



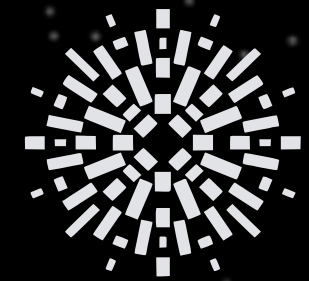
ПРЕЗИДЕНТСКАЯ
АКАДЕМИЯ



Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет



МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА



Университетский
консорциум
исследователей
больших данных

УМНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ: MATCHING PROBLEMS

ФРИДМАН ГРИГОРИЙ МОРИЦОВИЧ

Заведующий лабораторией методов оптимизации и искусственного интеллекта, СПбГЭУ



ЦЕЛЬ ПРОЕКТА:

Целью работы является повышение качества, эффективности и управляемости учебного процесса университета за счет использования и внедрения математических методов и подходов к решению задач, возникающих при осуществлении его различных этапов.

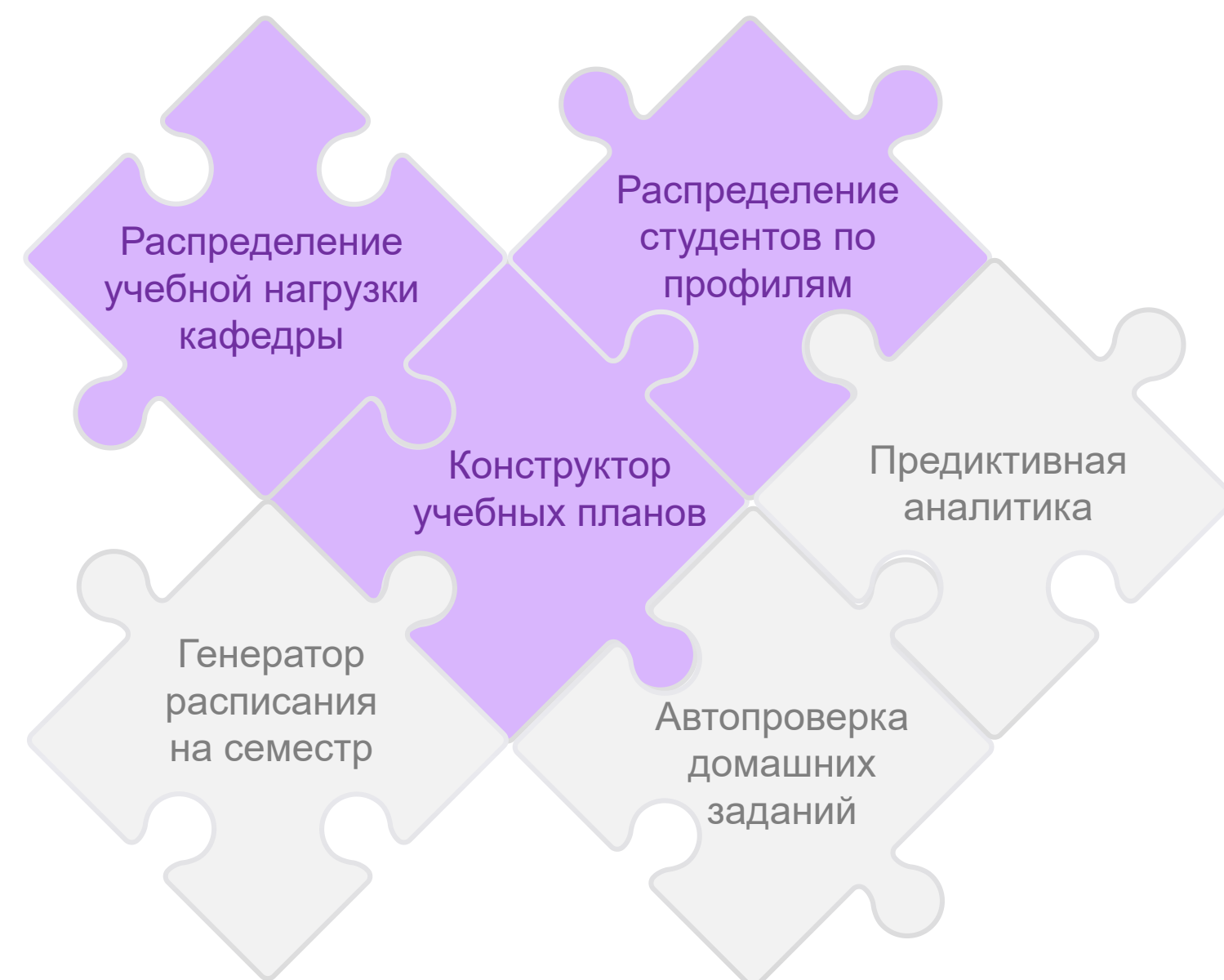
ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА:

Для достижения поставленной цели разработаны математические модели и реализованы соответствующие расчетные программные модули по следующим **задачам о поиске распределений**:

- выстраивание эффективного процесса распределения студентов направления подготовки по учебным профилям
- создание конструктора учебных планов основных профессиональных образовательных программ
- автоматизация процесса распределения учебной нагрузки кафедры с учетом предпочтений преподавателей.

Программные модули объединены в математическое ядро информационной системы «Умный университет» Санкт-Петербургского государственного экономического университета (СПбГЭУ).

Информационная система «Умный университет»



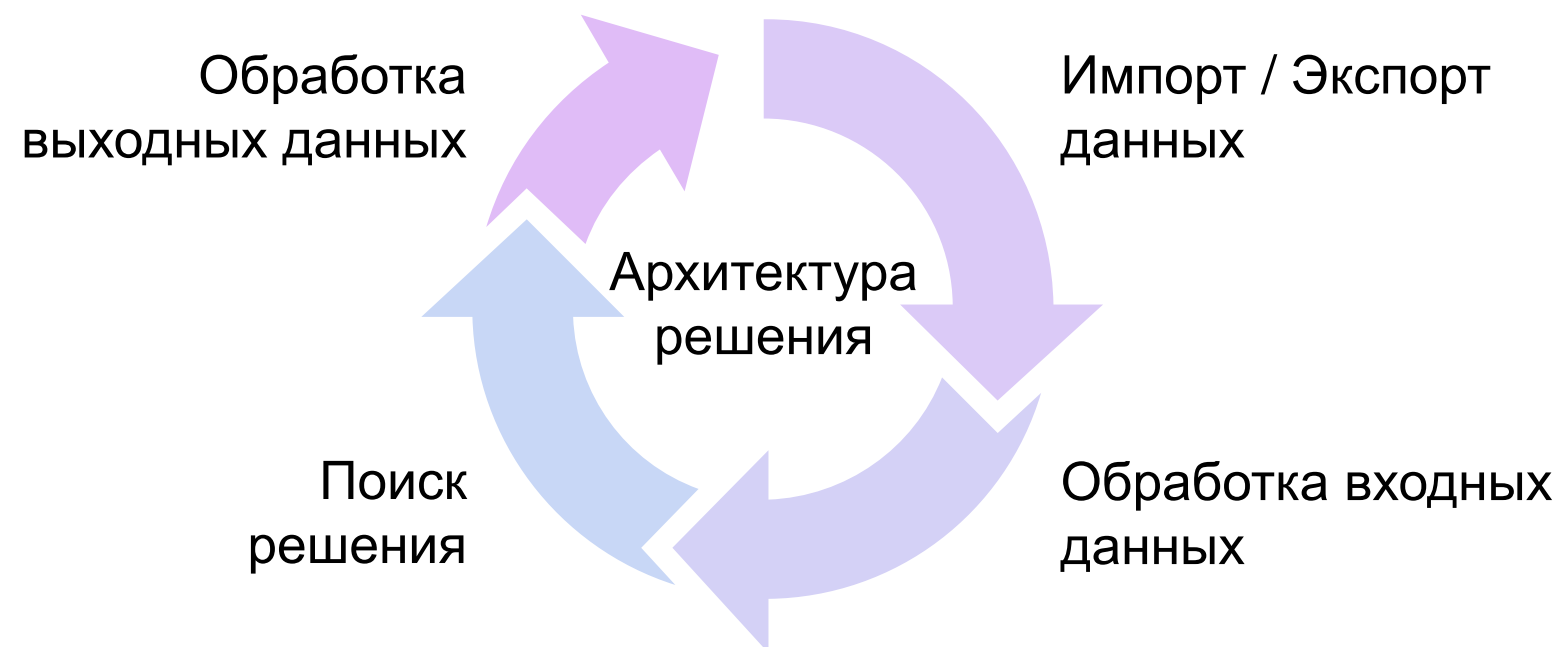


ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ: КОНСТРУКТОР УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ

Задача: сформировать учебные планы основных профессиональных образовательных программ университета.

Для составления плана обучения по направлению множество дисциплин должно быть распределено по упорядоченному множеству семестров.

Разработана СППР, позволяющая оперативно улучшать найденное решение в **итерационном интерактивном** режиме, добавляя или изменяя параметры модели, отвечающие за допустимые интервалы характеристик или приоритетность требований.



Жесткие требования к учебному плану

- интервальные ограничения на трудоемкость и длительность дисциплины в каждом семестре
- назначение курсовых работ, зачетов и экзаменов дисциплинам
- непрерывность освоения дисциплины за несколько семестров
- учет дисциплин-пререквизитов и другое

Иерархия критериев качества

максимизация степени выполнения мягких требований к учебному плану:

- по длительности дисциплины в учебном плане
- семестру начала/окончания дисциплины
- числу экзаменов в семестре и другие

максимизация однородности и равномерности учебного плана:

- пропорциональность аудиторной нагрузки и трудоемкости дисциплин в каждом семестре, аудиторной нагрузки в семестре и другое

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ КАФЕДРЫ

Задача: назначить дисциплины преподавателям

Представление задачи в виде
двустороннего рынка

Дисциплины

- кафедра имеет предпочтения по подмножеству преподавателей, которые могут вести данную дисциплину
- дисциплина характеризуется количеством часов, отведенных на ее реализацию

Преподаватели

- преподаватели имеют предпочтения по подмножествам дисциплин, которые они могут вести
- преподаватель характеризуется штатной нагрузкой – количеством рабочих часов, которые необходимо обеспечить

Критерии оптимизации и ограничения:

- минимизация числа **парных конфликтов**
- минимизация затрат на оплату сверхурочной работы
- максимизация **равномерности** решения – обеспечение примерно одинаковой нагрузки преподавателя на каждый семестр
- максимизация удовлетворенности кафедры и преподавателей от назначения
- каждой дисциплине назначается преподаватель
- каждый преподаватель обеспечен рабочей нагрузкой
- учет дополнительной нагрузки на руководство дипломными работами, курсовыми и другими проектами

вещественные
юниты и квоты

задача
NP-полня

нет
эффективных
алгоритмов

Разработана модель математической оптимизации – задача целочисленного программирования. Многокритериальная задача решается с помощью метода последовательных уступок.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНЫМ ПРОФИЛЯМ

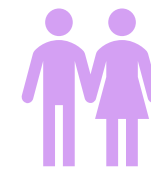
Необходимо найти **справедливое** решение

Особенности задачи:

- Студенты имеют предпочтения по учебным профилям.
- Учебные профили предпочитают набрать студентов с наибольшим средним баллом.
- На каждую группу профиля должно быть назначено студентов в пределах **минимальной** и **максимальной квоты**. Если на учебный профиль не было набрано достаточно студентов, то он должен быть закрыт на этот год.

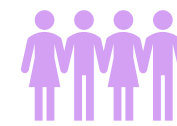
Критерии оптимизации и ограничения:

- минимизация числа конфликтов
- максимизация количества открытых профилей
- максимизация удовлетворенности студентов
- каждый студент распределен в один профиль
- на каждую группу профиля назначено студентов в пределах квоты
- опциональные ограничения на количество открываемых групп внутри профилей



Парный конфликт

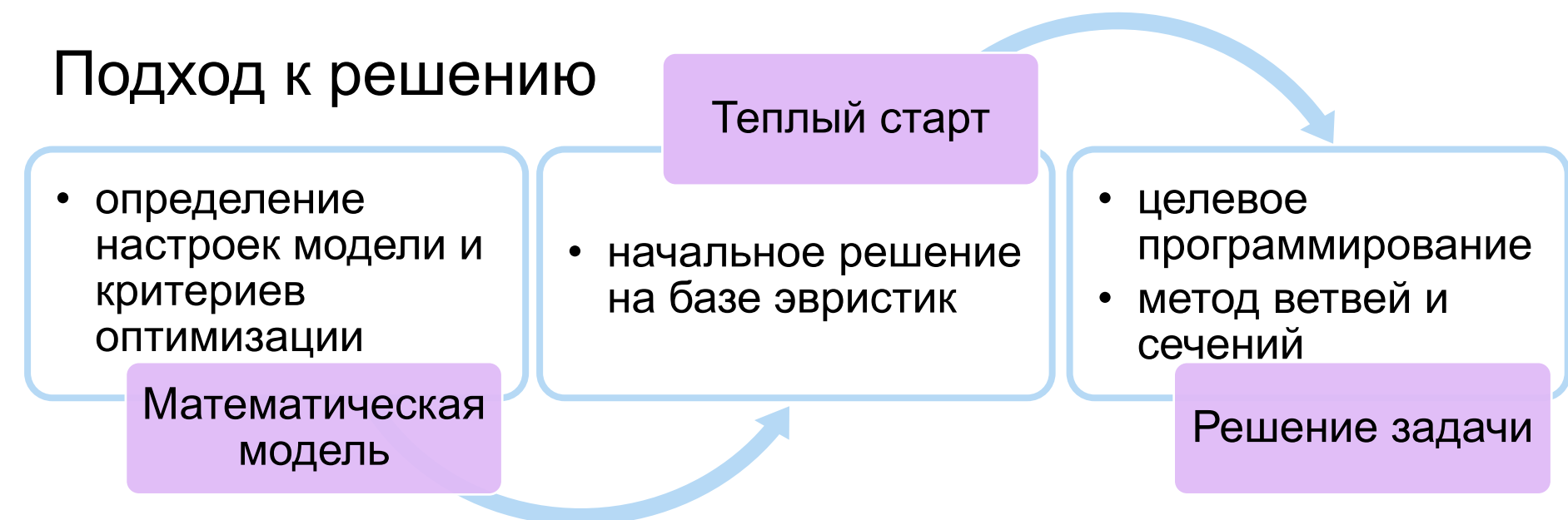
Студенты a и b предпочитают попасть на профиль c , но на профиль c распределен студент b с меньшим, чем у a , баллом.



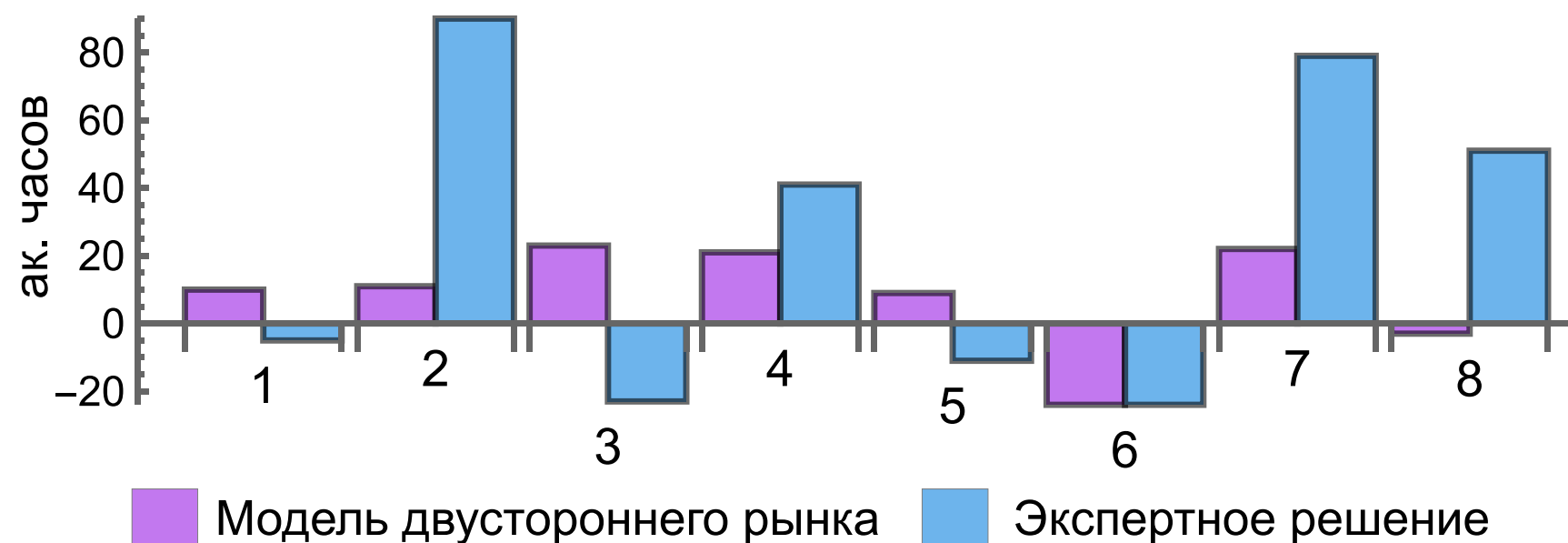
Групповой конфликт

Группа студентов A , размер которой не меньше минимальной квоты, предпочитает попасть на профиль c , но профиль c закрыт, а студенты группы A распределены на менее предпочтительные профили

Подход к решению



Отклонение нагрузки в распределении учебной нагрузки кафедры от штатной нагрузки преподавателя



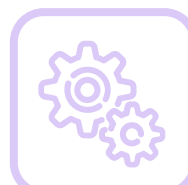
На **65% более** равномерное распределение учебной нагрузки
 На **35% меньше** парных конфликтов

Анализ часто используемых подходов для распределения студентов по учебным профилям

	Требования выполнены	Качество решения	Ввод новых требований	Скорость вычислений
Алгоритм Гейла-Шепли	✗	✗	✗	✓
Модификация Гейла-Шепли	✗	✗	✓	✓
Целочисленная оптимизация	✓	✓	✓	✗

На **50% меньше** групповых парных студентов
 На **58% меньше** групповых конфликтов студентов

Положительный эффект внедрения конструктора учебных планов



автоматизация процесса разработки учебного плана



выбор наилучшего с точки зрения ЛПР учебного плана

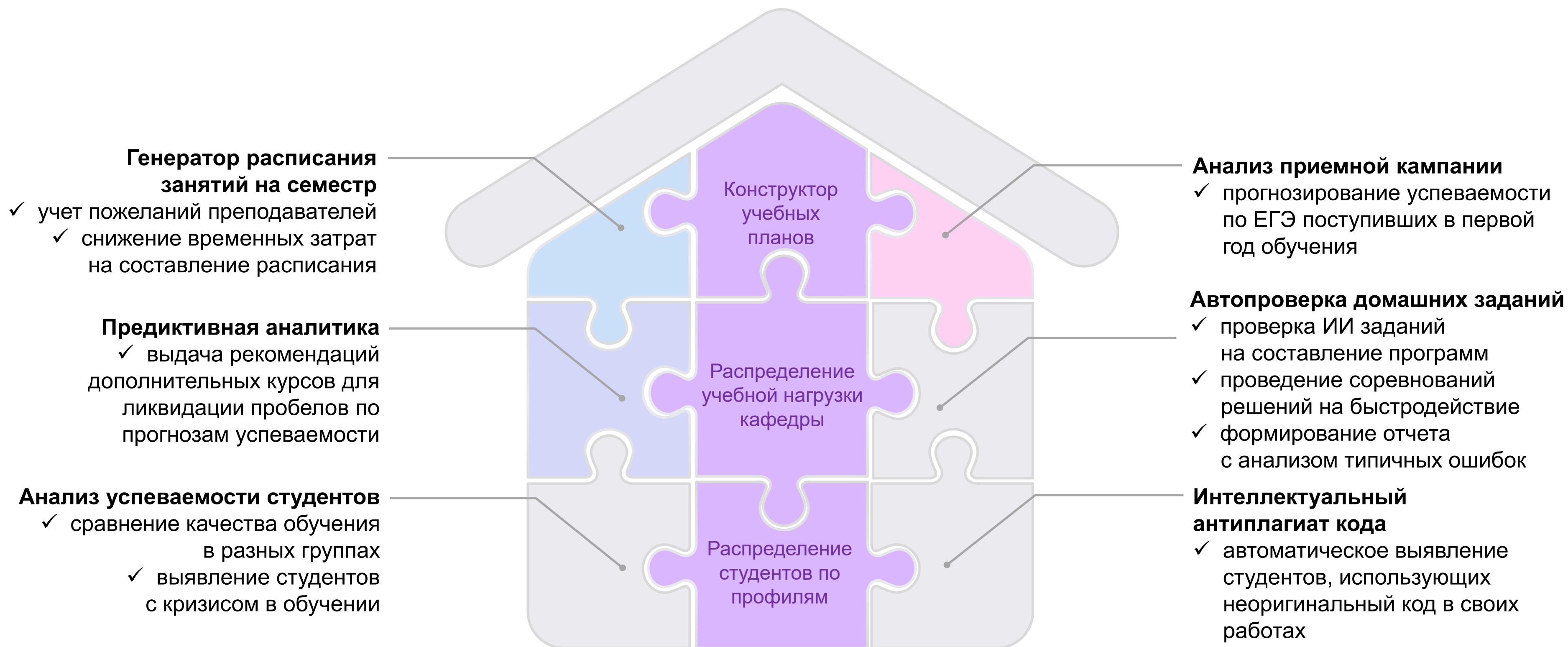


генерация допустимых учебных планов



оперативная генерация допустимого учебного плана при его актуализации / внесении в него корректировок и другое

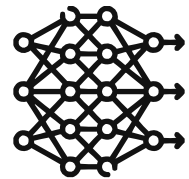
РАСШИРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Сотрудники Лаборатории представляющие Санкт-Петербургский государственный экономический университет:

- Фридман Григорий Морицович – заведующий лабораторией, grifri@finec.ru
- Васильев Юрий Михайлович – ведущий программист
- Ивахненко Дарья Александровна – научный сотрудник
- Ребрилова Софья Дмитриевна – научный сотрудник
- Глазунова Екатерина Валерьевна – аналитик

Области научных интересов и инструменты



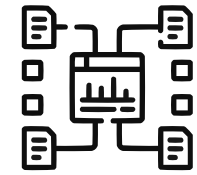
машинное обучение и искусственные нейронные сети для задач прогнозирования, классификации и др.



точные методы, эвристические и метаэвристические алгоритмы решения оптимизационных задач



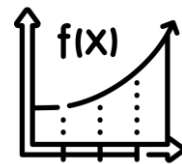
методы решения задач управления доходами в различных областях бизнеса



методы имитационного и математического моделирования и построения моделей



Языки программирования
Wolfram Language, Python (pyomo, pytorch, tensorflow, lightgbm, etc.)



Оптимизаторы
Cardinal Optimizer, Coin-or, Gurobi, IBM ILOG CPLEX, etc.



Хранение данных
PostgreSQL, MS Office, MS SQL Server



Имитационное моделирование
Anylogic



МОИИ
Лаборатория
методов оптимизации
и искусственного интеллекта

