы связей между сущностями

В результате анализа были определены связи между сущностями, которые приведены в таблице 3.2.

В завершении этапа концептуального проектирования построим модель «сущность-связь» (Entity-Relationship model). Эта модель, которую называют ER-моделью, позволит наглядно представить проект БД. Моделирование базируется на построении графических схем (ER-диаграмм). ER-диаграмм проекта БД представлена на рисунке 3.2.

Таблица 3.2 – Типы связей между сущностями

Сущность 1	Сущность 2	Тип связи
Факультеты	Группы студентов	1:M
Кафедры	Преподаватели	1:M
Преподаватели	Расписание	1:M
Должности	Преподаватели	1:M
Группы студентов	Расписание	1:M
Аудитории	Расписание	1:M
Тип аудитории	Аудитории	1:M
Дисциплины	Расписание	1:M
Время пары	Расписание	1:M

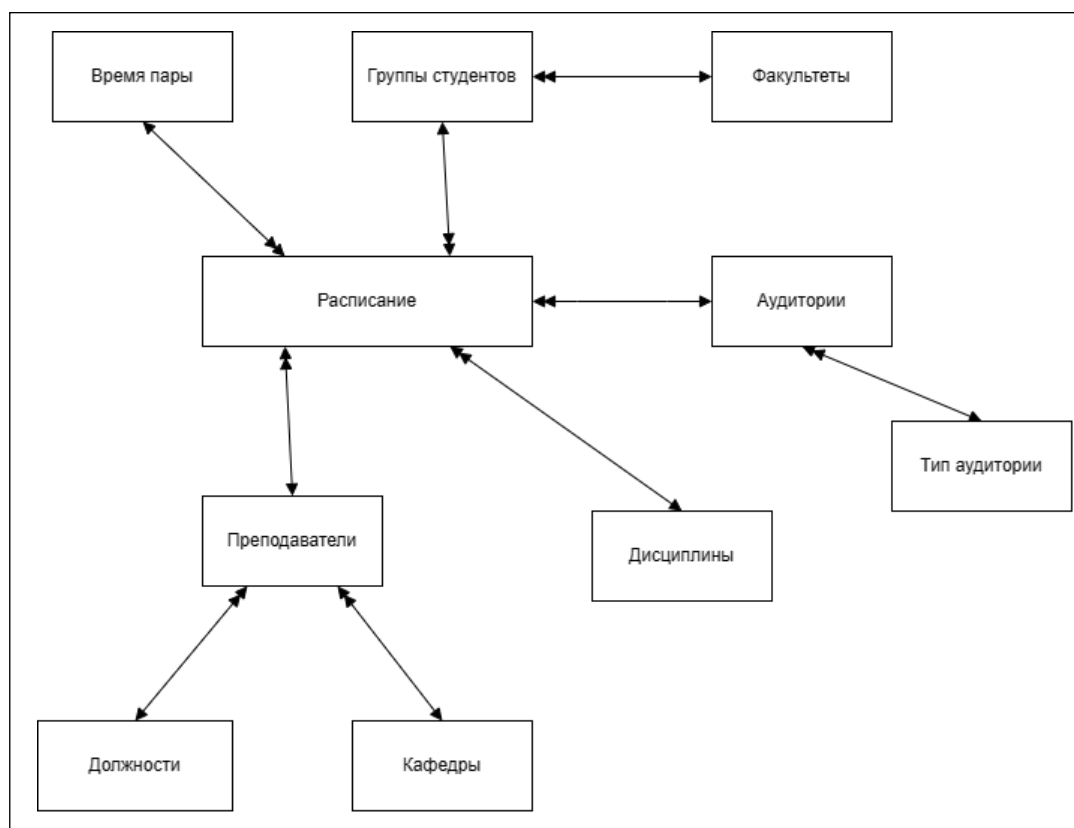


Рисунок 3.2 – ER-диаграмма

Цель этапа логического проектирования заключается в преобразовании концептуальной модели данных с учетом требований реляционной модели. На этом этапе необходимо определить набор таблиц, формирующих структуру логической модели данных реляционной БД, и связей между ними. Это делается без выбора конкретной СУБД и без учета остальных аспектов физической реализации БД. Также на этом этапе необходимо исключить элементы, несовместимые с реляционной моделью данных. Преобразованию подлежат следующие элементы концептуальной модели:

- связи типа «многие-ко-многим»;
- сложные связи;
- многозначные атрибуты;
- связи с атрибутами;
- рекурсивные связи.

В данном случае, на этапе концептуального проектирования, не возникло сложных связей, многозначных атрибутов, связей с атрибутами, рекурсивных связей, а также между сущностями не возникло типа связи «многие-ко-многим».

Далее был составлен набор таблиц, формирующих структуру логической модели (таблицы 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12).

Таблица 3.3 – Структура сущности «Факультеты»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id факультета	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
код факультета	id_no	Числовой	-
название	title	Символьный	-
ФИО декана	dean	Символьный	-
контакты	contact	Символьный	-
адрес	address	Символьный	-
email	email	Символьный	-

Таблица 3.4 – Структура сущности «Кафедры»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id кафедры	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
сокращенное наименование	chair	Символьный	-
полное именование	description	Символьный	-

Таблица 3.5 – Структура сущности «Преподаватели»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id преподавателя	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
ФИО преподавателя	teacher	Символьный	-
id кафедра	chair	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Кафедры»)
id должности	post	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Должности»)

Таблица 3.6 – Структура сущности «Должности»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id должности	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
наименование	title	Символьный	-

Таблица 3.7 – Структура сущности «Группы студентов»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id группы	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
название	course	Символьный	-
id факультета	faculty	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Факультеты»)

Таблица 3.8 – Структура сущности «Аудитории»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id аудитории	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
номер аудитории	audience	Символьный	-
id типа аудитории	type	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Тип аудитории»)

Таблица 3.9 – Структура сущности «Тип аудитории»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id типа аудитории	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
тип аудитории	type	Символьный	-

Таблица 3.10 – Структура сущности «Дисциплины»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id дисциплины	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
сокращенное наименование	subject	Символьный	-
полное наименование	description	Символьный	-

Таблица 3.11 – Структура сущности «Время пары»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id пары	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
время начала	time_start	Время	-
время окончания	time_end	Время	-

Таблица 3.12 – Структура сущности «Расписание»

Название атрибута	Имя поля	Тип данных	Ключ
id расписания	id	Числовой	первичный, индексируется (совпадения не допускаются)
id факультета	faculty_id	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Факультеты»)
id группы	course_id	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Группы»)
id дисциплины	subject	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Дисциплины»)
id преподавателя	teacher	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Преподаватели»)
id аудитории	audience	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Аудитории»)
id время пары	time	Числовой	внешний ключ (ссылается на таблицу «Время пары»)

Целью этапа физического проектирования является сопоставление логической структуры БД и физической среды хранения. Необходимо создать таблицы БД в среде целевой СУБД, а также наполнить таблицы конкретными примерами данных.

Для разработки БД будем использовать уже ранее описанную СУБД MySQL phpMyAdmin. В phpMyAdmin есть инструмент под названием



Дизайнер, который упрощает задачу по созданию таблиц в БД и связей между ними.

Результат физического проектирования представлен на рисунке 3.4.

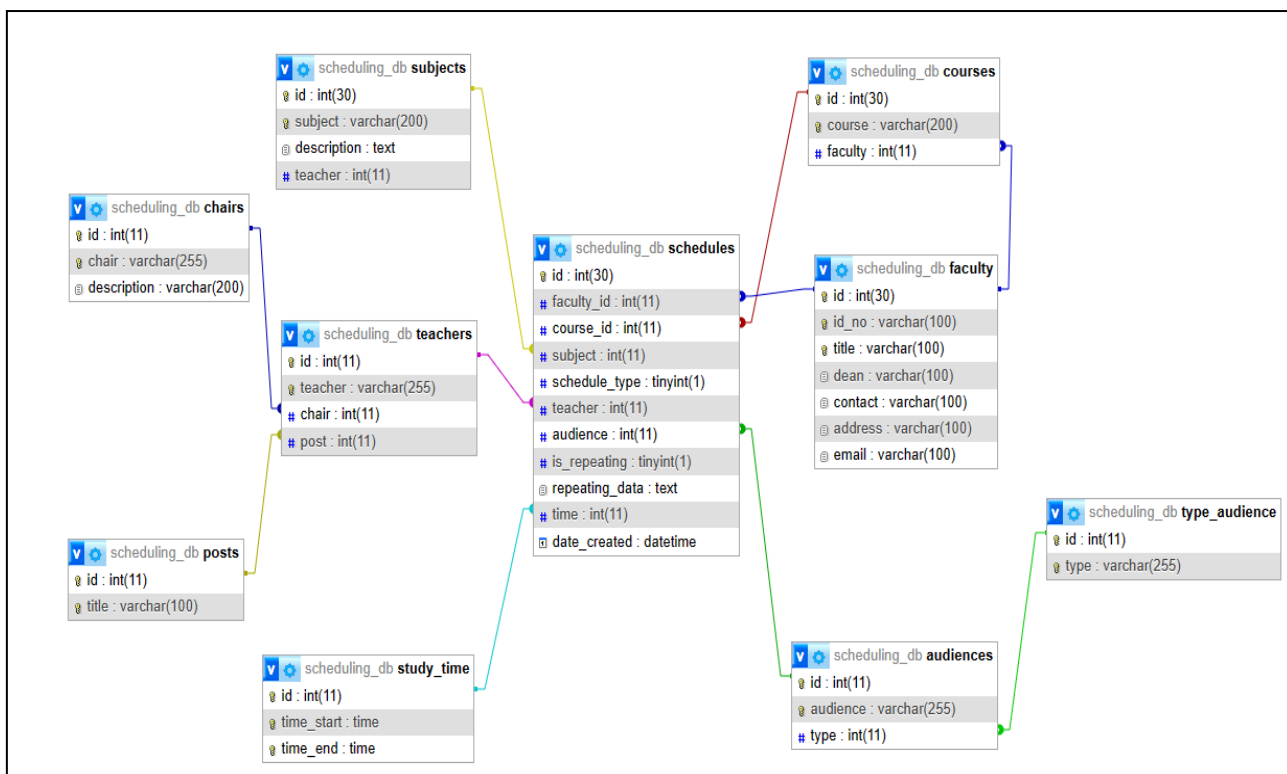


Рисунок 3.3 – Структура БД в Дизайнере phpMyAdmin

## 3.2 Разработка серверной части

Основной задачей сервера в рамках данной работы является обмен информацией с базой данных, сохранение, редактирование и удаление записей, а также передача этих данных на клиентскую часть приложения.

Разработка серверной части производилась на языке программирования PHP. Выбор был сделан в пользу данного языка, потому что он имеет встроенные модули, которые помогают с легкостью произвести подключение к базе данных, тем самым сокращая время на разработку веб-приложения.

В итоге, разработка серверной части приложения сводится к созданию базы данных и написанию контроллеров для манипулирования ключевыми таблицами. Под контроллером понимается создание классов с predefined методами-интерфейсами, с помощью которых пользователи будут взаимодействовать с данными, которые хранятся в таблицах. Данный подход скрывает от пользователей прямые манипуляции с данными и позволяет ему проверять допустимость каждого действия.

Основные операции, которые потребуются пользователям:

- Создание записей, если есть необходимость добавить, например, нового преподавателя;

- Редактирование записей, если нужно, например, изменить фамилию преподавателя/студента;
- Удаление записей, если, например, происходит отчисление студента или увольнение преподавателя.

Сервер отвечает за большую часть обработки данных, включая проверку валидности каждого поля, полученного от клиентской части. Когда пользователи отправляют на сервер данные в формате JSON (Java Script Object Notation), сервер проверяет полученные данные на тип, соответствующие значения полей и возможность записи данных в поля. Это защищает данные от преднамеренного, непреднамеренного или несанкционированного повреждения или фальсификации.

Помимо обработки данных, сервер также выполняет всю логику. Благодаря серверам, выполняющим работу таким образом, можно создавать РС, которые могут работать на тонких клиентах или маломощных ПК. Основная нагрузка ложится на высокопроизводительный сервер.

### 3.3 Разработка клиентской части

Данная часть приложения является именно тем, что видят пользователи. От качества его разработки зависит общее впечатление о приложении.

Основные требования к клиентской части:

- Интуитивно понятное управление приложением;
- Быстрая работа;
- Удобное расположение необходимых инструментов взаимодействия.

Клиентская часть разработана с использованием технологий: HTML, JavaScript, Bootstrap, JQuery. Просмотр расписания в виде календаря был реализован с помощью библиотеки fullcalendar. Fullcalendar является удобной для разработки библиотекой javascript для создания гибких календарей в веб-приложении.

Система имеет две стороны: управление со стороны администратора и со стороны преподавателей/студентов.

Со стороны администратор имеется страница входа в систему, представленная на рисунке 3.4. На этой странице администратор вводит свои учетные данные для доступа, управления расписанием и другими данными в системе, включая «список групп», «список преподавателей», «список дисциплин», «список должностей», «список кафедр» и «список аудиторий». Данные о факультетах, группах, дисциплинах, преподавателях, времени пар и об аудиториях используются для информации, необходимой при составлении расписания занятий. Также имеется главная страница, на которую перенаправляется администратор системы после входа. Интерфейс приложения со стороны администратора представлен на рисунке 3.5.

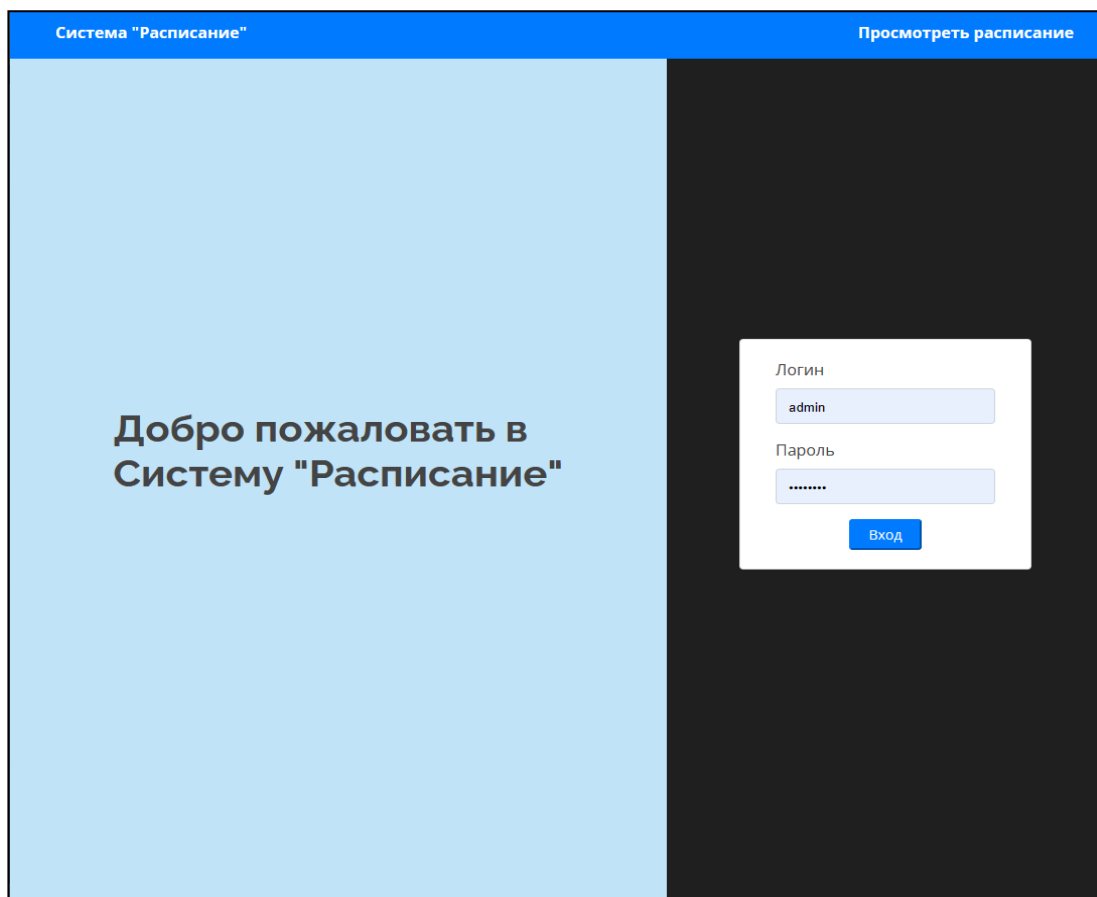


Рисунок 3.4 – Страница авторизации администратора

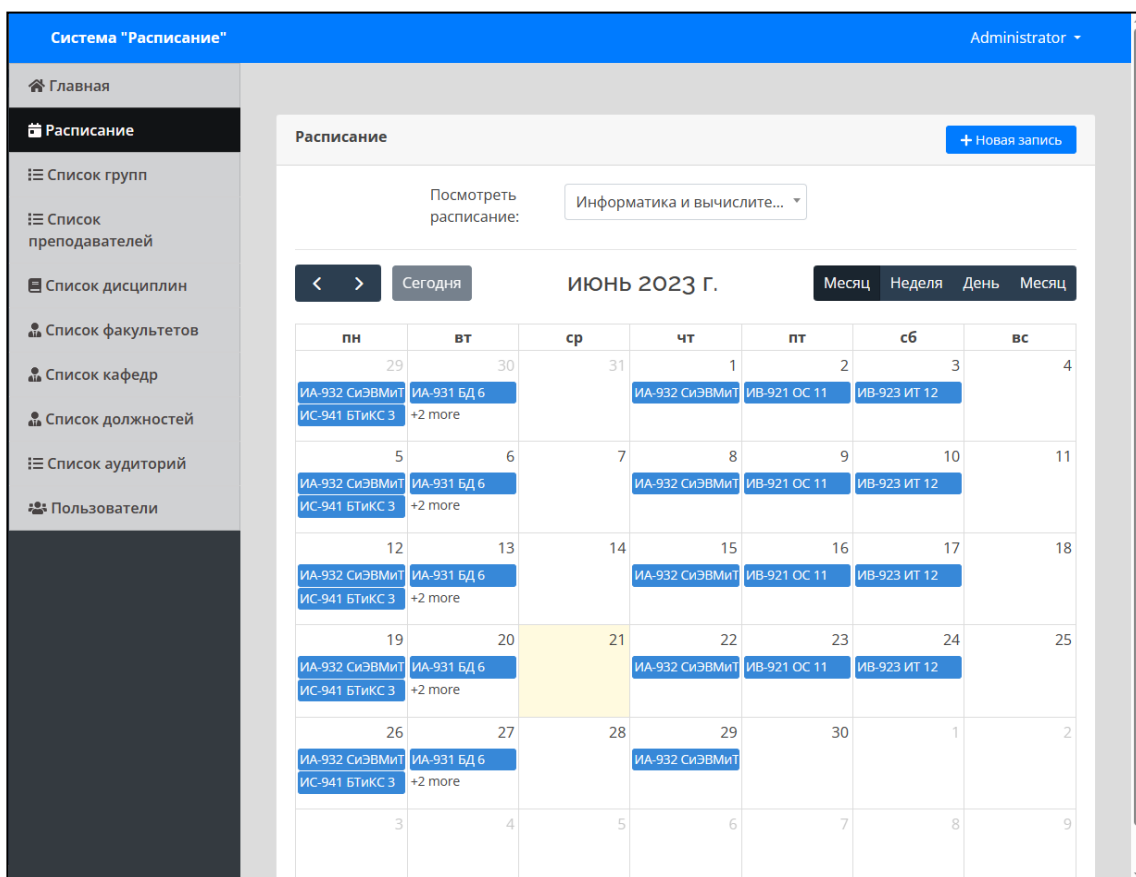


Рисунок 3.5 – Интерфейс приложения со стороны администратора

Со стороны преподавателей/студентов также имеется страница для входа, представленная на рисунке 3.6. Здесь пользователь имеет возможность выбора факультета или группы для просмотра расписания.

Система "Расписание" Войти в систему

**Добро пожаловать в Систему "Расписание"**

Выберите факультет

Выбрать

Выберите группу

Выбрать

Рисунок 3.6 – Страница выбора факультета или группы для просмотра расписания

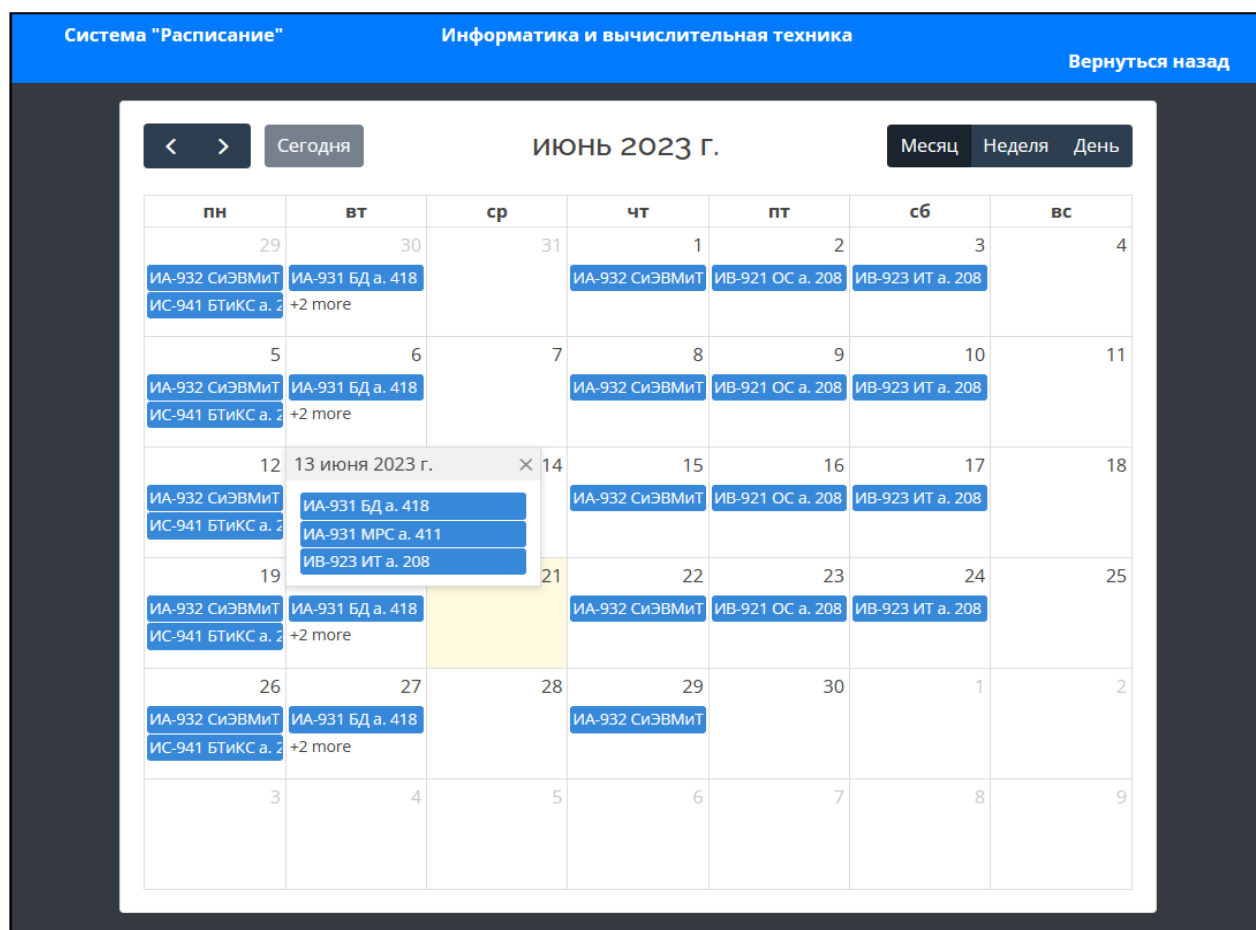


Рисунок 3.7 – Страница просмотра расписания по факультетам

### 3.4 Результаты тестирования

Тестирование и отладка системы является заключительным этапом разработки. Тестирование разработанной системы производилось с использованием тестовых данных, далее возможна их правка.

Используя эту систему, преподаватели и студенты могут просматривать свои занятия в разрезе факультетов и групп. Администратор системы имеет возможность добавления, редактирования и удаления записей во всех справочных списках, таких как «список групп», «список преподавателей», «список дисциплин», «список факультетов», «список кафедр», «список должностей», «список аудиторий», а также он обладает правами для создания записей в расписании занятий. Тестирование возможности создания записей расписания представлено на рисунке 3.8.

Новая запись

Факультет  
Информатика и в...

Группа  
ИБ-923

Дисциплина  
Базы данных

Тип расписания  
Пары

Преподаватель  
Выберите здесь  
Мей  
Мейкшан В.И.

☒ Еженедельное расписание

Дни недели

Месяц начала

Месяц окончания

Пара (время)  
Выберите здесь

Сохранить Отменить

Рисунок 3.8 – Окно создание записи в расписании

Тестирование показало, что все функции выполняют свою работу корректно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной квалификационной работы, был реализован шаблон системы для автоматизации составления расписания.

Перед началом разработки был проведен анализ предметной области, основных задач и используемых инструментов при составлении расписания.

Было проведено рассмотрение типовых документов, регламентирующих процесс составления, а также нормативно-правовых актов, регулирующих и нормирующих образовательный процесс, а также была проведена аналитическая работа по изучению научных статей, публикаций и книг, посвященных автоматизации составления расписания занятий.

Был произведен сравнительный анализ существующих ПП, разработанных для автоматизации данного процесса. Составлена таблица, резюмирующие достоинства и недостатки по каждой из систем.

Проведен выбор средств разработки, технологического стека и технической концепции.

Программа реализована по принципу клиент-серверного взаимодействия, что дало возможность разработать масштабируемую РС.

Была реализована БД, описывающая все необходимые сущности и связи между ними, с соблюдением всех этапов проектирования.

Особое внимание при разработке данной системе было уделено удобству ее использованием.

Разработанная система имеет лишь минимальный объем, но является хорошим шаблоном для разработки системы для автоматизации составления расписания и легко расширяется. Цель данной квалификационной работы достигнута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черноморов Г.А. Теория принятия решений: Учебное пособие/Юж. – Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: Ред. Журн. “Изв. вузов. Электромеханика”, 2002, 276с.
2. Об образовании в Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ
3. Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратур [Текст]: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 19 декабря 2013 г.
4. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем: Учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 520 с.: ил. – (Информатика в техническом университете).
5. «Ректор-ВУЗ» — расписание занятий для высших учебных заведений // URL: <https://rector.spb.ru/raspisanie-vuz-4u.php> (дата обращения: 07.05.2023).
6. Экспресс-расписание ВУЗ // URL: <https://pbprog.ru/docs/raspisv/?ysclid=liu0fx3fgk302799025> (дата обращения: 10.05.2023).
7. Расписание // Magellan URL: <https://magellanius.ru/modules/schedule/?ysclid=liu0ta14su173266617> (дата обращения: 08.05.2023).
8. 1С:Автоматизированное составление расписания. Университет // URL: [https://solutions.1c.ru/asp\\_univer/features?ysclid=liu270nm5j988022941](https://solutions.1c.ru/asp_univer/features?ysclid=liu270nm5j988022941) (дата обращения: 11.05.2023).
9. Новосибирский государственный университет (НГУ) : сайт. – URL: <https://www.nsu.ru/n/> (дата обращения: 11.06.2023)
10. Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики : сайт. – URL: <https://sibsutis.ru/> (дата обращения: 11.06.2023)
11. ХАМПП // Wikipedia URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ХАМПП> (дата обращения: 23.05.2023).
12. Базы данных // Эиос URL: <https://eios.sibsutis.ru/course/view.php?id=1194> (дата обращения: 22.05.2023).
13. PhpMyAdmin // Wikipedia URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin> (дата обращения: 23.05.2023).
14. AJAX // Wikipedia URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/AJAX> (дата обращения: 23.05.2023).



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Наиболее употребляемые текстовые сокращения

ИС – информационная система

ВУЗ – высшее учебное заведение

ПК – персональный компьютер

ПО – программное обеспечение

ПП – программный продукт

НГУ – Новосибирский государственный университет

СибГУТИ – Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

БД – база данных

СУБД – система управления базами данных

РС – распределенная система

ОС – операционная система