


На правах рукописи



Сиделев Андрей Александрович

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ
ПРОЦЕССОМ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ОРГАНИЗАЦИЯХ**

05.13.10 - Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Волгоград - 2018

Работа выполнена на кафедре «Автоматизированные системы обработки информации и управления» Камышинского технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук, профессор
Крушель Елена Георгиевна

Официальные оппоненты:

Кушников Вадим Алексеевич

доктор технических наук, профессор
Институт проблем точной механики
и управления РАН, г.Саратов

врио председателя Саратовского научного
центра РАН;

Клеванский Николай Николаевич

кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Саратовский
государственный аграрный университет
имени Н.И.Вавилова», кафедра

Ведущая организация:

«Экономическая кибернетика», доцент.
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Пензенский
государственный
университет».

Защита диссертации состоится _____ 2018 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 212.028.08, созданного на базе Волгоградского государственного технического университета по адресу: 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, д. 28, ауд. 209.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Волгоградского государственного технического университета и на сайте <http://www.vstu.ru>

Автореферат разослан «__» _____ 2018 года.

Ученый секретарь
диссертационного

совета



Орлова Юлия Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

На современном этапе как система образования (СО) в целом, так и организационная система отдельного образовательного учреждения профессионального образования (ОУПО), рассматриваются в контексте реализации перспективных методологий управления. В содержание обучения активно внедряются методы проектного управления (обучения), которые рассматриваются в ряде работ по педагогике, экономике, социологии. При этом формализованные методологии управления в СО и ОУПО (работы в области технических и физико-математических наук) реализуются в парадигме процессного управления возможностью реализации отдельных этапов процесса в качестве проектов.

Организационная система ОУПО является комплексной социально-экономической системой, главная функция которой реализуется в виде образовательного (учебного) процесса. Учебный процесс (УП) является сложным объектом управления, в который вовлечены как социальные (преподаватели, студенты) и экономические (заработная плата, издержки от простоя помещений и оборудования) компоненты процесса, так и информационные (оперативные изменения регламентных документов УП, согласование показателей УП с требованиями ФГОС и трудового законодательства). Кроме того, необходимо учитывать, что управление таким объектом осуществляется комплексом динамически изменяемых управляющих воздействий. Для формирования и актуализации таких управляющих воздействий применимы методы оперативного управления.

Оперативное управление (ОУ) - управление текущими событиями, т.е. совокупность мер, позволяющих воздействовать на конкретные отклонения от установленных показателей процесса. ОУ подразделяется на оперативное планирование, оперативный учет и оперативный контроль.

С точки зрения ОУ главным регламентным документом УП является расписание учебных занятий. Поэтому формирование расписания учебных занятий представляет собой один из наиболее важных компонентов управляющих воздействий при управлении УП. В ОУПО применяются расписания занятий двух видов:

- недельное, построенное по принципу типовой недели, когда расписание одной или двух недель распространяется на весь семестр;
- семестровое, построенное по принципу планирования каждой недели семестра, когда расписания для всех или большинства недель отличаются между собой.

Процесс формирования семестрового расписания представляет собой последовательность действий – оперативное планирование учебной нагрузки для каждой из учебных групп; расстановка запланированных занятий, полученных на предыдущем этапе в сетке расписания; оперативные изменения расписания, связанное с необходимостью замены одной дисциплины на другую (осуществляется в течение текущей недели).

Как показал анализ существующих работ по теме исследования, в настоящее время методы, связанные с решением задач автоматизированного формирования расписания пригодны для недельного расписания.

Таким образом, разработка комплекса методов и алгоритмов формирования и актуализации семестрового расписания для оперативного управления учебным процессом в профессиональных образовательных организациях является актуальной задачей. Решение данной задачи позволит не только сократить время, необходимое для формирования семестрового расписания занятий, но и улучшить его показатели качества.

Степень разработанности темы исследования

Вопросам управления учебным процессом посвящены исследования Д.А.Новикова, И.А.Зимней, Э.Ф.Зеера, Е. А. Каравасовой, В. И. Байденко, И.Г.Галяминой, Ю.Г.Татура, А.М.Бершадского, Л.Р.Фионовой, А.В.Лушникова, М.Б.Гузаирова, И.Б.Герасимовой, Н.И.Юсуповой, О.Н.Сметаниной, Л.Р.Черняховской, О.И.Пятковского, Е.Г.Комарова, А.Г.Кравец, М.Б.Гитмана, С.В.Тархова, Ф.М.Асвад, И.Л. Кашириной, Н.Н. Клеванского, А.А.Коробкина, Г.Ф. Низамовой и др.

Работы Ф.М. Асвад, И.Л. Кашириной, Н.Н. Клеванского, А.А.Коробкина, Г.Ф. Низамовой посвящены проблеме автоматического составления расписаний занятий с использованием эвристических методов.

Методы, представленные в этих исследованиях, могут быть полезными при выполнении процесса расстановки занятий в сетке расписания. Однако методы, позволяющие автоматизировать процессы оперативного планирования учебной нагрузки и оперативного изменения расписания на сегодняшний день не представлены.

Объектом исследования данной работы является управление учебным процессом

Предметом исследования являются модели и методы формирования семестрового расписания как комплексного управляющего воздействия в управлении образовательным процессом.

Целью работы

Совершенствование оперативного планирования и управления учебным процессом в профессиональных образовательных организациях за счет разработки методов формирования семестрового расписания с возможностями его динамической корректировки в реальном времени.

Для достижения цели в работе были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ подходов к формированию расписания учебных занятий.
2. Разработать метод формирования перечня занятий, планируемых в расписании на предстоящую неделю.
3. Разработать метод расстановки занятий в расписании, позволяющий распределить их по временным интервалам дней недели.
4. Разработать метод оперативных замен в расписании занятий с учетом временных и ресурсных ограничений.
5. Разработать программное обеспечение, реализующее предложенные алгоритмы.

Научная новизна заключается в разработке совокупности методов формирования и актуализации семестрового расписания для оперативного управления учебным процессом:

- 1) впервые разработан метод формирования перечня занятий, отличающийся согласованием предельной нагрузки и временных ограничений компонентов УП;
- 2) разработан новый метод расстановки запланированных занятий в расписании, отличающийся от известных реализацией двухэтапного подхода, уменьшающего область поиска генетического алгоритма.
- 3) впервые разработан метод оперативных замен в расписании занятий, который отличается реализацией рекурсивной процедуры замен с учетом взаимного влияния компонентов УП.

Практическая значимость работы состоит в разработанном программном обеспечении, реализующем предложенные методы. Разработана «Программа управления колледжем» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016662422 от 09 ноября 2016 г).

Программа прошла апробацию в двух колледжах Волгоградской области (имеются два акта о внедрении).

Методы исследования. В процессе работы использовались методы дискретной оптимизации: эвристический метод (генетический алгоритм), метод ветвей и границ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Методика формирования и актуализации семестрового расписания, позволяющая снизить количество изменений в расписании занятий.
2. Метод формирования перечня занятий, определяющий перечень занятий включаемых в расписание на предстоящую неделю.
3. Метод расстановки запланированных занятий, определяющий расположение занятий в сетке расписания на неделю.
4. Метод оперативных замен в расписании занятий, позволяющий получить список изменений в расписании в связи с заменой одного занятия на другое.
5. Программное обеспечение, реализующее предложенные методы.

Соответствие паспорту научной специальности. Основная область исследования соответствует паспорту специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах», а именно пунктам: 4 - Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах; 6 - Разработка и совершенствование методов получения и обработки информации для задач управления социальными и экономическими системами.

Степень достоверности включенных в исследование научных положений, выводов, практических рекомендаций обусловлена корректным применением указанных методов исследования и успешным практическим применением результатов диссертационной работы, что отражено в актах внедрения.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались на XIX международной научно – практической конференции

«Современные тенденции развития науки и технологий» (г.Белгород, Россия 2016 г.); VI международно-практической конференции «World Science: Problems and Innovations» (г.Пенза, Россия, 2016 г.); X Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в обучении и производстве» (г.Камышин, Россия, 2015г.); XI Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в обучении и производстве» (г.Камышин, Россия, 2016г.).

Публикации. Основные положения изложены в 9 печатных работах, в том числе 4 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение, список использованной литературы из 108 наименований, приложения. Содержание работы изложено на 171 страницах, включает 112 рисунков и 80 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность работы, сформулирована цель, определены задачи, научная новизна, практическая и теоретическая значимость, указан объект управления. Приведены положения, выносимые на защиту, и основные результаты.

В первой главе рассматриваются особенности образовательного процесса в организациях, реализующих программы среднего профессионального образования. В частности, приводится перечень факторов, способствующих переходу соответствующих организаций к семестровому расписанию занятий.

Рассматриваются проблемы, с которыми диспетчер образовательной организации сталкивается при его формировании.

По результатам выявленных проблем осуществлен обзор средств программной поддержки задачи составления расписания занятий. Анализ показал, что во всех рассмотренных ИС отсутствуют важные для семестрового расписания функции компьютеризированного отбора списка дисциплин и количества занятий по ним, подлежащих изучению на предстоящей неделе, а также механизма оперативных замен в реальном времени в условиях ограниченности образовательных ресурсов. В связи с этим ИС, представленные на рынке программного обеспечения, не полностью решают задачу компьютеризации управления образовательным процессом для учебных заведений, работающих в условиях семестрового расписания.

Обзор теоретических методов формирования расписания учебных занятий показал, что все они касаются вопроса расстановки занятий в течение традиционного недельного расписания. В частности, отмечены методы, использующие возможности дискретной оптимизации: метаэвристический (генетический алгоритм) (Низамова Г.Ф, Асвад Фирас М., Гущина О.А); графический метод (Зимин С.Н.); эвристический метод, использующий в алгоритме реализации идею оценки свободы расположения отдельного занятия в полученном расписании (Береговых Ю.Н., Васильев Б.А., Володин Н.А.). Известные методы и подходы для формирования семестрового расписания

применимы на этапе расстановки занятий в течение недели, но не достаточны для решения задачи в целом.

На основании проведенного обзора сделан вывод об актуальности расширения состава функций ИС в направлении учета особенностей управления образовательным процессом в условиях семестрового расписания.

Во второй главе рассматривается «классическая» методика, используемая при формировании расписания занятий, указывается ее недостаток, заключающийся в том, что расписание, составленное в начале семестра, теряет свою актуальность уже через несколько недель обучения, в связи с большим количеством изменений, связанных с заменами занятий одних дисциплин на занятия других дисциплин. А также анализируется предлагаемая методика, отличающаяся от классической методики тем, что формирование расписания осуществляется не в начале семестра (на весь семестр обучения), а на одну неделю (предстоящую). При этом на этапе оперативного планирования учебной нагрузки рассматриваются не только расписания предшествующих недель и изменения, которые происходили с ним, но учитываются и планируемые отсутствия преподавателей.

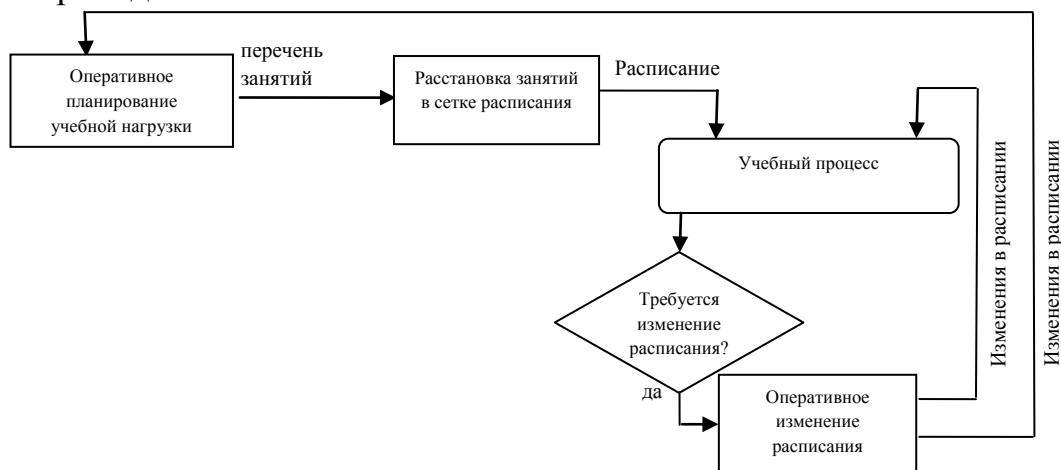


Рисунок 1 Схема предлагаемой методики формирования и актуализации семестрового расписания занятий

В этой главе также рассматривается постановка задачи составления расписания на неделю в рамках семестрового расписания учебных занятий.

В частности указывается, что задача формирования расписания занятий представляет собой задачу распределения ресурсов – учебных групп студентов, аудиторий, дисциплин и преподавателей на временных интервалах.

В постановке задачи вводятся обозначения рассматриваемых компонентов УП:

- Учебных групп студентов $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, где n – число групп
- Учебных аудиторий $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, где m – число аудиторий
- Дисциплин $D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$, где k – число дисциплин
- Преподавателей $P = \{p_1, p_2, \dots, p_f\}$, где f – число преподавателей
- Учебных временных интервалов («пары») проведения занятий $T = \{t_1, t_2, \dots, t_h\}$, где h – число «пар» на неделе
- Занятий $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_l\}$, где l – число занятий по дисциплинам

Каждое занятие z_i представляет собой совокупность компонент множеств G , P , D .

В задаче указывается, что для каждого временного интервала t_k **необходимо определить**:

$$a = (a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_N)$$

$$z = (z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_N),$$

где a – аудитории, z – занятий,

N – число занятий в расписании на временном интервале t_k

В постановке задачи в список обязательных требований («отсутствие накладок» разного рода), которые используются в задачах составления расписания, добавлены еще несколько ограничений:

1. Сумма занятий (Sum1), запланированных группе g на неделе w , должна соответствовать некоторому значению $K1$, определяемому требованиям образовательных стандартов (ФГОС):

$$\text{Sum1}_{g,w} = K1_{g,w} \quad (1)$$

2. Сумма занятий (Sum2), запланированных к выдаче преподавателю p на предстоящей неделе, не должна превышать значения $K2$, определяемого трудовым законодательством, а также возможностями преподавателя:

$$\text{Sum2}_p \leq K2_p \quad (2)$$

3. Планирование учебной нагрузки преподавателю p на следующую неделю необходимо осуществлять с учетом того, чтобы сумма запланированных занятий S , которые преподавателю необходимо выдать, начиная со второй недели, не превышала его возможностей R на оставшихся неделях:

$$R_p \geq S_p \quad (3)$$

Помимо обязательных требований в работе учитываются желательные требования:

$$\sum_{i=1}^3 \beta_i K_i \rightarrow \min \quad (4)$$

где K_1 – число «окон» в расписании учебных групп, K_2 - число «окон» в расписании преподавателей, K_3 - число групп у которых занятия начинаются не с первой «пары», $\beta_i, i=1, \dots, 3$ – коэффициенты, определяемые путем статистической обработки данных опросов экспертов об относительной важности данных показателей для оценки качества расписания.

На основании описанных требований строится целевая функция, ориентированная на минимизацию штрафных показателей. Каждое нарушение желательного требования увеличивает значение целевой функции в соответствии с коэффициентом значимости требования. Целевая функция в общем виде описывается формулой:

$$F_y = R_1 + R_2 \quad (5)$$

$$F_y \rightarrow \text{Min} \quad (6)$$

$$R_1 = \beta_1 K1 + \beta_3 K3 \quad (7)$$

$$R_2 = \beta_2 w_2 K2 \quad (8)$$

где R_1 – нарушение качества расписания с позиции учебных групп;

R_2 – нарушение качества расписания с позиции преподавателей.

В данной главе описан **метод формирования перечня занятий**, который можно успешно использовать в процессе оперативного планирования учебной нагрузки. В этом методе учитываются ограничения (1-3). Он реализован в форме последовательности этапов:

1. Для каждой учебной группы выравнивается (распределяется) учебная нагрузка в течение семестра согласно ограничению (1);
2. По полученной информации о распределении учебной нагрузки для групп определяется распределение учебной нагрузки для каждого преподавателя;
3. Оценивается возможность каждого преподавателя выдать запланированное количество часов на неделю, для которой составляется расписание занятий согласно ограничению (2).
4. В случае превышения запланированного количества учебных часов над нормативом предельной нагрузки у кого – либо преподавателя вносятся изменения в распределение учебной нагрузки на текущей неделе той или иной группы путем уменьшения числа занятий по дисциплинам, проводимых рассматриваемым преподавателем.
5. Освободившиеся часы на текущей неделе в группах заполняются за счет других дисциплин, проводимых иными преподавателями.

Для принятия решения о необходимости увеличения числа занятий тому или иному преподавателю на текущей неделе алгоритм реализации данного метода предусматривает формирование таблицы (табл.1), содержащей информацию о возможности выдачи запланированного числа занятий каждым преподавателем на определенном временном интервале.

Таблица 1 - Промежуточные суммы часов преподавателей

Преподаватели	Граница 1	Граница 2	...	Граница n
Преподаватель1	$X_{1,n1}$	$X_{1,n1-1}$...	$X_{1,1}$
Преподаватель2	$X_{2,n2}$	$X_{2,n2-1}$		
...	...			

где $X_{j,i}$ – число, определяющее разность между числом занятий, которые преподаватель (j) может провести на определенном временном интервале семестра (i) и планируемыми числом занятий,

границы – даты, до которых необходимо выдать определенные дисциплины преподавателя.

Последовательность действий по увеличению числа занятий преподавателям представлена на рисунке 2.

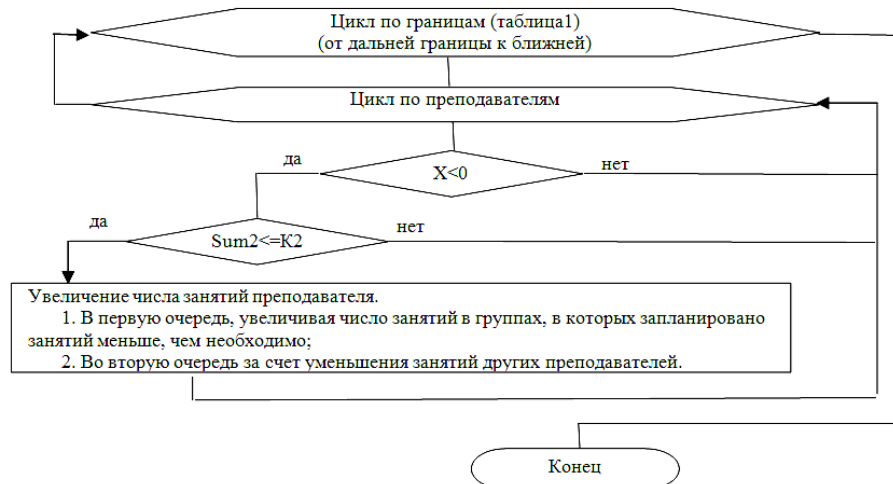


Рисунок 2 Увеличение занятий преподавателям

б. Если по окончании предыдущих действий в каких-либо группах число запланированных занятий на предстоящую неделю семестра окажется меньше необходимого, то осуществляется увеличение числа занятий дисциплин тех преподавателей, у которых разность между количеством запланированных часов и тем, что они могут выдать – наименьшая.

Оставшиеся требования к расписанию занятий (4) учитываются при реализации метода расстановки занятий.

Предложенный **метод расстановки занятий** осуществляется в два этапа.

На первом этапе (горизонт планирования - неделя) для каждой учебной группы осуществляется равномерное распределение занятий дисциплин по дням недели;

На втором этапе (горизонт планирования один день) происходит расстановка занятий по временным интервалам (номер «пары») в течение дня.

Работа рассматриваемого метода осуществляется с объектами, представляющими из себя следующую структуру:

⟨Группа|Дисциплина|Преподаватели⟩

Для первого этапа используется идея оценки свободы расположения отдельного занятия в полученном расписании. Занятия, которые должны быть проведены в определенные дни недели, либо при проведении занятия задействуются одновременно несколько преподавателей и т.д., имеют гораздо меньшую свободу расположения, чем иные. Поэтому составление расписания должно начинаться с добавления в расписание занятий, имеющих наименьшую свободу расположения.

Итогом выполнения работ на первом этапе становится заполненная таблица, структура которой показана в табл. 2. В ячейках таблицы будут находиться номера объектов (занятия, которые должны быть проведены на планируемой неделе).

Таблица 2-Таблица распределения дисциплин

Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
1,14,18	2,5,8	3,6,9	4,7,10	11,12,13	15,16,17

На втором этапе данного метода (расстановка объектов в течение дня) предлагается использовать возможности генетического алгоритма (ГА). Искомые

переменные в генетическом алгоритме интерпретируются вектором, компонентами которого являются занятия, проводимые в каждой аудитории в течение всех «пар» рассматриваемого дня недели с указанием учебной группы, занимающей аудиторию, и преподавателя, ведущего занятия в ней (в терминах ГА – особь с соответствующим составом генов). Каждый вариант вектора сопровождается оценкой его качества согласно критерию (5), (в терминах ГА – функции приспособленности особи). Решение ищется на множестве вариантов таких векторов (в терминах ГА – популяции) путем итеративного целенаправленного изменения состава множества рассматриваемых вариантов расписания (в терминах ГА – селекции, скрещивания и мутации), в результате которого определяется «рекордный» вариант расписания, показатель которого при заданном числе итераций – наилучший. Для формирования особей первоначальной популяции предлагается использовать матрицу совместимости, пример которой представлен в виде таблицы 3.

Таблица 3 - Матрица совместимости объектов

Номер объекта	Список несовместимых объектов
1	5,8,9

Кроме этого, создается шаблон матрицы расписания, структура которой соответствует табл.4.

Таблица 4 – Шаблон матрицы расписания

Группа	Номер объекта	«Пара» 1	«Пара» 2	«Пара» 3	«Пара» 4	«Пара» 5
Группа1	1	-1		-1		
Группа1	4	-1			-1	
Группа1	14	-1				
...						

Значения (-1) устанавливаются в тех ячейках таблицы, где проведение занятий по той или иной дисциплине (объект) в рамках рассматриваемого дня недели невозможно.

На следующем шаге формируются n копий шаблонов матрицы расписания.

Используя информацию, содержащуюся в матрице совместимости, последовательно заполняются копии матрицы расписания. При заполнении i -ой копии матрицы расписания последовательность групп определяется случайным образом.

Для определения лучшего варианта расписания занятий используется значение целевой функции (в терминах генетического алгоритма – функции приспособленности).

Лучшим вариантом расписания занятий (в терминах генетического алгоритма - особи) считается тот, для которого нарушение качества расписания (значение целевой функции (5)) имеет минимальное значение.

Фрагментом расписания (в терминах генетического алгоритма гена) выступает совокупность строк расписания занятий, относящихся к определенной учебной группе (рисунок 3).

Группа	Номер объекта	Пара 1	Пара 2	Пара 3	Пара 4	Пара 5
Группа1	1	-1	1	-1		
Группа1	4	-1		1	-1	
Группа1	14	-1			1	
Группа2	2	1				
Группа2	3	-1	1		-1	
Группа2	8		-1	1		
...						
Группа n						

Рисунок 3 Особь и ее гены

Для итеративного получения состава вариантов расписаний занятий в ГА используют известный состав операций (селекция, скрещивание и мутация). В состав множества вариантов расписания, подлежащих рассмотрению на следующей итерации (поколения) включаются несколько вариантов расписания предыдущей итерации с самыми лучшими значениями функций приспособленности (так называемая элита). Такое же число вариантов с самыми худшими значениями функций приспособленности исключается. Часть вариантов расписания (потомков) образуется путем обмена случайно выбранных компонент векторов пар вариантов расписания (родителей), отобранных случайно с преимущественным выбором особей с лучшими значениями функций приспособленностей (операция скрещивания). Для того, чтобы мощность множества вариантов на каждой итерации не изменялась, состав множества пополняется включением оставшихся вне скрещивания вариантов со случайным изменением одного или нескольких компонент векторов (генов особи, операция мутации).

В работе классический алгоритм ГА модифицирован для того, чтобы исключить попадание недопустимых вариантов расписания в состав множества, рассматриваемого на следующей итерации: включение нового варианта в состав множества вариантов следующего поколения происходит только после проверки на допустимость согласно матрице совместимости (таблица 3).

Метод оперативных замен в расписании занятий, предложенный в рассматриваемой работе состоит из двух основных этапов:

предварительный – определяется перечень дисциплин, которые могут быть использованы при осуществлении замен;

основной – из перечня дисциплин, полученных на предварительном этапе, формируется список изменений в расписании учебных занятий.

На предварительном этапе используется информация о расписании преподавателей на необходимой «паре» определенного дня недели, а также информация о дисциплинах, которые незавершенны к рассматриваемому периоду времени. Для этого формируются таблицы 5 и 6, примеры которых представлены ниже.

Таблица 5 – Расписание преподавателей

Преподаватель	Дисциплина (группа, преподаватели)
Иванов	Информатика (группа – АМ-206, Иванов, Петров)

Таблица 6 – Таблица незавершенных дисциплин

Группа	Список дисциплин
АМ-305	Информатика, Математика, Техническое обслуживание автомобилей

Основной этап, основан на использовании метода ветвей и границ как одного из методов дискретного математического программирования.

Действия для определения списка дисциплин, которые необходимо использовать для осуществления замен в расписании занятий, реализованы в виде рекурсивной функции (рисунок 4).

На рисунке 5 представлен пример замены дисциплины Д1 в группе Гр1, которую ведут два преподавателя – П1 и П2. Для этого последовательно рассматриваются дисциплины для группы Гр1 (таблица 6), анализируется возможность замены дисциплины Д1 на рассматриваемую.

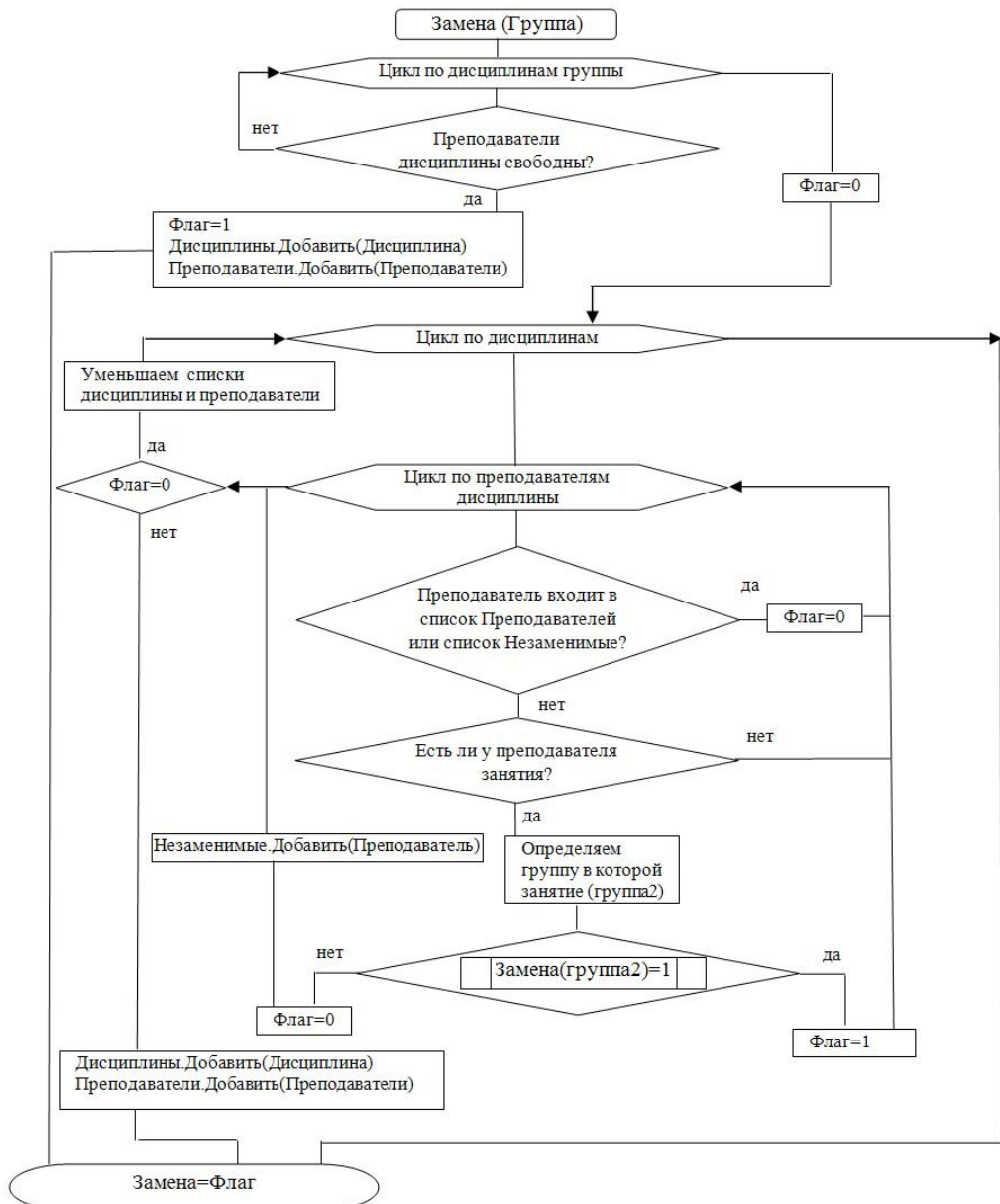


Рисунок.4 Алгоритм осуществления замен в расписании занятий

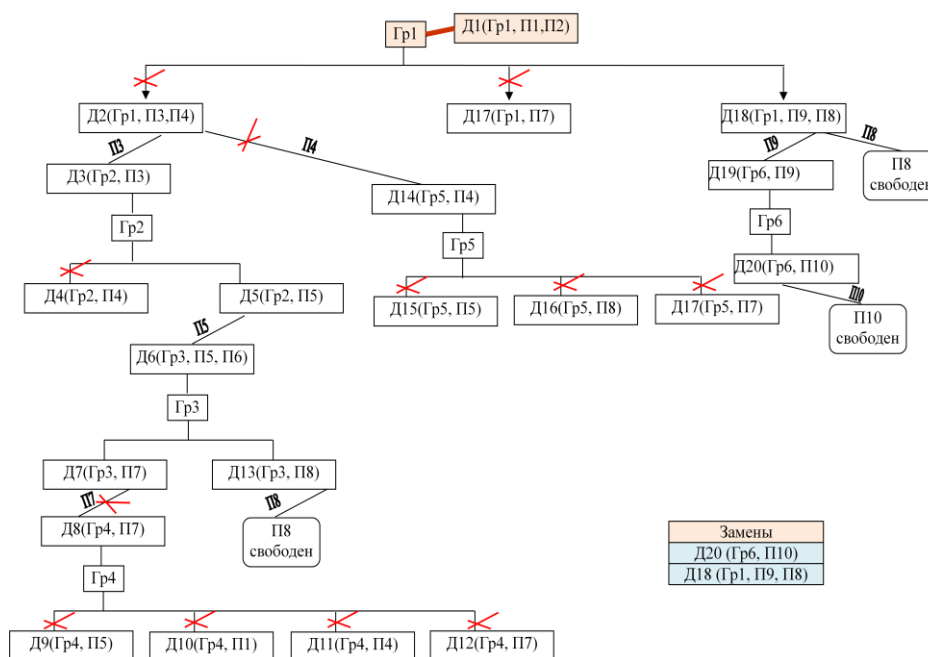


Рисунок 5 – Граф, выстраиваемый методом оперативных замен

В третьей главе анализируются результаты применения разработанных методов. Так, при исследовании работоспособности *метода формирования перечня занятий*, использовались различные входные данные. Учебные группы были разбиты на три вида:

Группы (первый курс), у которых в течение семестра отсутствуют какие-либо практики, а преподаватели, работающие с этими группами, практически не имеют учебной нагрузки на старших курсах.

Группы, которые не имеют в течение семестра практик, однако преподаватели, работающие в этих группах, задействованы при проведении практик в других группах либо также преподают в группах, где проведение практик предусмотрено.

Группы, в которых предусмотрено прохождение практики.

Помимо изучения применения метода к группам, исследовалось его влияние на учебную нагрузку преподавателей. Также, как и в случае учебных групп, были выделены три категории преподавателей:

Первая категория – к ней отнесены преподаватели, имеющие практически всю свою нагрузку на первом курсе.

Вторая категория – к ней отнесены преподаватели, которые в своей нагрузке помимо учебных дисциплин на определенном временном интервале семестра должны участвовать в проведении практики.

Третья категория – к ней отнесены преподаватели, которые не задействованы при проведении практики в какой-либо группе, однако в своей учебной нагрузке они имеют дисциплины, которые должны выдаваться в ограниченном временном диапазоне (например, группы заочной формы обучения).

Результаты проведенных исследований показали следующее:

Разработанный метод в наибольшей степени полезен при обработке данных для преподавателей, относящихся ко второй и третьей категории, имеющих крайне неравномерное распределение учебной нагрузки в течение семестра

(рис.6,7). Распределение учебной нагрузки в группах после применения этого метода становится равномерным, как и предусмотрено федеральными государственными стандартами.

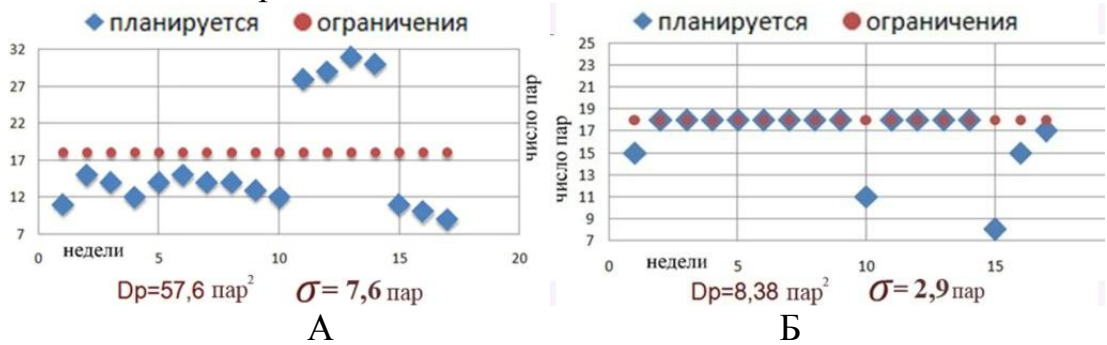


Рисунок 6 Распределение нагрузки преподавателя 2-го типа (А – без применения метода, Б- в результате применения метода)

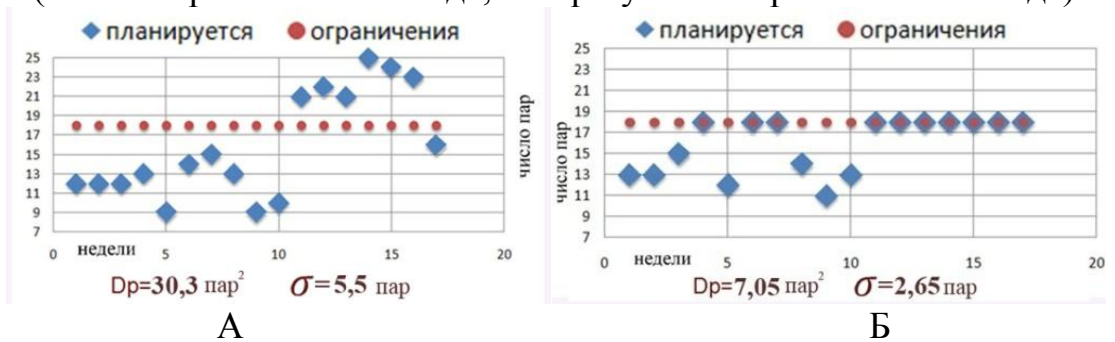


Рисунок 7 - Распределение нагрузки преподавателя 3-го типа (А – без применения метода, Б- в результате применения метода)

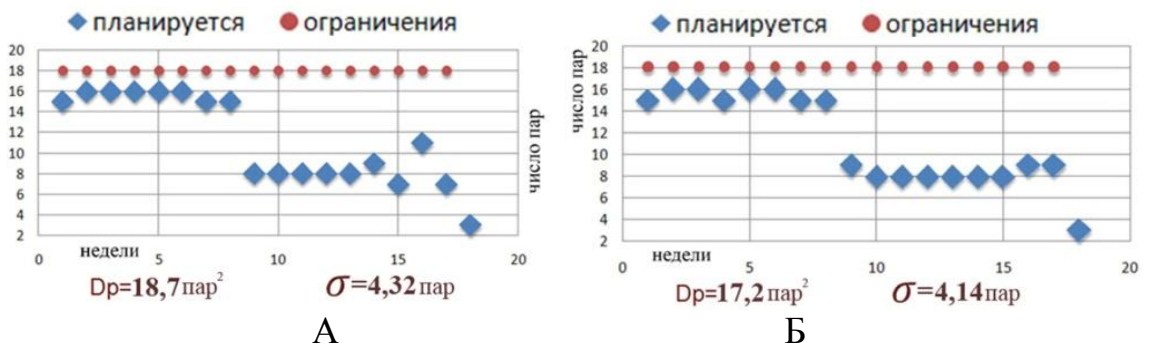


Рисунок 8 - Распределение нагрузки преподавателя 1-го типа (А – без применения метода, Б- в результате применения метода)

Работоспособность *метода расстановки дисциплин*, осуществлялась на примере формирования расписания на 6 дней для 27 групп, в котором задействовано 50 преподавателей. Анализ работы происходил с нескольких позиций:

1. С позиции влияния весовых коэффициентов на качество расписания с точки зрения: количества «окон» в расписании групп, количества пустых «пар» в начале дня в расписании групп, количества «окон» в расписании преподавателей.

2. С позиции влияния числа вариантов расписания занятий, используемых в методе при поиске лучшего варианта, определяемого значением целевой функции.

Исследование работы метода оперативных замен осуществлялось на разных группах и при разном количестве свободных преподавателей на необходимой «паре» занятий.

Исследование эффективности разработанного метода показало, что чем больше преподавателей, незанятых в учебном процессе на определенном временном интервале - «паре», тем меньше изменений в расписание учебных занятий необходимо совершать.

В четвертой главе приведены результаты разработки и внедрения информационной системы (рисунок 9), осуществляющей компьютерную поддержку системы управления учебным процессом. Подробно рассмотрена входящая в нее подсистема «Расписание», объекты которой реализуют методы формирования перечня занятий и их расстановки в течение недели в рамках семестрового расписания, а также метод осуществления замен, описанные в главе 2. Описание остальных подсистем приведено в приложении.

The screenshot shows the main window of the '1С:Предприятие - Управление колледжем' (1C: Enterprise - College Management) software. The interface includes a menu bar with options like 'Файл', 'Правка', 'Таблица', 'Абитуриент', 'Планирование учебной нагрузки', and 'Расписание'. Below the menu is a toolbar with various icons. The main area displays a table with columns for 'Код', 'Наименование', and a grid of dates from 14.03.2016 to 19.03.2016. The table contains data for students and their assigned courses and teachers.

Код	Наименование	14	15	16	17	18	19
000002463	Рейнгард	14.03.2016 №	Группа АМ-406	Каб-г №	Группа АМ-405		
000002443	Абазова И	2	1	Устройство автомо		1	Техническое обслуж
000002549	Абдрахман	3		Суржов А.М.	115		Кожыхов А.И.
000000001	Аболонин	4	2	Основы философии		2	Правовые основы
000002361	Авдеев Д	5		Примаченко Е.В.	212		Чуприна А.Н.
000002550	Авилова И	6	3	Техническое обслуж		3	Устройство автомо
000001397	Аврамовец	7		Кожыхов А.И.	315		Суржов А.М.
000001964	Агеев Арт	8	15.03.2016 №	Группа АМ-405	Каб-г №	Группа Э-402	
000001161	Агроманин	9	1	Техническое обслуж		1	Монтаж, наладка и
000001251	Адаменко						
000001470	Авдеев П	10					

Рисунок 9 Главное окно информационной системы

В заключении обобщены результаты работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Основные результаты работы состоят в следующем:

1. Проведен анализ подходов к формированию расписания учебных занятий в учреждениях среднего профессионального образования как с точки зрения пользователей специализированного программного обеспечения, так и с точки зрения разработчиков проблемно-ориентированных программных комплексов, использующих современные математические модели и методы;

2. Разработана методика формирования и актуализации семестрового расписания занятий;

3. Разработан метод формирования перечня занятий, планируемых в расписании на предстоящую неделю;

4. Разработан метод расстановки занятий в расписании, позволяющий распределить их по временным интервалам дней недели.

5. Разработан метод оперативных замен в расписании занятий, позволяющий находить варианты замен с учетом взаимного влияния компонентов УП

6. Разработана и внедрена информационная система, осуществляющая компьютерную поддержку системы управления учебным процессом в колледже на основании разработанных методов. Результаты разработки содержат решения, которые могут быть использованы как базовые в системах компьютеризации управления в образовательных учреждениях, организующих учебный процесс на основе семестрового расписания занятий.

7. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016662422 от 09 ноября 2016 г.

Перспективы использования работы. Дальнейшее развитие данного исследования возможно по направлению - автоматизация планирования графика учебного процесса в образовательных организациях, использующих семестровое расписание занятий.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Всего опубликовано 9 статей, из них в периодических изданиях, включенных в список ВАК – 4, свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ -1.

Статьи в периодических изданиях, включенных в список ВАК РФ:

1. Сиделев А.А. Методика осуществления замен в расписании занятий // Успехи современной науки и образования. – 2016. №11- Т.2 – С 155-160

2. Сиделев А.А. Методика формирования семестрового расписания занятий // Успехи современной науки и образования. – 2016. №12- Т.5 – С 152-154

3. Сиделев А.А. Метод отбора списка дисциплин, используемых при формировании семестрового расписания занятий// Вестник Астраханского государственного технического университета серия Управление, вычислительная техника и информатика. – 2017 №1 С 69-79

4. Сиделев А.А., Харитонов И.М. Методы и алгоритмы формирования семестрового расписания учебных занятий и внесений в него изменений в режиме реального времени// Современные наукоемкие технологии. – 2017 №5 – с 68-72

Статьи в научных сборниках, сборниках трудов конференций:

5. Сиделев А.А. Метод расстановки дисциплин в расписании занятий // Актуальные вопросы профессионального образования. - 2016 №4 С. 15-24

6. Сиделев А.А. Автоматизация учебного процесса в образовательной организации // Инновационные технологии в обучении и производстве: материалы X всероссийской конференции. – г. Камышин, 2015. Т.2 – С. 32-33

7. Сиделев А.А. ИТ-Технологии в управлении образовательным процессом //Современные тенденции развития науки и технологий: материалы XIX международной научно-практической конференции. г.Белгород, 2016. Ч.2 – С. 58-60

8. Сиделев А.А. Программное обеспечение для управления образовательным процессом // World science:Problems and innovations:материалы VI международной научно-практической конференции. - г.Пенза, 2016 Ч.1 с.96-98

9. Сиделев А.А. Информационная система Управление колледжем// Инновационные технологии в обучении и производстве: материалы XI всероссийской конференции. – г. Камышин, 2016. Т.1 – С.89

Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ:

1. Программа для ЭВМ № 2016662422. Программа управления колледжем / Сиделев А.А. – Заявка № 2016618897; Дата поступления 18 августа 2016; Дата регистрации 09 ноября 2016.