



Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)

Дипломная работа

«Система автоматизации составления расписания аудиторных занятий»

Матвеев А.В. группа 08-608
Руководитель: доцент, к.ф.—м.н. Лукин В.Н.

Москва, 2015 год

Постановка задачи

2

- Провести анализ существующих программных продуктов автоматизации составления расписаний.
- Разработать и реализовать алгоритм решения задачи составления базовых вариантов расписания.
- Разработать архитектуру программного обеспечения.
- Разработать прототип программно-информационного обеспечения автоматизации составления расписания аудиторных занятий для нескольких факультетов, который обеспечивает:
 - составление базового набора приемлемых вариантов расписания;
 - корректировку и контроль расписания;
 - представление расписания в удобной форме;
 - сохранение истории расписаний.

Цель исследования и аналоги

3

Рассматриваемые параметры	1С:Автоматизированное составление расписания. Университет	БИТ.Расписание 1С: ПервыйБИТ	Расписание занятий: «Ректор-ВУЗ»
Эффективное составление базовых вариантов расписания	+	+	+
Пользовательский интерфейс	-	+ -	-
Функциональность	+	+	+
Внедрение и поддержка	-	-	-
Доступность продукта	-	-	+

Задача о составлении расписания

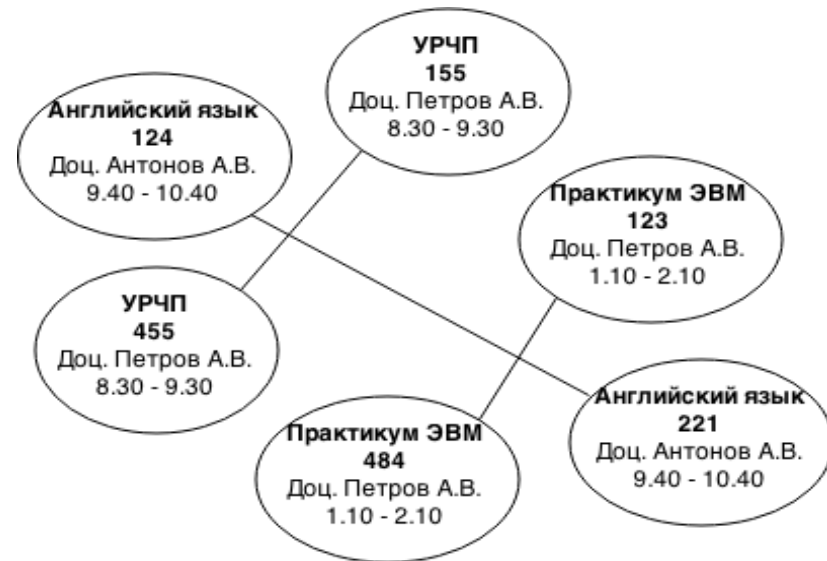
- NP-трудная задача

Временной промежуток 1		Временной промежуток 2		Временной промежуток 3	
Аудитория 1	Свободный временной промежуток	Дискретная математика 123 Профессор Антонов Номера студенческих групп = {3, 13, 25}	Математический анализ 137 Доцент Петров Номера студенческих групп = {5, 25, 43}		
	Дискретная математика 261 Профессор Антонов Номера студенческих групп = {1, 47, 53}	Дискретная математика 124 Доцент Иванов Номера студенческих групп = {2, 37, 43}	Свободный временной промежуток		
	Математический анализ 379 Доцент Сидоров Номера студенческих групп = {2, 37, 53}	Математический анализ 155 Доцент Иванова Номера студенческих групп = {4, 13, 25}	Дискретная математика 225 Доцент Андреев Номера студенческих групп = {34, 37, 43}		

Методы решения

5

- Методы перебора последовательностей
- Методы кластеризации
- Методы на основе ограничений
- Метаэвристические методы (генетические алгоритмы и др.)



Генетический алгоритм

Хромосома – определенное решение проблемы (например, вариант составленного расписания).

Популяция. Содержит все хромосомы, которые появляются в результате работы алгоритма.

Пространство поиска – множество всех возможных решений.

Приспособляемость – оценка, которая дается хромосоме. Она обратно пропорциональна количеству нарушений ограничений.

Ген – это фундаментальная единица решения проблемы.
Хромосома состоит из **генов**.

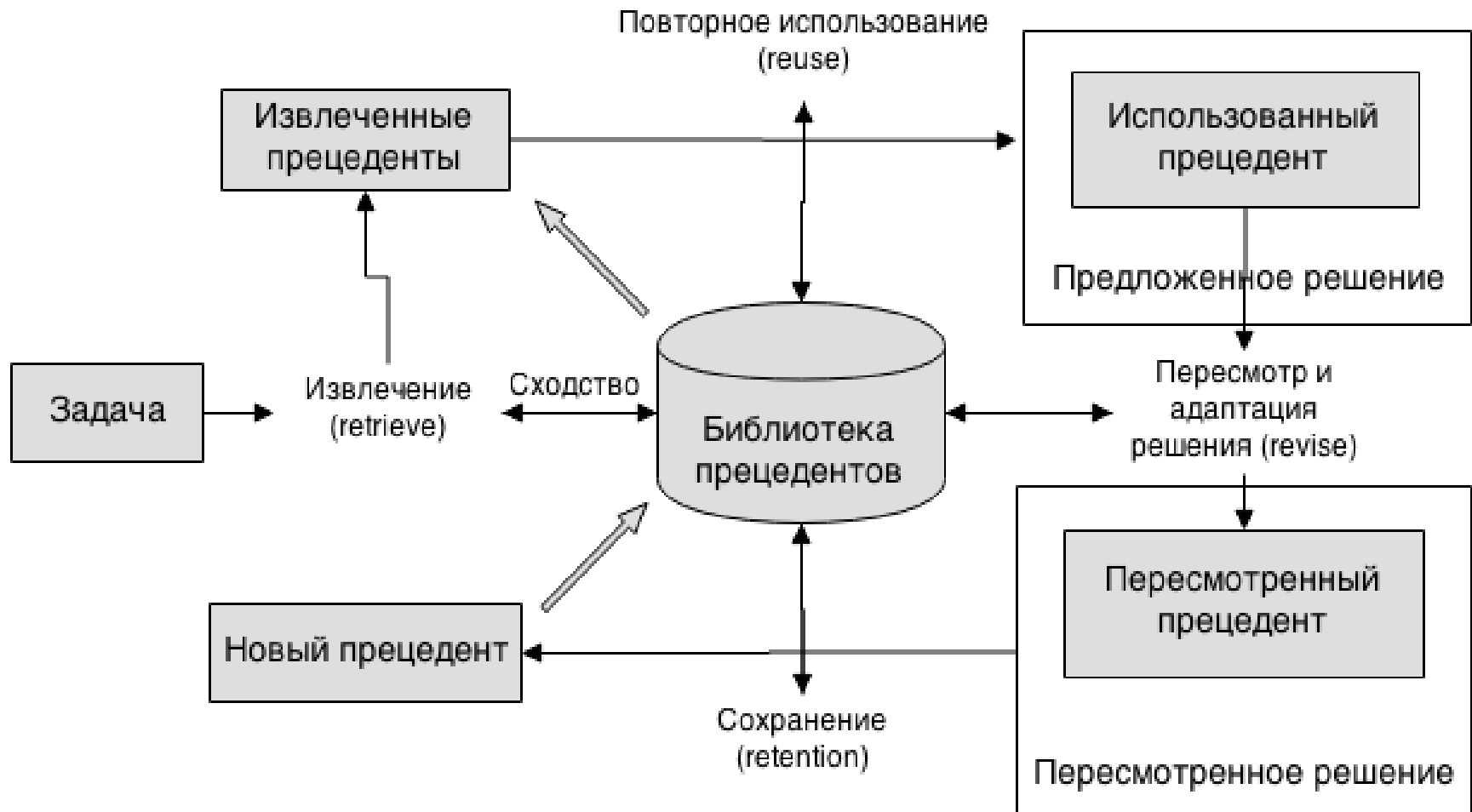
Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. формирование начальной популяции;
2. селекция хромосом;
3. скрещивание хромосом случайными значениями функции пригодности (Кроссинговер);
4. операция мутации над потомством;
5. отбор хромосом в новую популяцию;
6. проверка критерия остановки алгоритма;
7. выбор наилучшей хромосомы.

Алгоритм рассуждения по прецедентам 8

Цикл рассуждения на основе прецедентов (CBR - цикл):

- извлечение наиболее подобного прецедента (Retrieve);
- повторное использование извлеченного прецедента (Reuse);
- пересмотр полученного решения и его адаптация (Revise);
- сохранение вновь принятого решения (Retain).



Постановка задачи составления расписания ⁹

Дни и временные промежутки: Количество учебных дней в неделю считается равным 6. Каждый день делится на равное количество фиксированных число временных интервалов. В данном случае количество временных интервалов будем считать равным 12.

Преподаватели: Каждый преподаватель имеет определенное расписание.

Учебная программа: Список курсов, за каждым из которых закреплена определенная группа студентов.

Аудитории: Каждая аудитория обладает двумя параметрами, в частности, вместимость (или количество свободных мест) и наличие специального оборудования.

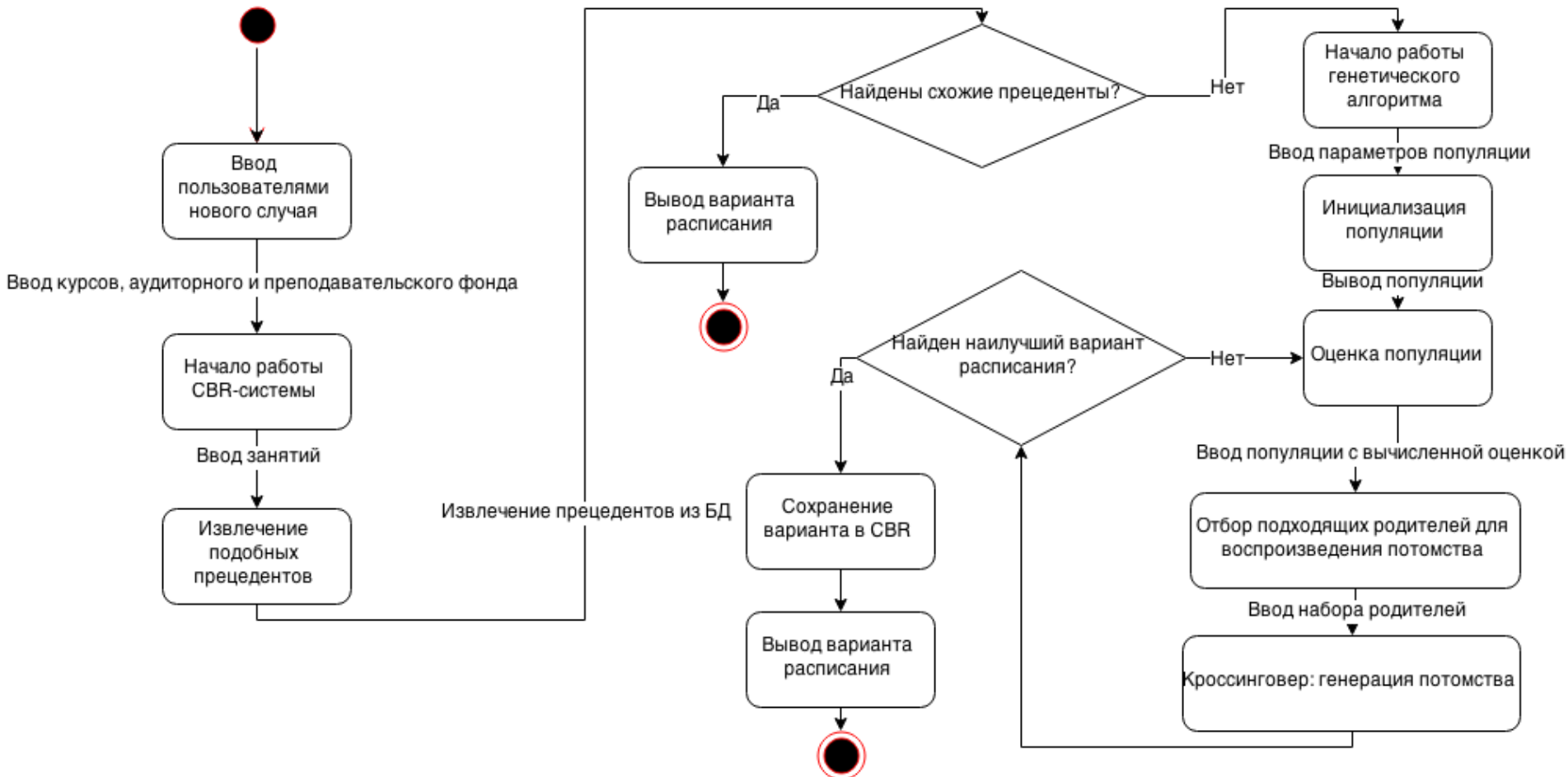
Курсы: Каждый курс имеет фиксированный интервал времени, читаемый курс, определенное количество мест и оборудование.

Обязательные ограничения:

- курс может читаться только в свободной аудитории;
- преподаватель не может иметь более одного курса читаемого в один и тот же временной промежуток;
- студенческая группа не может иметь более одного курса читаемого в один и тот же временной промежуток;
- количество мест в аудитории должно быть достаточно, чтобы вместить определенную группу студентов;
- чтобы провести занятие по определенному курсу для группы, аудитория должна иметь необходимое оборудование (например, компьютеры), если читаемый курс требует этого (лабораторная);
- отсутствие «окон» у студентов.

Гибридный алгоритм

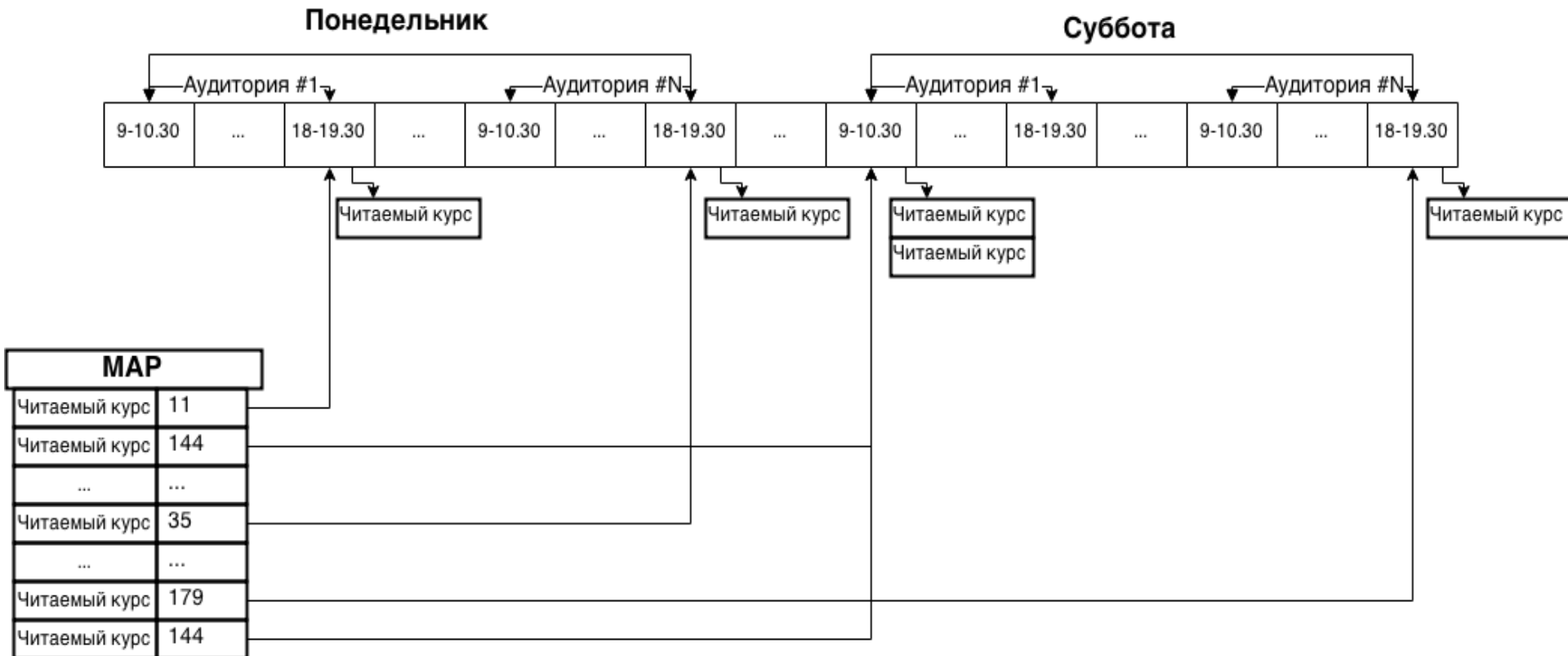
Комбинация генетического алгоритма и алгоритма рассуждения по прецедентам



Реализация генетического алгоритма

12

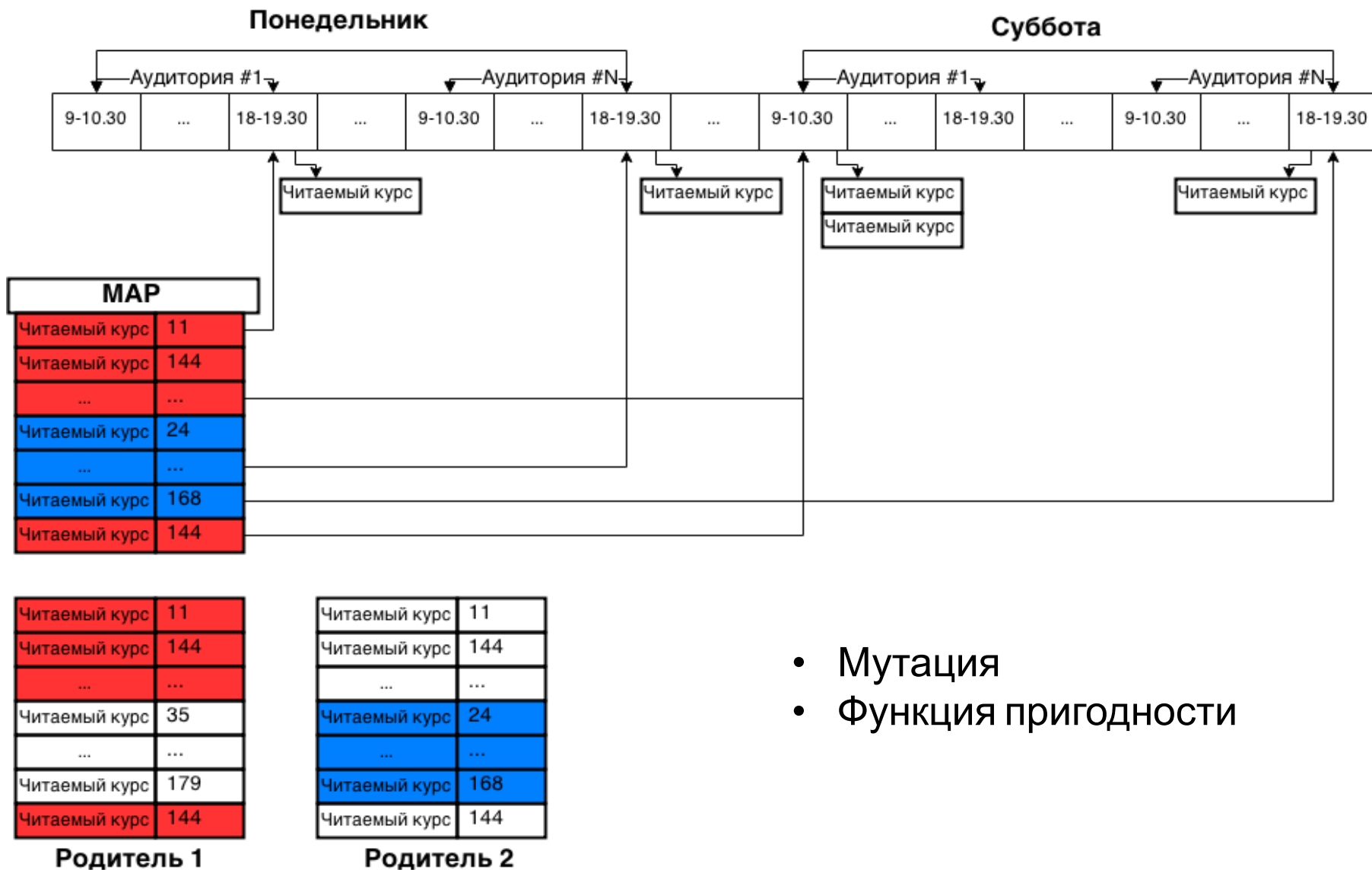
Программное представление расписания



Реализация генетического алгоритма

13

- Двухточечный кроссинговер



Описание работы алгоритма:

1. Случайным образом выбирает N пар родителей от текущей популяции и производит N новых хромосом путем выполнения операции кроссинговера для пары родителей.
2. Случайным образом выбирает N хромосом текущей популяции и заменяет их новыми (алгоритм не выбирает хромосомы для замены, если последние являются одними из лучших хромосом в популяции).

- Повторение операций 1 и 2 производится до тех пор пока лучшая хромосома не достигнет значения функции пригодности, равного 1 (что означает, что все проводимые занятия в расписании удовлетворяют требованиям).
- Алгоритм отслеживает M лучших хромосом в популяции, и гарантирует, что они не будут заменены, поскольку они являются одними из лучших хромосом.

Реализация алгоритма рассуждения по прецедентам

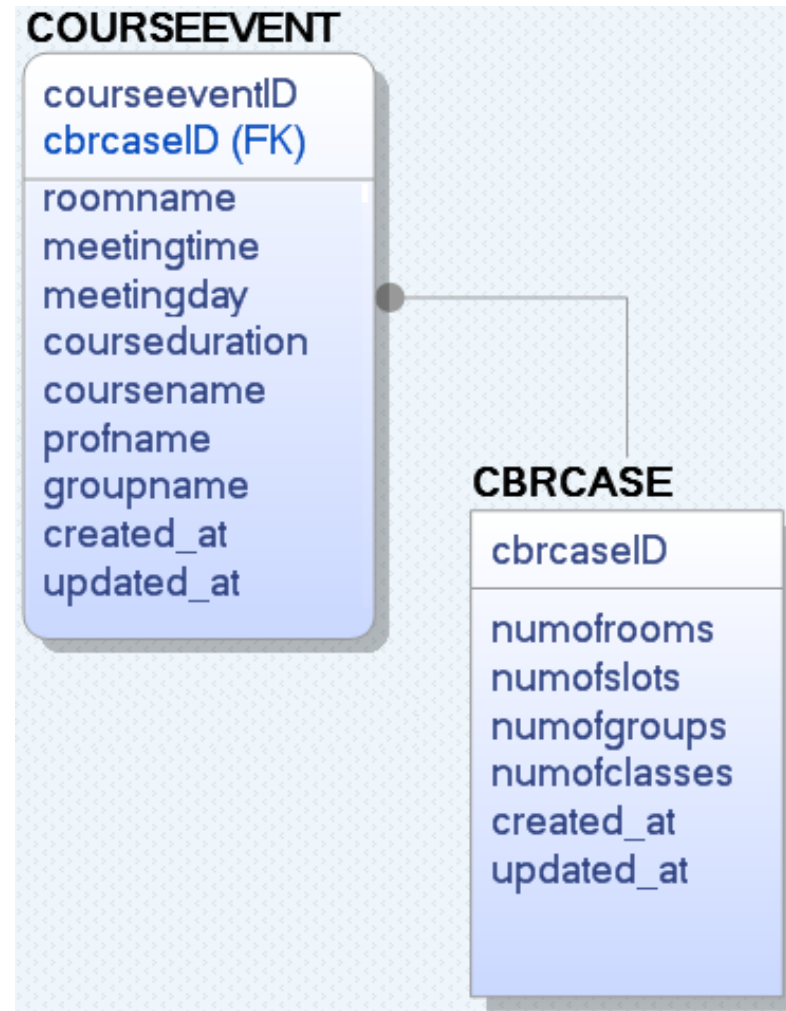
Библиотека прецедентов:

- сохранение в БД необходимых параметров для отображения расписания;
- подсчет ключевых характеристик варианта расписания.

Извлекаемые прецеденты:

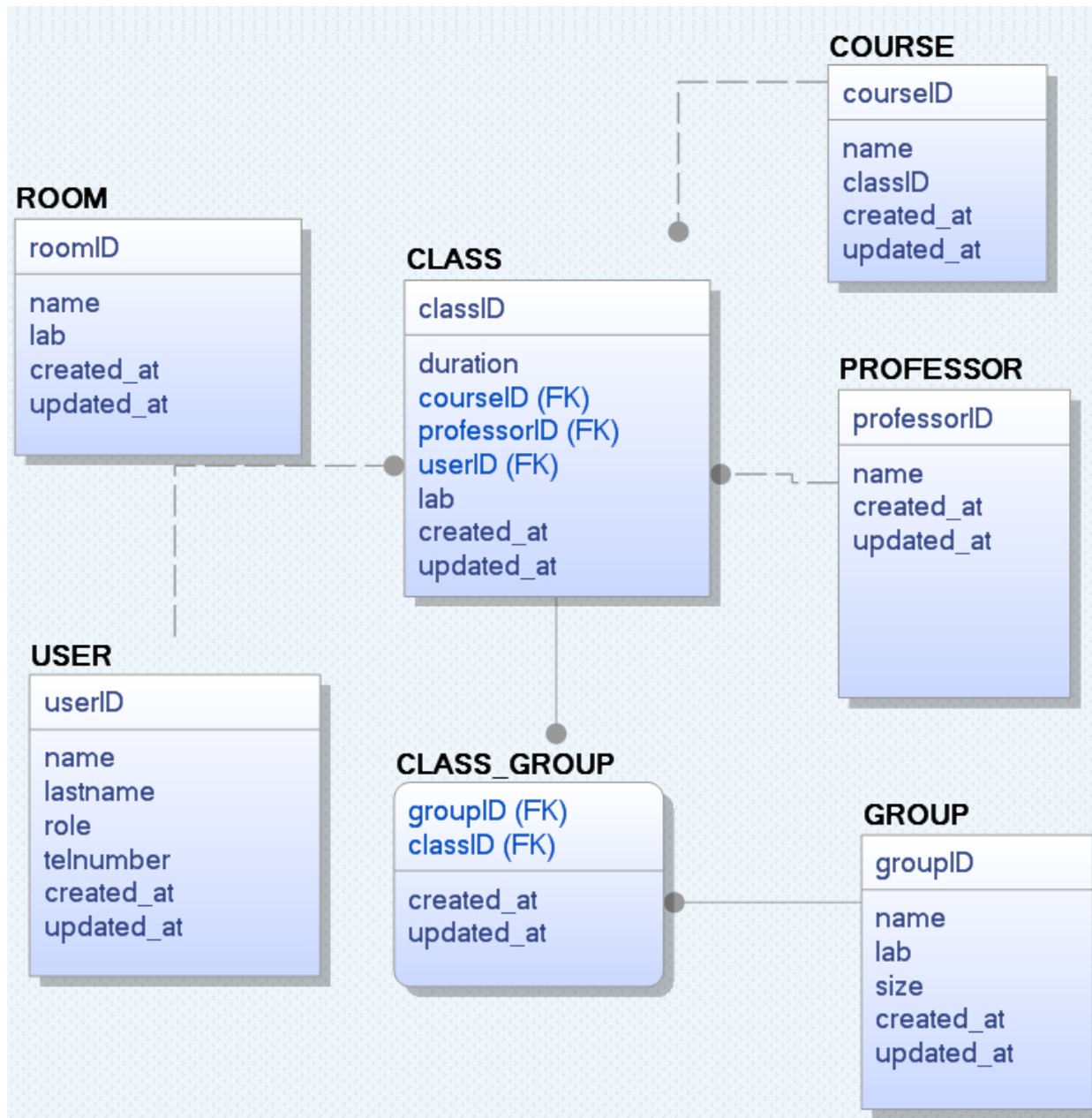
- отбор по ключевым характеристикам;
- оценка схожести.

```
SELECT *  
FROM CBRCASE  
WHERE numslots=12 AND numrooms=8 AND  
numofclasses=9 AND numofgroups=9
```



Модель базы данных

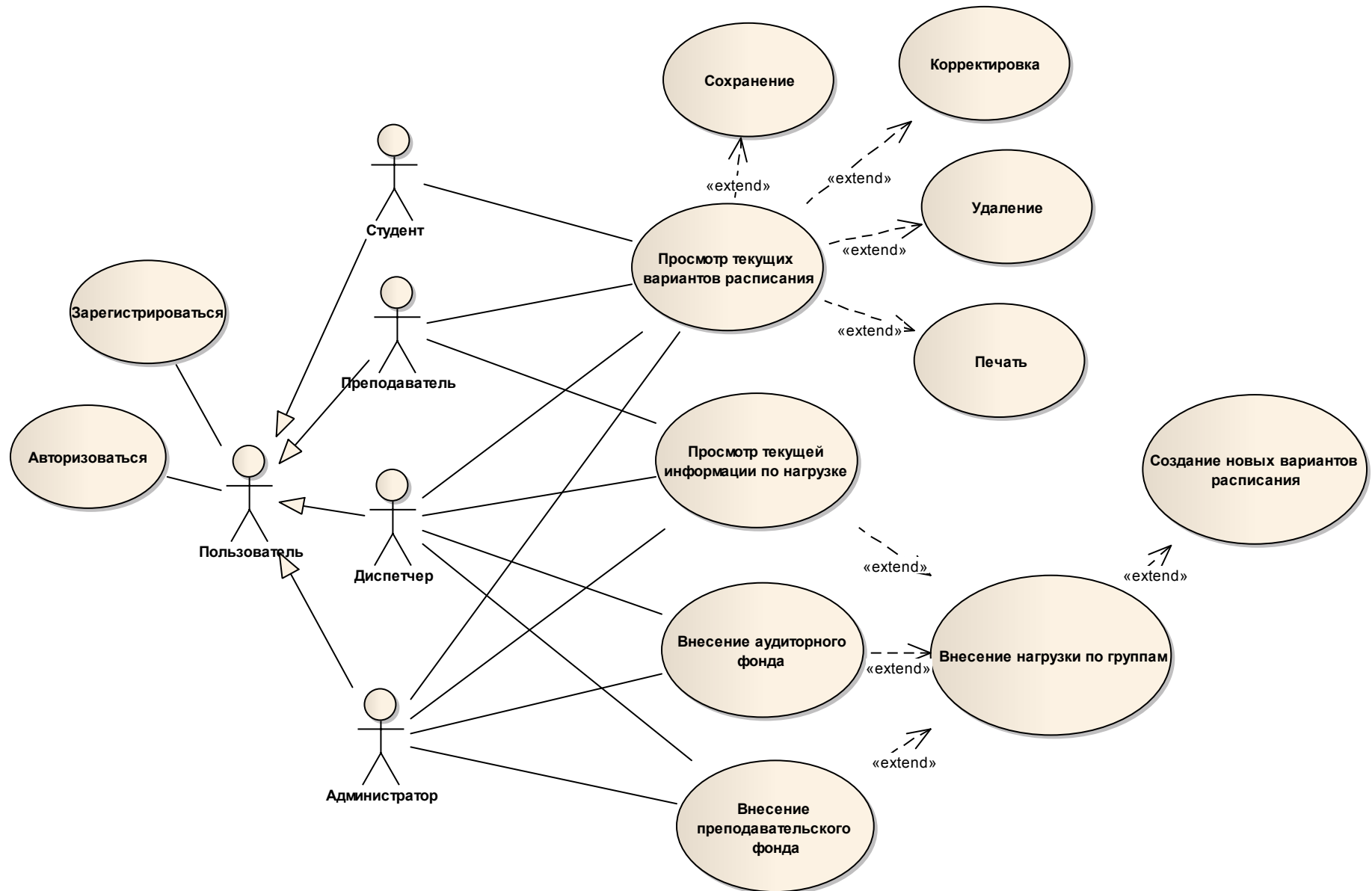
17



Варианты использования

18

ис Система автоматизации составления расписания -варианты использования



Архитектура и особенности реализации СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

19



- Веб-приложение по модели SaaS;
- база данных как средство хранения расписаний и данных справочников, обмена информацией в работе гибридного алгоритма (шина);
- реализация генетического алгоритма на C++.



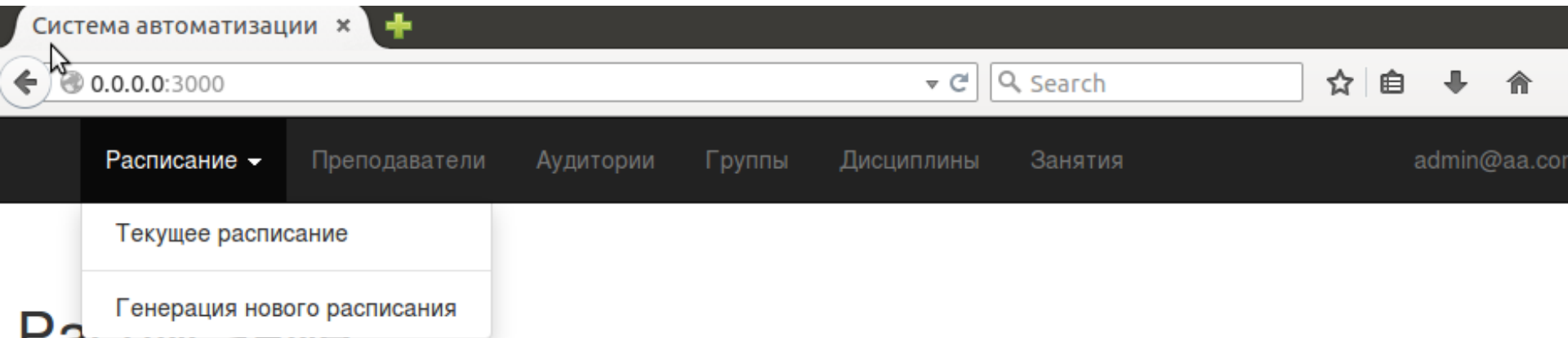


- Веб-фреймворк **Ruby on Rails**
- PostgreSQL в качестве СУБД
- JavaScript (корректировка расписаний)
- Twitter Bootstrap (интерфейс)
- Система контроля версий Git (Bitbucket)

Интерфейс системы автоматизации

21

- Панель работы со справочниками и расписанием



Интерфейс системы автоматизации

- Пагинация и поиск по записям справочников

[Расписание ▾](#)[Преподаватели](#)[Аудитории](#)[Группы](#)[Дисциплины](#)[Занятия](#)[admin@aa.com ▾](#)

Аудитории

Лабораторная ☐

Номер аудитории	Лабораторная?	Количество мест			
101	Нет	70	<input type="button" value="Просмотр"/>	<input type="button" value="Редактировать"/>	<input type="button" value="Удалить"/>
102	Да	40	<input type="button" value="Просмотр"/>	<input type="button" value="Редактировать"/>	<input type="button" value="Удалить"/>
204	Нет	30	<input type="button" value="Просмотр"/>	<input type="button" value="Редактировать"/>	<input type="button" value="Удалить"/>
405	Да	40	<input type="button" value="Просмотр"/>	<input type="button" value="Редактировать"/>	<input type="button" value="Удалить"/>
501	Нет	100	<input type="button" value="Просмотр"/>	<input type="button" value="Редактировать"/>	<input type="button" value="Удалить"/>

- Валидация при добавлении и редактировании записей

Добавление занятия

Пожалуйста, исправьте ошибки ниже:

- Продолжительность имеет непредусмотренное значение (разрешены значения от 1 до 12).
- Группы не может быть пустым

Преподаватель

Антонов Сергей

Дисциплина

Математический анализ

Группы

08-306
08-108
08-508

Продолжительность

13

Лабораторная

☐

Сохранить

Назад

Генерация новых расписаний

Расписание

Текущее расписание

Аудитория 123
Вместимость: 100
Не лабораторная

Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
			8:30-9:00 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-203		
9:00-10:30 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-203		9:00-10:30 Продолжительность: 1 Дискретная математика Петрова Дарья Группы: 08-203/08-201		9:00-10:30 Продолжительность: 1 Математический анализ Иванов Иван Группы: 08-203	9:00-10:30 Продолжительность: 1 Математический анализ Иванов Иван Группы: 08-203
10:45-11:40 Продолжительность: 1 Системное программирование Пугачев Николай Группы: 08-508	10:45-11:40 Продолжительность: 1 Математический анализ Петров Петр Группы: 08-203			10:45-11:40 Продолжительность: 1 Математический анализ Петров Петр Группы: 08-203	10:45-11:40 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-203/08-306
11:50-12:15 Продолжительность: 1 Алгоритмы и структуры данных Николаев Андрей Группы: 08-401	11:50-12:15 Продолжительность: 1 Практикум ЭВМ Пугачев Николай Группы: 08-203		11:50-12:15 Продолжительность: 1 Функциональный анализ Петрова Дарья Группы: 08-306/08-308/08-305/08-304	11:50-12:15 Продолжительность: 1 Практикум ЭВМ Николаев Андрей Группы: 08-203/08-306	
		13:00-14:30 Продолжительность: 1 Робототехника Никитина Антонина Группы: 07-103/07-203/07-304	13:00-14:30 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-306/08-308	13:00-14:30 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Николаев Андрей Группы: 08-306	
14:45-15:00 Продолжительность: 1 Линейная алгебра Пугачев Николай Группы: 08-101/08-102/08-106			14:45-15:00 Продолжительность: 1 Практикум ЭВМ Николаев Андрей Группы: 08-306		

Корректировать расписание

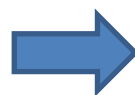
Удалить расписание

Генерировать новое расписание

Результат работы CBR-системы

25

Используемый прецедент



Новый прецедент (пересмотренный)

рг	Пятница	Суббота
	8:30-9:00 Продолжительность: 1 Математический анализ Иванов Иван Группы: 08-203	
	9:00-10:30 Продолжительность: 1 Математический анализ Иванов Иван Группы: 08-203	9:00-10:30 Продолж Практикум Николаев Группы: 08-306
11:40 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-306	10:45-11:40 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-203	10:45-11:40 Продолж Линейная алгебра Пугачев Группы: 08-101/08-306
	11:50-12:15 Продолжительность: 1 Практикум ЭВМ Николаев Андрей Группы: 08-203/08-306	
	13:00-14:30 Продолжительность: 1 Робототехника Никитина Антонина Группы: 07-103/07-203/07-304	

рг	Пятница	Суббота
	8:30-9:00 Продолжительность: 1 Ракетные двигатели Герасимов Дмитрий Группы: 06-303	
	9:00-10:30 Продолжительность: 1 Ракетные двигатели Герасимов Дмитрий Группы: 06-303	9:00-10:30 Продол Практикум Николаев Группы: 06-306
11:40 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 06-306	10:45-11:40 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 06-303	10:45-11:40 Продол Линейная алгебра Пугачев Группы: 08-101/08-306
	11:50-12:15 Продолжительность: 1 Практикум ЭВМ Николаев Андрей Группы: 06-303/06-306	
	13:00-14:30 Продолжительность: 1 Робототехника Алексеева Ирина Группы: 07-103/07-203/07-304	

Корректировка расписаний

26

Корректировать расписание

Удалить расписание

Генерировать новое расписание

Сохранить расписание

123

Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
			Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы №: 1/		
Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы №: 1/				Математический анализ Иванов Иван Группы №: 1/	Математический анализ Иванов Иван Группы №: 1/
Системное программирование Пугачев Николай Группы №: 15/	Математический анализ Петров Петр Группы №: 1/	Дискретная математика Петрова Дарья Группы №: 1/10/		Математический анализ Петров Петр Группы №: 1/	Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы №: 1/2/
Алгоритмы и структуры данных Николаев Андрей Группы №: 12/	Практикум ЭВМ Пугачев Николай Группы №: 1/		Функциональный анализ Петрова Дарья Группы №: 2/3/4/5/	Практикум ЭВМ Николаев Андрей Группы №: 1/2/	
		Робототехника Никитина Антонина Группы №: 17/18/19/	Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы №: 2/3/	Аналитическая геометрия Николаев Андрей Группы №: 2/	
Линейная алгебра Пугачев Николай Группы №: 7/8/9/			Практикум ЭВМ Николаев Андрей Группы №: 2/		

Корректировка расписаний

Сохраненное скорректированное расписание

Расписание удовлетворяет требованиям

Расписание

Текущее расписание

Аудитория 123
Вместимость: 100
Не лабораторная

Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
			8:30-9:00 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-203		
9:00-10:30 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-203		9:00-10:30 Продолжительность: 1 Дискретная математика Петрова Дарья Группы: 08-203/08-201		9:00-10:30 Продолжительность: 1 Математический анализ Иванов Иван Группы: 08-203	9:00-10:30 Продолжительность: 1 Математический анализ Иванов Иван Группы: 08-203
10:45-11:40 Продолжительность: 1 Системное программирование Пугачев Николай Группы: 08-508	10:45-11:40 Продолжительность: 1 Математический анализ Петров Петр Группы: 08-203			10:45-11:40 Продолжительность: 1 Математический анализ Петров Петр Группы: 08-203	10:45-11:40 Продолжительность: 1 Аналитическая геометрия Андреев Андрей Группы: 08-203/08-306
11:50-12:15 Продолжительность: 1 Алгоритмы и структуры	11:50-12:15 Продолжительность: 1 Практикум ЭВМ		11:50-12:15 Продолжительность: 1 Функциональный анализ	11:50-12:15 Продолжительность: 1 Практикум ЭВМ	

Перспективы развития

- Функциональность программного продукта:
 - возможность ведения справочников с нагрузками преподавателей;
 - возможности агрегирования информации из сторонних источников;
 - настройка соблюдаемых ограничений при составлении вариантов расписаний;
 - интеграция с АСУ МАИ;
 - оповещения студентов и преподавателей;
 - настройка экспорта вариантов расписаний;
- Коммерциализация продукта (онлайн сервис)

Результаты

- Проведен анализ существующих программных продуктов автоматизации составления расписаний.
- Разработан и реализован гибридный алгоритм эффективно решающий задачу составления расписания.
- Реализовано веб-приложение «Система автоматизации составления расписания аудиторных занятий», которое обеспечивает: составление базовых наборов вариантов расписания, корректировку и отображение расписания в удобном виде.
- Выложен открытый исходный код проекта (7 скачиваний на момент написания):

github.com/ratm92/schedule_system

