

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет прикладной математики и информатики

Кафедра технологий программирования

БАХТИНА АНАСТАСИЯ НИКОЛАЕВНА

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ
РАСПИСАНИЯ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ**

Курсовой проект

Студентки 3 курса 8 группы

«Допустить к защите»

Руководитель проекта

Пазюра Екатерина Васильевна

“ _ ” _____ 2016 г

Минск 2016

АННОТАЦИЯ

Бахтина А.Н. Система разработки расписания с ограниченными ресурсами / Минск: БГУ, 2016. — 20с.

АНАТАЦЫЯ

Бахціна Н.М. Сістэма распрацоўкі раскладу з абмежаванымі рэсурсамі / Мінск: БДУ, 2016. — 20с.

ANNOTATION

Bakhtina A.N. System design schedules with limited resources / Minsk: BSU, 2016. — 20p.

РЕФЕРАТ

Объект исследования – автоматизированная система расписания занятий высшего учебного заведения.

Цели работы – проектирование и разработка автоматизированной системы расписания занятий высшего учебного заведения.

Технология разработки - разработка системы расписания занятий высших учебных заведений. В качестве системы управления базами данных выбрана СУБД MongoDB. Средствами разработки являются NodeJS, AngularJS, HTML5 и CSS3.

Область применения – систему можно применять в деятельности высших учебных заведений.

Результатами являются – реализованная система составления расписания занятий в браузере Google Chrome.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ.....	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. Теория расписаний.....	6
1.1 Определение и предмет теории расписаний	6
1.2 Классификация задач Теории Расписаний	6
1.3 Выбор типа задачи для курсового проекта.....	7
2. Основная информация о составлении расписания в ВУЗах.....	9
2.1 Определение расписания учебных занятий и необходимые документы, необходимые для его составления	9
2.2 Требования, предъявляемые к расписанию учебных занятий	10
3. Проект системы составления расписания	12
3.1 Входные данные	12
3.1.1 Списки групп	12
3.1.2 Нагрузка преподавателей.....	12
3.1.3 Учебный план	12
3.1.4 Список аудиторий.....	13
3.2 Разделение прав доступа	13
3.2.1 Администратор	13
3.2.2 Учебно-методический отдел	13
3.2.3 Деканат факультета.....	13
3.2.4 Кафедры.....	13
3.2.5 Студенты	14
3.3 Хранение данных	14
3.4 Алгоритм формирования расписания учебных занятий	14
3.5. Средства разработки.....	18
3.5.1 Node.js.....	18
3.5.2 AngularJS	18
3.5.3 HTML	18
3.5.4 CSS	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	19
Список литературы	20

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших проблем качественной организации учебного процесса в высшем учебном заведении является задача создания автоматизированного учебного расписания. Правильно и точно составленное расписание обеспечивает равномерную загрузку студенческих групп и преподавательского состава. В учреждениях образования такие системы внедряют, преследуя конечную цель - повышение качества образования. ВУЗ, как и любое предприятие, непременно проходит процесс автоматизации и, несмотря на то, что понятие образовательной деятельности едино для всех образовательных учреждений, в каждом ВУЗе этот процесс проходит по-разному. Значительное влияние на процессы автоматизации оказывает как наличие денежных средств, так и готовность использования предлагаемых рынком информационных услуг программных продуктов.

Целью проекта является:

1. обозначить ограничения;
2. изучить генетический алгоритм составления расписания;
3. обозначить форму входных данных;
4. разделить права доступа в соответствии с ролями;
5. описать хранение входных данных и расписаний прошлых лет;
6. обозначить средства разработки

1. Теория расписаний

1.1 Определение и предмет теории расписаний

Теория расписаний – это раздел исследования операций, в котором строятся и анализируются математические модели календарного планирования (т.е. упорядочения во времени) различных целенаправленных действий с учетом целевой функции и различных ограничений.

Содержательно многие задачи теории расписаний являются оптимизационными, т.е. состоят в выборе (нахождении) среди множества допустимых расписаний (расписаний, допускаемых условиями задачи) тех решений, на которых достигается “оптимальное” значение целевой функции. Обычно под “оптимальностью” понимается минимальное или максимальное значение некоторой целевой функции. Допустимость расписания понимается в смысле его осуществимости, а оптимальность — в смысле его целесообразности.

1.2 Классификация задач Теории Расписаний

Способы классификации задач Теории Расписаний:

- По типу искомого решения:
 - Задачи упорядочивания. В этих задачах уже задано распределение работ по исполнителям, а также определены все параметры работ (продолжительность выполнения, время поступления и т.д.). Необходимо составить расписание (или порядок) выполнения работ каждым исполнителем;
 - Задачи согласования. Основное внимание в этих задачах уделяется выбору продолжительности выполнения работ, времени поступления и другим параметрам;
 - Задачи распределения подразумевают поиск оптимального распределения работ по исполнителям.
- По типу целевой функции:
 - Задачи с суммарными критериями оптимизации. В задачах с такими критериями целевая функция представляет собой сумму значений штрафов требований;
 - Задачи с $\min\max$ (минимаксными) критериями оптимизации. Отличие этих задач от задач с суммарными критериями заключается в том, что нужно минимизировать не сумму некоторых значений, а лишь максимальное из них.

- Многокритериальные задачи оптимизации. Если в исследуемых задачах необходимо построить оптимальное решение с точки зрения нескольких целевых установок (функций), то такие задачи называются многокритериальными.
- Задачи на построение допустимого расписания. Необходимо отметить, что данный класс задач можно свести к оптимизационным задачам, введя специальную функцию штрафа, который нужно минимизировать. Тем не менее, принято выделять такие задачи в отдельный класс.
- По способу задания входной информации:
 - Детерминированные задачи (off-line). Для таких задач характерно, что все входные данные задачи точно известны, т.е. даны значения всех параметров до начала ее решения;
 - Динамические задачи (on-line). Для данных задач расписания строятся в режиме реального времени, т.е. перед началом решения задачи мы не знаем значения всех параметров. Расписание строится по частям по мере поступления новой информации. При этом в любой момент может быть понадобиться ответ о качестве построенного “частичного” расписания.
- По разделу Теории Расписаний:
 - Сетевое планирование или построение расписания для проекта (Project scheduling);
 - Календарное планирование или построение расписания для приборов (Machine scheduling);
 - Составление временных таблиц (Time Tabling);
 - Доставка товаров в магазины (Shop-Floor Scheduling);
 - Составление расписаний движения транспортных средств (Transport Scheduling), Циклические расписания для транспортных средств (Vehicle Routing);

1.3 Выбор типа задачи для курсового проекта

Чаще всего учебное расписание для группы студентов представляется в виде таблицы (поэтому этот раздел Теории Расписаний называется “TimeTabling”), в которой на пересечении строк (дни недели, время лекций) и столбцов (номер группы) указан предмет и номер аудитории, в которой состоится занятие по этому предмету. Общее расписание ВУЗа – совокупность расписаний для каждой группы. Фактически в таком

расписании согласованы между собой во времени аудитории, группы учащихся и преподаватели.

При составлении расписания для ВУЗа нужно учесть разнообразные требования:

- Условия, связанные с аудиториями. Понятно, что аудитория должна вмещать всех учеников, и в ней должно быть соответствующее оборудование. Единоновременно в аудитории может проходить только одно занятие;
- Условия, связанные со студентами. Желательно, чтобы между лекциями не было больших перерывов. Необходимо, чтобы студент успел перейти в другой учебный корпус, если занятия проходят в разных зданиях;
- Условия, связанные с преподавателями. У преподавателей также есть свои личные предпочтения, например, в какие дни и время проводить занятия;

2. Основная информация о составлении расписания в ВУЗах

2.1 Определение расписания учебных занятий и необходимые документы, необходимые для его составления

Расписание учебных занятий — это документ, регламентирующий работу студентов, преподавателей, всего учебного заведения, распределяющий содержание учебного плана и рабочих программ по календарным дням учебного года и обеспечивающий их реализацию.

Составить оптимальное расписание, удовлетворяющее всем требованиям, позволяющим реализовать все возможности структурно-логических схем и обеспечивающим методически правильное планирование учебной работы на семестр студентам и преподавателям, с использованием известных алгоритмов и подходов очень сложно, так как необходимо учесть много ограничивающих факторов: число учебных аудиторий и их структуру, число лекторов, пропускную способность учебных аудиторий и их особенности, требования, обеспечивающие качество, и выполнить большое количество заявок преподавателей по планированию их рабочего дня.

Поэтому основной задачей при составлении расписания является планирование и обеспечение методически правильного процесса изучения всех учебных дисциплин учебного плана: их взаимосвязи, правильной последовательности и чередования всех форм учебной работы по дисциплинам на основе учета психофизиологических возможностей обучаемых по восприятию и переработке учебной информации.

Исходными документами для формирования расписания учебных занятий в ВУЗе служат:

- Структурно-логические схемы курсов
- Специальности
- Сетки часов по курсам и специальностям
- Аудиторный фонд факультета и ВУЗа
- Штатное расписание преподавательского состава кафедр
- Условное обозначение специальностей в расписании учебных занятий
- Требования, предъявляемые к расписанию.

2.2 Требования, предъявляемые к расписанию учебных занятий

Требования, предъявляемые к расписанию учебных занятий, можно разделить на три вида:

- Методологические
- Организационные
- Требования по обеспечению самостоятельной работы студента

Они охватывают в основном все стороны учебного процесса. Некоторые из них являются безусловными, без которых учебный процесс не может нормально функционировать, другие требования определяют в той или иной мере качество учебного процесса и качество процесса передачи информации, третьи частично влияют на это качество. Поэтому каждый вид требований можно разделить по степени влияния на качество планирования учебных занятий на группы:

- Главные
- Первостепенные
- Второстепенные

Главные требования к расписанию учебных занятий предусматривают следующее:

- Обеспечение последовательности проведения учебных занятий в соответствии со структурно-логическими схемами дисциплин и специальности.
- Исключение из расписания накладок в проведении занятий, когда одновременно планируются разные виды занятий одному преподавателю или занятия разных групп в одной аудитории
- Проведение полного объема занятий по учебному плану

Первостепенные требования к расписанию учебных занятий предусматривают следующее:

- Равномерность учебной нагрузки студентов по неделям семестра
- Планирование занятий, сопровождаемых использованием технических средств, в специализированных аудиториях.
- Соответствие количества мест в аудитории количеству студентов в группе
- Распределение лекций по времени в рамках рабочего дня по одному и тому же предмету, это необходимо для того, чтобы обеспечить взаимозаменяемость лекторов на случай отсутствия одного из них

Второстепенные требования к расписанию учебных занятий предусматривают следующее:

- Отсутствие повторений видов занятий по одной дисциплине в один день
- Планирование занятий в определенное время и дни недели для преподавателей (учет индивидуальных пожеланий преподавателей)
- Первоочередное планирование занятий в закрепленных за кафедрами и факультетами помещениях для студентов специальностей этих факультетов.

3. Проект системы составления расписания

3.1 Входные данные

Задачей данного курсового проектирования является система составления расписания для ВУЗов. Перед началом составления расписания администратор назначает людей, ответственных за ввод информации (различные роли). Входные данные поступают в виде таблиц Excel в заданной форме. Формы подачи документов:

3.1.1 Информация о группах

Курс	Специальность	Номер группы	Кол-во студентов
4	ПМ	1	26
5	И	2	22
2	ЭК	3	24

3.1.2 Информация о нагрузке преподавателей

Кафедра ЭВМ					
ФИО	Дисциплина	Тип занятия	Курс группы	Номер группы	Кол-во часов
Иванов Иван Иванович	Высшая математика	ЛК	2	3	64
Петров Петр Петрович	Физика	ПЗ	5	2	32
Сидоров Федот Федотович	Учебная практика	ЛР	4	1	32

3.1.3 Информация об учебном плане

Дисциплина	Тип занятия	Кол-во часов	Курс	Специальность
Физика	ЛР	64	4	ПМ
Физкультура	ПЗ	64	1	ЭК
Экономика	ЛК	32	2	И

3.1.4 Информация о списке аудиторий

Номер аудитории	Количество мест	Типы аудиторий
521	120	Учебная
508	30	Компьютерная
-	-	Спортивный зал

3.2 Разделение прав доступа

При составлении системы составления расписания необходимо подумать какие же роли будет реализовывать данная система. Рассмотренные аналоги чаще всего используют локальный подход, т.е. автоматизацию только одного отдела, ответственного за составление расписания.

Соответственно сотрудникам этого отдела требуется безошибочно ввести огромное количество информации. Сам этот процесс ввода и исправление допущенных ошибок будет занимать много времени.

Для решения этой проблемы необходимо вменить в обязанности ввод каждого блока информации соответствующим службам, непосредственно отвечающим за эти данные, которые будут контролировать, поддерживать актуальность и нести ответственность за вводимую информацию. В данной системе составления расписания будут следующие роли:

3.2.1 Администратор

Администратор – человек непосредственно отвечающий за составление расписания. Администратор получает входящую информацию, одобряет ее, после чего она заносится в базу данных. Представитель этой роли имеет право просматривать и изменять данные.

3.2.2 Учебно-методический отдел

В обязанности данной роли входит предоставление информации об учебных планах, а также просмотр расписания всех групп.

3.2.3 Деканат факультета

Деканат должен предоставлять информацию о группах и аудиторном фонде. Деканат имеет доступ к просмотру расписания всех групп.

3.2.4 Кафедры

Задача этой роли - выдача информации о преподавателях. Кафедра может просматривать как расписание всех групп, так и расписание своей кафедры.

3.2.5 Студенты

Студенты имеют право только просматривать готовое расписание. Студент может просмотреть расписание всех групп, либо отфильтровать его по своей группе.

3.3 Хранение данных

Для составления расписания используется большое количество информации, которую необходимо хранить в базе данных. При выборе базы данных стоит учесть, что выборка данных из базы должна происходить как можно быстрее, чтобы уменьшить общее время составления расписания. Для данного проекта была выбрана документированная СУБД MongoDB. При правильном хранении информации, избавлении от join'ов и агрегации данных, время для выборки данных для составления расписания будет намного меньше по сравнению с MySQL. К тому же вставка больших объемов данных при использовании MongoDB быстрее, чем в MySQL.

MongoDB сохраняет данные в коллекциях, состоящих из документов. Документ — это большой JSON объект без заранее определенного формата и схемы.

3.4 Алгоритм формирования расписания учебных занятий

Составление расписания для небольших учебных заведений с малым числом учебных групп и изучаемых дисциплин не представляет особых затруднений. Иначе обстоит дело с крупными образовательными учреждениями, для которых характерно наличие: большого числа студенческих групп на каждом курсе обучения; большого числа дисциплин обучения для каждой студенческой группы в течение семестра, различных видов занятий (лекционные, практические, лабораторные); большого аудиторного фонда.

Известные подходы, основанные на применении методов целочисленного программирования, оказываются малоэффективными по следующим причинам:

- Отсутствует гарантия получение приемлемого решения задачи;
- Резко (экспоненциально) увеличиваются временные затраты на поиск лучшего (приемлемого) решения с ростом размерности решаемой задачи, что характерно, к примеру, для вузов;

- Практически невозможным становится (в силу большой размерности, громоздкости и сложности получаемой математической модели решаемой задачи) оценка влияния на решение задачи интересующих факторов, оценка критичности полученного решения к данным факторам;
- Слабо учитываются существующие связи между объектами целочисленной оптимизации;
- Требуется большая полнота априорной информации о характеристиках образовательной системы.

Поскольку задача составления расписания и его оптимизации является NP-сложной, решить ее точными математическими способами не представляется возможным. Необходимо использовать стохастические методы.

Одним из таких методов является генетический алгоритм. Он представляет собой метод поиска глобального экстремума сложных многокритериальных задач, который использует механизмы кроссовера и мутации, лежащие в основе биологической эволюции.

Генетические алгоритмы представляют собой математические методы, основанные на концепциях естественного отбора и генетики. В этом инструментарии переменные представлены как гены на хромосоме.

В общем виде генетический алгоритм состоит из следующих шагов:

- 1) Задание целевой функции (приспособленности) для особей популяции;
- 2) Инициализация, или выбор исходной популяции хромосом;
- 3) Проверка условия остановки алгоритма;
- 4) Селекция хромосом;
- 5) Применение генетических операторов;
- 6) Формирование новой популяции;
- 7) Выбор «наилучшей» хромосомы.

В классическом генетическом алгоритме используется двоичное представление хромосом, селекция методом колеса рулетки и точечное скрещивание (с одной точки скрещивания). Однако с помощью классического генетического алгоритма найти решение задачи, подобной задаче составления расписания ВУЗа, весьма затруднительно, требуются

значительные затраты времени и ресурсов. Для повышения эффективности работы создано множество модификаций основного алгоритма. Они связаны с применением других методов селекции, с модификацией генетических операторов (в первую очередь, оператора скрещивания), с преобразованием функции приспособленности (путем ее масштабирования).

Так, например, стандартный метод селекции «рулетка» обладает рядом недостатков. Один из них состоит в том, что особи с очень малым значением функции приспособленности слишком быстро исключаются из популяции, что может привести к преждевременной сходимости генетического алгоритма. Поэтому созданы и используются альтернативные алгоритмы селекции, например, турнирная и ранговая селекции.

На рис. 1 представлена блок-схема алгоритма формирования расписания учебных занятий для студентов.

Задача разбивается на части или, точнее, на ряд последовательно решаемых задач, при этом каждая задача, решенная на предыдущем шаге, является ограничением для задачи, подлежащей решению на следующем шаге.

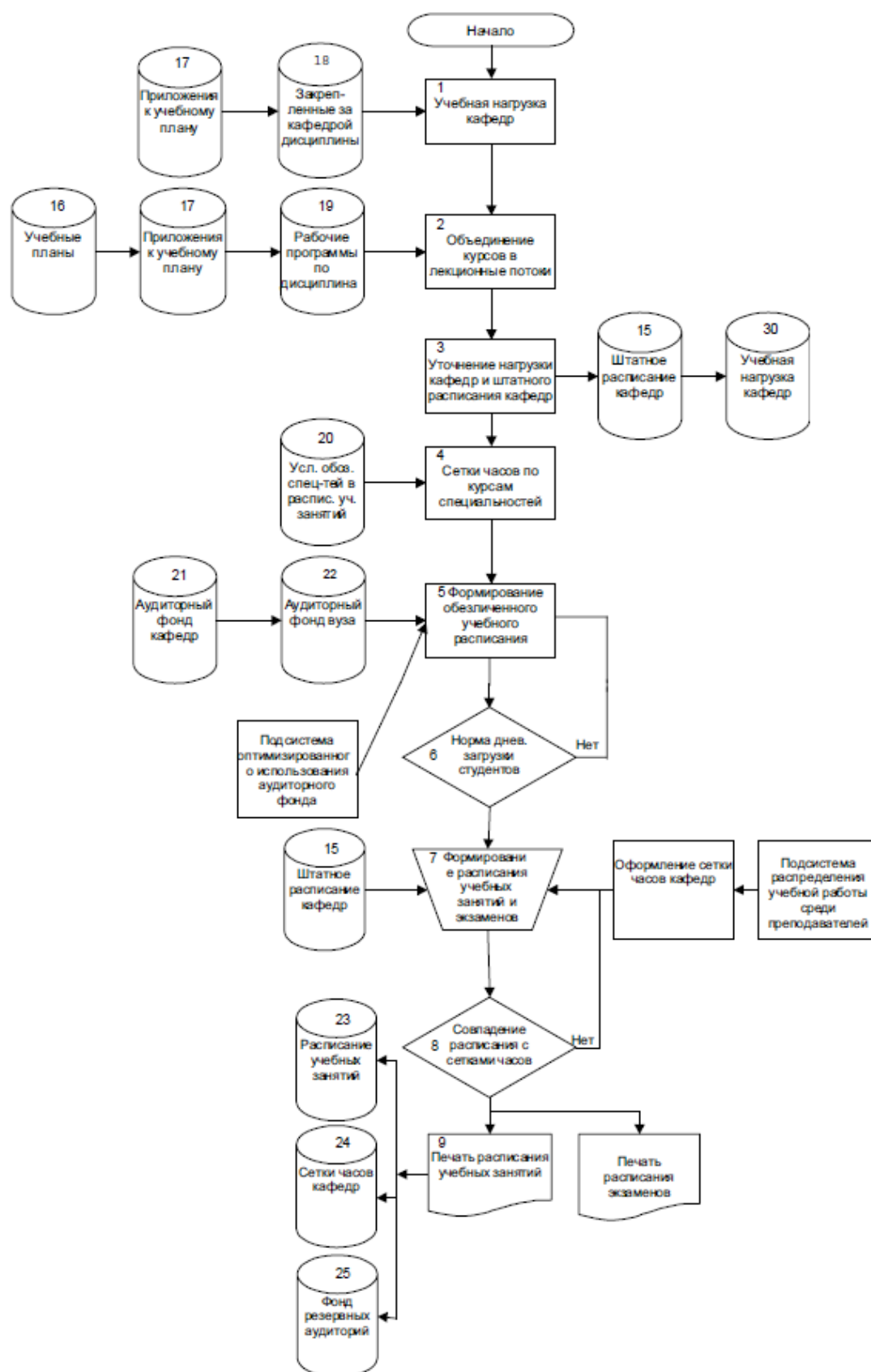


Рис. 1

3.5. Средства разработки

3.5.1 Node.js — платформа, основанная на JavaScript движке V8, и предлагающая асинхронное API для работы с сетью и диском. Node.js добавляет возможность JavaScript взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой API (написанный на C++), подключать другие внешние библиотеки, написанные на разных языках, обеспечивая вызовы к ним из JavaScript-кода. Node.js применяется преимущественно на сервере, выполняя роль веб-сервера.

3.5.2 AngularJS — JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом. Предназначен для разработки одностраничных приложений. Его цель — расширение браузерных приложений на основе MVC-шаблона, а также упрощение тестирования и разработки.

Фреймворк работает с HTML, содержащим дополнительные пользовательские атрибуты, которые описываются директивами, и связывает ввод или вывод области страницы с моделью, представляющей собой обычные переменные JavaScript. Значения этих переменных задаются вручную или извлекаются из статических или динамических JSON-данных.

3.5.3 HTML (от англ. HyperText Markup Language — «язык гипертекстовой разметки») — стандартизированный язык разметки документов во Всемирной паутине. Большинство веб-страниц содержат описание разметки на языке HTML (или XHTML). Язык HTML интерпретируется браузерами; полученный в результате интерпретации форматированный текст отображается на экране монитора компьютера или мобильного устройства.

3.5.4 CSS (от англ. Cascading Style Sheets — каскадные таблицы стилей) — формальный язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки.

CSS используется создателями веб-страниц для задания цветов, шрифтов, расположения отдельных блоков и других аспектов представления внешнего вида этих веб-страниц. Основной целью разработки CSS являлось разделение описания логической структуры веб-страницы (которое производится с помощью HTML или других языков разметки) от описания внешнего вида этой веб-страницы (которое теперь производится с помощью формального языка CSS).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были обозначены ограничения, форма входных данных и средства разработки, изучен генетический алгоритм составления расписания, разделены права доступа в соответствии с ролями, описано хранение входных данных и расписаний прошлых лет, изучен генетический алгоритм составления расписания.

Автоматизация процесса составления расписания занятий и гибкость разработанной системы дают преимущества при её использовании в учреждениях образования, улучшая при этом деятельность персонала, а вместе с тем и повышая качество предоставляемого ВУЗом образования. Разработанная система реализована средствами современных сетевых web-технологий с целью автоматизации организационных процессов и обеспечения возможности одновременного удалённого доступа пользователей к информационным ресурсам в процессе формирования служебной документации.

Список литературы

1. В.П. Ерунов, И.И. Морковин «Формирование оптимального расписания учебных занятий в ВУЗе», ВЕСТНИК ОГУ, 2001
2. И.С. Конькова «Использование генетического алгоритма в задаче оптимизации расписания ВУЗа»
3. А.А. Лазарев, Е.Р. Гафаров «Теория расписаний. Задачи и алгоритмы», Москва – 2001
4. Т.С. Бабкина «Задача составления расписаний: решение на основе многоагентного подхода», Бизнес-информатика №1 – 2008
5. А.С. Хасухаджиев, И.В. Сибикина «Обобщенный алгоритм составления расписания в ВУЗе», ВЕСТНИК АГТУ, 2016
6. Е.Ф. Ячменев «Анализ составления расписания занятий в ВУЗе»
7. Г.А. Попов «Формализация задачи составления учебного расписания в высшем учебном заведении», ВЕСТНИК АГТУ, 2006
8. Документация по AngularJS [Электрон. ресурс].
<http://angular-doc.herokuapp.com/api/>
9. Документация по AngularJS [Электрон. ресурс].
https://docs.angularjs.org/tutorial/step_13
10. Документация по xlsx модулю. [Электрон. ресурс].
<https://github.com/SheetJS/js-xlsx>
11. Документация по NodeJS 6.x. [Электрон. ресурс].
<https://nodejs.org/dist/latest-v6.x/docs/api/>
12. Документация по HTML5 [Электрон. ресурс].
<http://htmlbook.ru/html5>
13. Документация по CSS3 [Электрон. ресурс].
<http://htmlbook.ru/css3>
14. Документация по Gulp [Электрон. ресурс].
<https://github.com/gulpjs/gulp/blob/4.0/docs/README.md>
15. Документация по mongoosejs [Электрон. ресурс].
<http://mongoosejs.com/docs/guide.html>