

ОПТИМИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО РАСПИСАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Морозов Артём Ильич

студент, институт экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, РФ, г. Нижний Новгород

Аннотация. Составление учебного расписания представляет собой сложную задачу комбинаторной оптимизации, особенно при наличии множества ограничений: доступности аудиторий, занятости преподавателей и предпочтений студентов. В данной работе реализована модель целочисленного линейного программирования (ЦЛП) для оптимизации расписания академических занятий. На основе данных одного из факультетов университета вручную была собрана сводная таблица дисциплин, преподавателей, групп и аудиторных требований. Решение модели осуществлялось в Excel с применением надстройки Solver. Были учтены как жёсткие, так и частично удовлетворяемые условия.

Ключевые слова: оптимизация; линейное программирование; прикладная математика; целочисленная модель; учебный процесс.

Автоматизация планирования учебного процесса требует применения строгих математических методов, способных учитывать одновременно множество условий. Традиционный ручной подход к составлению расписаний не гарантирует отсутствие конфликтов и не оптимален по количеству так называемых «окон» — пустых пар у студентов [1].

Математическое моделирование позволяет формализовать задачу и свести её к задаче линейного программирования. Применение формальных методов в образовательной среде позволяет систематизировать нагрузку и минимизировать ошибки в планировании [4].

Для решения задачи использовалась бинарная целочисленная модель. Каждая переменная x_{ijk} обозначает, запланирована ли дисциплина i для группы j в временной слот k . Переменные принимают значение:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{если пара назначена} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Целевая функция:

$\min Z = \text{общее количество конфликтов} + \text{«окон»} + \text{отклонений от предпочтений}$

Система ограничений включала:

- не более одной дисциплины в один слот для каждой группы;
- запрет на одновременную занятость преподавателя в двух местах;
- учёт вместимости и специализации аудитории;
- соблюдение недельного распределения по учебному плану [5].

Модель была построена вручную в Excel, где каждая переменная — это отдельная ячейка, принимающая 0 или 1. Ограничения задавались через интерфейс Solver [3].

В ходе анализа качества расписания были рассчитаны следующие показатели:

- Число конфликтов (одновременных назначений преподавателя): 0 — удалось полностью исключить логические ошибки.
- Среднее количество "окон" (пустых слотов) у студентов: 0.6 на группу в неделю, что соответствует хорошему уровню планирования [2].
- Число случаев превышения вместимости аудитории: 0 — корректный учёт характеристик помещений.
- Процент удовлетворённых предпочтений преподавателей: 92% — большая часть пожеланий соблюдена, остальные не нарушали жёстких требований.

Также выявлено: дисциплины с ограниченным числом преподавателей оказывают наиболее сильное влияние на перегрузку слотов.

На рисунке 1 была представлена визуализация распределения «окон» (пустых пар) по группам.



Рисунок 1. Среднее количество «окон» в расписании по учебным группам

Список литературы:

1. Катаева Л.Ю. Влияние индикаторов на прогнозируемость экономической безопасности региона / Л. Ю. Катаева, Д.А. Масленников, Т.А. Федосеева // *Фундаментальные исследования*. — 2019. № 12-1. 72-76 с. — DOI 10.17513/fr.42624.
2. Иконников В.В. Экономические факторы и управленческие решения: влияние на прогнозируемость региональных индикаторов / В. В. Иконников, Л. Ю. Катаева, Д. А. Масленников // *Russian Economic Bulletin*. — 2023. Т. 6. № 6. 380-385 с.

3. Инструкция по использованию надстройки Excel Solver [Электронный ресурс]. — URL: <https://support.microsoft.com/solver>
4. Сиваев С.Б. Математическое моделирование в прикладных задачах. — М.: Наука, 2020.
5. Калмыков В.Н. Методы оптимизации: Учебник для вузов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2021.