

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧЕ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ ВУЗА****Некрасов А.Е.** (Государственный Университет Управления)**Научный руководитель – к.э.н., доцент, Крамаренко И.В.**

(Государственный Университет Управления)

**Введение.** Задача составления учебного расписания решается на протяжении многих лет. Решение задачи с использованием методов линейного программирования представлена в [1], решение с использованием агентного моделирования описано в [2], в большом числе источников [3, 5, 6, 7] представлено решение на основе метаэвристических алгоритмов. Задача составления оптимального расписания в ВУЗе имеет ряд отличительных особенностей. Во-первых, огромное число ограничений, поскольку в ВУЗе большое количество образовательных программ, дисциплин, групп студентов, аудиторий и др. К особенностям также можно отнести частую изменяемость, так как расписание формируется на один учебный семестр. В силу многокритериальности задачи, требуется найти допустимое оптимальное расписание. Под допустимостью в исследовании понимается физическая осуществимость. Построение допустимого расписания сводится к построению специальных функций штрафа. Под оптимальностью понимается минимизация суммарных функций заданных критериев [4]. К частным критериям оптимальности можно отнести «количество пустых занятий у преподавателя», «количество занятых дней в неделю», «максимальное количество пар в день». Данная задача является NP-полной и решается с использованием эвристических алгоритмов (например, как в программе с открытым исходным кодом FET, использующем алгоритм рекурсивных перестановок [5]); метаэвристических алгоритмов (например, алгоритм имитации отжига, поиск с запретами или «табу-поиск», муравьиный алгоритм или генетический алгоритм) [6].

**Основная часть.** Представим формализованную постановку решаемой задачи. В исследовании задачу поиска оптимального расписания для высшего учебного заведения предлагается решить как задачу дискретной комбинаторной оптимизации, которую можно отнести к задаче теории расписаний. Расписание состоит из учебных дней, каждый из которых содержит занятия, в которых участвуют преподаватель и одна или несколько групп. Пусть  $T$  – множество доступных для проведения занятия временных слотов,  $G$  – множество учебных групп, у которых должны быть проведены занятия согласно учебному плану,  $S$  – множество учебных дисциплин,  $P$  – множество преподавателей, некоторые из которых могут проводить занятия по разным предметам [7]. Учебным планом  $U$  будем называть подмножество мультимножества из декартова произведения  $G \times S \times P$ , в котором каждый элемент соответствует определённому предмету, который должен быть проведён у выбранной группы конкретным преподавателем. Будем называть элемент из  $U$  занятием. Число одинаковых занятий в учебном плане отражает, сколько раз это занятие должно пройти у группы за неделю. Расписание – это инъективное отображение из  $U$  в  $T$ , ставящее в соответствие каждому занятию определённый временной слот, и удовлетворяющее двум ограничениям (будем называть эти ограничения "жёсткими").

1) Каждый преподаватель может проводить только одно занятие одновременно.

2) Каждая группа может присутствовать только на одном занятии одновременно.

Тогда в качестве функции штрафа можно выбрать количество нарушений жёстких ограничений конкретным (необязательно корректным) расписанием. Для целевой функции используются "мягкие" ограничения, учитывающие пожелания групп и преподавателей, такие как невозможность или нежелание проводить занятие в определенные дни или часы, стремление сократить количество и продолжительность "окон" или сокращение числа дней в неделе, в которые проводятся занятия. Поставленную задачу можно решить с использованием генетического алгоритма, если перевести данные из естественных терминов домена

выбранной задачи в термины генетических алгоритмов. Генетический алгоритм применим к популяции, которая, в свою очередь состоит из особей – в нашем случае в качестве особи выступает конкретное расписание, а в качестве популяции – множество таких расписаний. В свою очередь, особь состоит из хромосом – наборов генов [8]. При решении задачи нами был выбран следующий подход: представить каждую особь в виде одной хромосомы из  $|U|$  (мощность учебного плана) генов, каждый из которых может принимать значение от 1 до  $|T|$ , и соответствует конкретному временному слоту в пронумерованном множестве  $T$ . Такое представление позволяет эффективно выполнять генетические операции и селекцию особей при работе алгоритма, но требует дополнительных преобразований при расчете целевой функции. На вход генетическому алгоритму передается учебный план, описанный в формате JSON, который в дальнейшем преобразуется в граф отношений, а также список ограничений, накладываемых на расписания. Генетический алгоритм был реализован на языке программирования Java. Помимо этого, с использованием фреймворка для построения веб-приложений Spring в связке с фреймворком для создания пользовательских приложений VueJS была составлена и реализована схема API, позволяющая взаимодействовать с основным алгоритмом, а также разработан пользовательский графический интерфейс, облегчающий работу с этим API.

**Выводы.** Таким образом, в рамках проведенного исследования была разработана математическая модель составления расписания, разработана собственная версия генетического алгоритма, проведено сравнение работы собственного алгоритма с результатами использования библиотеки Jenetics. Анализ качественных и количественных характеристик работы собственного алгоритма, продемонстрировал высокие характеристики качества. Оценивались такие характеристики как время работы алгоритма, достигнутое значение целевой функции, в зависимости от выбранных стратегий мутации и селекции.

#### Список использованных источников:

1. Шишканова, Т. А. Алгоритм оптимизации учебного расписания в вузе / Т. А. Шишканова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 1. – С. 416-422.
2. Бабкина, Т. С. Задача составления расписаний: решение на основе многоагентного подхода / Т. С. Бабкина // Бизнес-информатика. – 2008. – № 1(3). – С. 23-28.
3. Разработка автоматизированной системы составления и оптимизации расписания занятий / Т.В. Сиркин, А.П. Чернышова, П.А. Мартынов, А.Д. Морозов // Молодой ученый. – 2020. – № 27(317). – С. 65-71.
4. Лазарев, А.А, Гафаров, Е. Р. Теория расписаний, задачи и алгоритмы // Учебник. – 2011. – С. 52–81.
5. Lalescu L. // The description of the FET timetable generation algorithm [Электронный ресурс] – URL: <https://lalescu.ro/liviu/fet/doc/en/generation-algorithm-description.html>. (Дата обращения: 27.06.2022)
6. Щербина, О.А. Метаэвристические алгоритмы для задач комбинаторной оптимизации (обзор) // Таврический вестник информатики и математики. – 2014. – №1 (24). – С. 56–72.
7. Астахова, И.Ф., Фирас, А.М. // Составление расписания учебных занятий на основе генетического алгоритма // Вестник ВГУ, серия: системный анализ и информационные технологии – 2013 – №2 – С.93–99.
8. Wilhelmstötter, F. // Jenetics Library User's Manual 7.1 – 2022 – С.6–31, 54–67.

Некрасов А.Е. (автор)

Подпись

Крамаренко И.В. (научный руководитель)

Подпись