

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского



На правах рукописи

СЕНЬКОВСКАЯ АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ВУЗА (НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧ ФОРМИРОВАНИЯ
РАБОЧИХ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ)**

Специальность: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата технических наук

**Научный руководитель –
доктор физико-математических наук,
профессор
Гуц Александр Константинович**

Омск 2020

Оглавление

Введение	4
Глава 1. Моделирование процесса организации обучения.....	12
1.1. Обзор решений, реализующих сходные задачи	12
1.2. Общие вопросы построения рабочих учебных планов вуза	20
1.3. Моделирование рабочего учебного плана в форме графа	24
1.4. Построение модели анализа учебных планов первого курса в целях рационализации учебного процесса.....	36
1.5. Анализ исходных данных в задаче рационализации рабочих учебных планов	48
1.6. Выводы	59
Глава 2. Вычислительные алгоритмы (численные методы), реализующие процесс обучения	61
2.1. Анализ учебных планов старших курсов в целях оптимизации учебного процесса.....	61
2.2. Алгоритм формирования индивидуальной нагрузки преподавателей.....	72
2.3. Распределение педагогической нагрузки преподавателя на основную и дополнительную части.....	82
2.4. Реализация алгоритма перевода студентов с курса на курс	92
2.5. Выводы	99
Глава 3. Комплекс программ для решения задач организации обучения.....	101
3.1. Автоматизированная система обработки и анализа рабочих учебных планов	101
3.2. Формирование исходных данных автоматизированной системы	103
3.3. Предварительный анализ рабочих учебных планов.....	110
3.4. Анализ рабочих учебных планов 1 курса	117

3.5. Формирование педагогической нагрузки кафедр.....	123
3.6. Формирование индивидуальной нагрузки преподавателей кафедры	126
3.7. Анализ работы автоматизированной системы	132
3.8. Выводы	137
 Заключение.....	138
Список использованной литературы	140
Приложение А. Свидетельства о регистрации авторских прав.....	149
Приложение Б. Акты внедрения	151

Введение

Актуальность работы. Эффективное функционирование образовательной системы во многом зависит от таких факторов как используемые методы и средства управления и планирования их информационными и организационными ресурсами. При этом одним из важных компонентов является рабочий учебный план, задачей которого является, с одной стороны, качественная подготовка и обучение будущих специалистов, а с другой соблюдение заданных ограничений на затраты университета, связанные с организацией процесса обучения.

Существующие на сегодняшний день системы автоматизированного управления учебным процессом в основном используют готовые учебные планы без их текущего анализа и рационализации. Под рационализацией здесь понимается усовершенствование процессов обучения за счет анализа и улучшения качества рабочих учебных планов с позиции объединения учебных потоков и уменьшения педагогической нагрузки ВУЗа.

Анализ и оптимизация совокупности рабочих учебных планов – сложная задача информатизации учебного процесса. Она характеризуется значительной трудоемкостью и большим объемом данных [54], а ее успешная реализация возможна при условии, что учтены все направления учебного заведения. Эффект от решения такой задачи наибольший, если существует интегрированная информационная система, осуществляющая поддержку управления учебным процессом. Однако, большая часть известных систем автоматизированного управления учебным процессом состоят из автономных компонентов и требуют ввода больших объемов данных, как правило, дублирующих друг друга.

В диссертации для решения задач анализа и последующей рационализации рабочих учебных планов предлагается новый метод моделирования учебного процесса. Моделирование в данном случае позволяет проводить логический анализ, вычислительные эксперименты, расчёты и наблюдения на представленных моделях с той целью, чтобы результаты проведенного исследования позволяли судить о явлениях, происходящих в действительных объектах.

Моделирование позволяет сводить к минимуму затраты усилий по нахождению вариантов рациональной структуры процесса обучения, исходя из сформулированной на первоначальном этапе цели. Позволяет избегать ошибок в выборе структуры процесса обучения и устанавливать наиболее эффективные из них. Среди средств рационализации процессов обучения выделяют: выбор содержания обучения и определение последовательности изучения учебных дисциплин, прочных связей и взаимоотношений между модулями дисциплин и видами обучения, кроме того, учет аудиторного фонда учебного заведения и минимизация педагогической нагрузки.

Таким образом, моделирование является не только желательным, но и необходимым условием эффективной организации учебного процесса. Без исследования содержания и структуры обучения в современных условиях образования качественная подготовка специалистов становится невозможной.

В настоящей работе предпринята попытка предложить качественно новую методику анализа и последующей рационализации рабочих учебных планов. Предлагаемые вычислительные алгоритмы базируются на применении математического аппарата с целью повышения качества планирования и организации учебного процесса с учетом сложившихся параметров автоматизации.

Анализ рабочих учебных планов, представляя собой итерационный процесс, вместе с тем состоит из двух основных этапов. На первом этапе формируется начальная информация, осуществляется первичный анализ учебных планов и выявление технических ошибок в них. Основная проблема здесь связана с

большим количеством параметров входной информации и необходимость проверки каждого из них на уникальность и корректность. Уникальность связана с соблюдением обязательного ограничения: для одного академического потока конкретной специальности должен быть только один учебный план. Соответственно, дублированные рабочие учебные планы должны быть исключены на начальном этапе анализа данных. Корректность ввода подразумевает проверку учебных планов на верное указание в них первичных параметров, таких как специальность, форма обучения, уровень учебной программы и т.д. Причем на данном этапе немаловажным фактором является количество обрабатываемых учебных планов (для одного учебного года их может быть больше сотни). Все эти факторы определяют сложность процесса формирования начальных данных, а также его существенную важность для последующего этапа. На втором этапе осуществляется непосредственный анализ рабочих учебных планов, направленный на оптимизацию педагогической нагрузки преподавателей и эффективное использование аудиторного фонда учебного заведения.

Основное различие между этапами состоит в характере входных данных и способах их последующей обработки. Входные данные первого этапа представляют собой неупорядоченное множество элементов, атрибуты которого сначала выявляются, затем проверяются на корректность. Входные данные второго этапа уже предполагают отсутствие технических ошибок в том же множестве элементов. Поэтому задача второго этапа направлена на обработку и анализ уже приведенных к нужному образцу и исправленных учебных планов. На реализацию задач второго этапа значительно влияет первичный анализ данных, проводимый на первом этапе.

Кроме того, рабочие учебных планы напрямую оказывают влияние на эффективное распределение педагогической нагрузки и использование аудиторного фонда учебного заведения, от чего в свою очередь зависит формирование расписания учебных занятий.

Целью диссертационной работы является разработка нового метода математического моделирования и методов оптимизации учебного процесса вуза в сфере задач формирования рабочих учебных планов, а также рационализации педагогической нагрузки.

К основным **задачам** работы, обеспечивающим достижение указанной цели, отнесены:

- разработка нового метода математического моделирования и методов оптимизации учебного процесса, позволяющих решать задачи формирования рабочих учебных планов и рационализации педагогической нагрузки;
- разработка вычислительных (численных) алгоритмов, посредством которых формируются данные для компьютерного представления (цифровизации) конкретных рабочих учебных планов и педагогической нагрузки, определяющих ход учебного процесса, с их последующей машинной обработкой;
- разработка комплекса программ поддержки учебного процесса обучения, реализующего разработанные в диссертации методы и включающего задачи формирования рабочих учебных планов, а также рационализации педагогической нагрузки;
- экспериментальное исследование эффективности разработанных методов и алгоритмов.

Объект исследования: учебный процесс в вузе.

Предмет исследования: учебные планы и их оптимизация с учетом аудиторного фонда и педагогическая нагрузка преподавателей.

В качестве **методологической и теоретической основы исследования** в диссертационной работе использован математический аппарат теории множеств, исследования операций и методов оптимизации, целочисленного линейного программирования, а также теории жадных и генетических алгоритмов.

В работе использованы методы теории графов, системного анализа, статистики, исследования операций, вычислительных (численных) методов, программирования.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

- разработан математический метод моделирования процесса рационализации рабочих учебных планов с учетом аудиторного фонда ВУЗа;
- предложен метод решения задачи, осуществляющей первичный анализ данных на основе рабочих учебных планов, отличающийся от известных решений многокритериальностью выборки ресурсов;
- реализован вычислительный (численный) алгоритм анализа рабочих учебных планов с целью оптимизации педагогической нагрузки ВУЗа;
- разработан комплекс программ, с помощью которого рассчитывается процесс обучения, включающий создание учебных планов и расчет педагогической нагрузки кафедр и преподавателей ВУЗа.

Основные положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие основные результаты и положения, соответствующие следующим трем областям исследования, указанным в паспорте специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ по техническим наукам:

Пункт 1. Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений.

Предложен математический метод моделирования учебного процесса с целью анализа и рационализации учебных планов с учетом аудиторного фонда вуза.

Пункт 3. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.

Вычислительный (численный) алгоритм, вычислительная процедура, позволяющая представить предложенный метод моделирования учебного процесса как машинную программу на ЭВМ.

Пункт 4. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

Программный комплекс, реализующий метод моделирования учебного процесса и его оптимизацию на примере некоторого вуза.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенные метод моделирования и вычислительные алгоритмы используются при разработке и практической реализации автоматизированных систем управления учебным процессом ВУЗа. Практическая ценность и новизна подтверждаются также тем, что на основе изложенных методов разработан программный комплекс, предназначенный для анализа рабочих учебных планов, нацеленный на оптимизацию учебного процесса ВУЗа (Свидетельства о регистрации авторских прав представлены в Приложении А).

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях и семинарах: I Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан - 2050» (Астана, 2013); Международной научно-практической конференции «Наука, техника и высшее образование» (Канада, 2014); III Международной научной конференции «Математическое и компьютерное моделирование» (Омск, 2015); IV Международной научной конференции «Математическое и компьютерное моделирование» (Омск, 2016); V Международной научной конференции «Математическое и компьютерное моделирование» (Омск, 2017); IV Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования: гипотезы, проблемы, результаты» (Новосибирск, 2018); XXIX Международной конференции «Современные информационные технологии в образовании» (Москва – Троицк, 2018); Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития экспериментальной науки» (Тюмень, 2018).

Предложенные в диссертации методы и алгоритмы были использованы при разработке и практической реализации информационных систем управления учебным процессом ВУЗа. Система прошла внедрение в Казахском университете

экономики, финансов и международной торговли (Нур-Султан, Казахстан), в Омском государственном университете им. Ф.М.Достоевского, а также в строительной компании ТОО «Алькор – НС», что подтверждается соответствующими актами внедрения (Приложение Б).

Публикации. Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 13 работах, в числе которых 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 5 статей в материалах конференций, 4 тезиса в сборниках тезисов конференций различного уровня, а также 2 зарегистрированные программы [29, 30].

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав с выводами, заключения; изложена на 154 страницах машинописного текста, включает 50 рисунков, 2 приложения и содержит список литературы из 63 наименований.

В первой главе излагается метод моделирования организации учебного процесса. Проведен анализ существующих информационных систем, реализующих функции автоматизации управления учебным процессом. Рассмотрены базовые подходы к решению задач, связанных с анализом и рационализацией учебных планов ВУЗа. Представлены общие вопросы построения рабочих учебных планов для подготовки специалистов в ВУЗе. Рассмотрено влияние, оказываемое рабочими учебными планами на эффективное формирование педагогической нагрузки как одного из основных организационных процессов ВУЗа в условиях кредитной технологии обучения.

Во второй главе излагаются вычислительные (численные) алгоритмы, посредством которых описанные в предыдущей главе модели учебного процесса представляются в форме данных, обрабатываемых на компьютере с целью получения конкретных предложений для рационализации учебных планов, формирования общей и индивидуальной педагогической нагрузки и пр., пригодных для реализации процесса обучения.

Третья глава посвящена описанию разработанного комплекса программ, с помощью которого рассчитывается процесс обучения, включающего анализ и

рационализацию учебных планов, формирование сводной педагогической нагрузки кафедр, распределение педагогической нагрузки кафедры по преподавателям и формирование общей и индивидуальной нагрузки преподавателей кафедры.

Глава 1

Моделирование процесса организации обучения

В этой главе изложены методы, посредством которых моделируется процесс обучения с учетом индивидуальных траекторий. Основой являются теория графом и исследования операций.

1.1. Обзор решений, реализующих сходные задачи

Формирование учебной нагрузки кафедры представляет собой одну из важнейших частей управления учебным процессом вуза. Наилучшим способом разрешения данной задачи является ввод рабочих учебных планов и контингента студентов в автоматизированную систему университета при условии, что она позволяет выполнять указанную работу.

В данном параграфе представлены некоторые автоматизированные системы, используемые в вузах.

Единая информационная система управления учебным процессом Tandem University – комплексное решение, предназначенное для автоматизации процессов государственных и коммерческих вузов. Список функций, осуществляемых программой, составляет более 30. Но в программном приложении не описан подробно функционал подразделений деканата, а именно, в чем заключается автоматизация их работы, так как интересующая нас задача может относиться именно к данному разделу, поскольку в системе не предусмотрено функций автоматизации работы кафедры. Более того, наличие

функции постановки планирования учебного процесса, демонстрирует то, что данная задача не решена.

Другая российская программа «GS-Ведомости: ВПО» представляет собой современный программный продукт, который позволяет осуществить автоматизацию процессов, связанных непосредственно с управлением деятельностью средних специальных и высших учебных заведений. Требования к системе «GS-Ведомости» основаны на длительном и всестороннем анализе рынка средств автоматизации образовательных учреждений, причем были учтены их сильные и слабые стороны. Результатом проведенного анализа явилось создание программного продукта, который, учитывая мнение многих учебных заведений, является одним из лучших решений, представленных на рынке программного обеспечения. Перечень модулей данного программного приложения включает контингент учащихся, учебные планы, кафедру. Тестирование приложения демонстрирует, что авторы программы обстоятельно изучили характерные черты работы вуза, а также наиболее важные ее функции. Однако, остается неясным в каком модуле и как именно осуществляется перевод студентов на следующий курс, поскольку в модуле контингента учащихся данная функция не определена. Несмотря на кажущуюся простоту, эта задача является сложной, поскольку в общем случае каждый факультет формирует приказ о переводе студентов в разное время. Более того, перевод может быть осуществлен с учетом результатов прохождения летнего семестра.

Модуль «Учебные планы» предоставляет возможность создавать и редактировать учебные планы специальностей, формировать и редактировать учебные графики на основе учебного плана. Особое значение приобретает импорт учебных планов из MS Excel. Данный подход демонстрирует, что авторы программы выявили наиболее трудоемкие операции в процессе формирования учебной нагрузки и автоматизировали их.

Модуль «Кафедра» программного продукта предназначен для автоматизации работы кафедры, включая процессы распределения и редактирования учебной нагрузки преподавателей кафедры. Для редактирования

учебной нагрузки сначала необходимо ее сформировать. Однако, неясно, формируется ли нагрузка автоматически, выбирается программно или создается вручную, а также как осуществляется анализ на дублирование нагрузки на разных кафедрах и наличие незапланированной нагрузки.

Модуль «Конструктор расписаний» предоставляет возможность создания и редактирования расписания занятий в автоматическом, полуавтоматическом или ручном режимах. Задача составления расписания, особенно для кредитной технологии обучения, и в настоящее время не решена, поэтому можно сделать вывод, что речь идет о каких-то частичных решениях с ручной доводкой.

Однако, как и предыдущее программное решение программа «GS-Ведомости: ВПО» работает с готовыми учебными планами, заведенными в систему, не осуществляя их предварительный анализ и оптимизацию.

Решение «Галактика Управление Вузом» создано на базе системы Галактика ERP. Это современное комплексное ИТ-решение для осуществления информационной поддержки эффективного управления учебным процессом и всей финансово-хозяйственной деятельностью вуза. Данное решение предоставляет возможность осуществлять эффективное планирование учебного процесса. Механизм планирования учебного процесса базируется на работе с учебными планами, причем как базовыми (модульными образовательными программами), так и рабочими. Структура плана: перечень разделов, модулей дисциплин и непосредственно список дисциплин. Для каждой дисциплины указывается перечень видов работ (лекция, практические и лабораторные занятия, СРС и пр.) количество часов, период изучения, формы промежуточной и итоговой аттестации. Для базового учебного плана третьего поколения автоматически выполняется пересчет трудоемкости из академических часов в зачетные единицы. Для расчета нагрузки кафедр текущего учебного года используются соответствующие учебные планы, а также описанные в справочниках алгоритмы расчета нагрузки кафедр, контингента и профессорско-преподавательского состава. Рассчитанная нагрузка кафедры включает весь перечень изучаемых дисциплин учебного года в разрезе видов работ. Для каждой отдельной записи

отражается рассчитанное количество часов для распределения, а также обучаемый контингент (поток, группа, подгруппа, студенты). В режиме распределения нагрузки кафедры есть возможность объединять дисциплины, распределять трудоемкость одной дисциплины на нескольких преподавателей по одному их видов работ. Предусмотрен механизм автоматической корректировки нагрузки при внесении изменений в учебный план. Тем не менее, данные действия не предусматривают анализ и оптимизацию нагрузки и учебных планов, корректировка педагогической нагрузки выполняется согласно внесенных изменений в учебные планы извне системы.

Программное решение «1С: Университет» разработано на технологической платформе «1С: Предприятие 8.3», представляет собой современный программный продукт, в котором реализован основной принцип «1С: Предприятие 8» по управлению распределенными информационными базами данных, обеспечивающий работу единой конфигурации с территориально разнесенными базами данных, которые объединены в многоуровневую иерархическую структуру.

Решение «1С: Университет» предполагает наличие таких модулей как приемная комиссия, планирование учебного процесса, расчет и распределение педагогической нагрузки, управление контингентом, работа с приказами. Данное приложение позволяет полностью автоматизировать управленческую деятельность в вузах, а также основные процессы хранения, учета, обработки и анализа данных об основных процессах вуза: поступление, оплата за обучение, непосредственное обучение, выпуск и последующее трудоустройство выпускников, управленческая деятельность деканатов и методических отделов, распределение нагрузки профессорско-преподавательского состава.

Достоинством данного решения являются невысокие системные требования, обеспечение качественного ведения учета, надежность в эксплуатации. Одним из главных недостатков является частое обновление программных продуктов платформы «1С», что требует от вузов быть постоянно готовыми к дополнительным затратам на обновление лицензий и внедрение

программного обеспечения, обучение сотрудников для работы с новой версией программы. Кроме того, на первый взгляд, простое программное решение требует от пользователя отпределенных знаний и навыков работы с продуктами платформы «1С» [4].

Модуль расчета и распределения педагогической нагрузки ориентирован на решение таких задач как: формирование контингента обучаемых, формирование правил расчета нагрузки преподавателей, планирование распределения нагрузки кафедр, распределение нагрузки по преподавателям, учет основной и дополнительной нагрузки преподавателей, согласование расчета часов, формирование отчетов (анализ штатного состава кафедр, почасовой учет, остеепененность ППС), формирование отчетов о нагрузке преподавателей (нагрузка по кафедрам, нагрузка по преподавателям, сводная учебная нагрузка) [24].

Однако, следует отметить, что решение «1С: Университет» имеет дело с готовыми учебными планами и не предполагает предварительного анализа исходных данных для последующей оптимизации процесса формирования педагогической нагрузки. Кроме того, распределение нагрузки на основную и дополнительную части выполняется без учета условия наличия доли активной нагрузки в каждой из частей (может привести к тому, что основная или дополнительная нагрузка будут содержать только пассивные часы, что в реальных условиях считается недопустимым).

Основными автоматизированными системами, используемыми в Республике Казахстан, являются следующие программные средства:

- автоматизированная система управления обучением «Tamos University Suite» (АСУО «TUS»);
- автоматизированная информационная система Platonus (АИС «Platonus»).

Центр дистанционных технологий обучения Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина активно внедрял АСУО «TUS», результатом которого стало использование на очном и заочном отделениях университета

электронных журналов, экзаменационно-рейтинговых ведомостей и транскрипта обучающихся, контента для обучающихся, статистических форм отчетностей №34 и 3-НК.

АИС «Platonus» активно внедряется в вузах РК, программа постепенно совершенствуется, хотя основное внимание уделяется тестированию, вводу контента, рейтингов (либо по блокам, либо еженедельно, что значительно увеличивает объем работы преподавателей, и не учитывает специфики дисциплин и требований кредитной технологии обучения). Однако, особенно важные функции, такие как формирование учебной нагрузки, составление расписания учебных занятий, декларируются, но не поддерживаются на пригодном для реального использования уровне.

Автоматизированные системы управления учебным процессом можно разделить на две большие группы: созданные сторонними организациями - профессиональными разработчиками и созданные сотрудниками вуза. Конечно, внедрение готовых программных решений происходит достаточно быстро, однако, в данном случае трудно проверить глубину проработки процесса, тем более, что невозможно представить все необходимые задачи, их количество возрастает во время использования автоматизированной системы.

Кроме того, только в процессе непосредственной эксплуатации можно установить уровень работоспособности системы и правильность заявленных функций. АИС, создаваемые сотрудниками вуза, внедряются поэтапно, программируются долго, но создаются теми, кто исчерпывающе владеет знаниями по тем разделам учебного процесса, которые описывает внедряемый модуль. Так, например, в КазУФиМТ используется автоматизированная система «Платонус», но уже отдельно создана система «Абитуриент», которая не привязана к БД Платонуса и реализует все основные функции, в настоящее время требующиеся вузу по указанному модулю. Кроме того, внесение изменений или добавление функций происходит очень быстро. Второй модуль, разрабатываемый в настоящее время представляет модуль по формированию учебной нагрузки.

Информационно-аналитический комплекс управления вузом «Электронный ректорат» Северо-Казахстанского государственного университета, разработанный вузом, автоматизирует: координацию учебного процесса (создание образовательных программ, учебных планов, документооборот приемной комиссии, управление студенческим контингентом, их успеваемостью, расчет нагрузки кафедры и распределение ее по преподавателям, составление расписания, управление учебно-методической обеспеченностью, администрирование отчетностью преподавателя, расчет рейтинга преподавателя и многое другое), непосредственная организация образовательного процесса (содействие проведению занятий, контроль знаний, хранилища цифровых материалов и т.п.), административное управление (управление персоналом и организационной структурой, штатное расписание, управление аудиторным фондом, общежитиями, управление финансами и управлением финансами (приказы на стипендии, дополнительный семестр, управление договорами, материальными ресурсами и т.п.), управление информационными ресурсами (управление пользователями, системами, данными, сервисами, инфраструктурой, сайтом и веб-страницами преподавателей и студентов и т.п.) [54].

В СКГУ осуществлен значительный объем работ по созданию информационно-аналитического комплекса, автоматизирующего управление образовательным процессом. Базой для реализации «Электронного ректората» явилась коммуникационная инфраструктура университета, позволяющая реально решить задачу создания единого информационного пространства университета, которое объединяет все его информационные ресурсы и обладает эффективными механизмами обеспечения доступа к этим ресурсам. «Электронный ректорат» обеспечивает информационную поддержку и автоматизацию основного функционала, реализующего оперативный мониторинг образовательных ресурсов и управление образовательными процессами на уровне ректората, проректоров, деканатов, заведующих кафедрами, служб и отделов, обеспечивающих обслуживание учебного процесса [25].

Автоматизированная информационная система создавалась на протяжении длительного срока времени разработчиками вуза, а также сотрудниками отделов при поддержке руководства. К выполнению отдельных модулей системы привлекались лучшие студенты соответствующих специальностей. Более того, программный комплекс продолжает развиваться. Производится не только выборка данных по различным критериям, но и осуществляется анализ учебных планов и контингента студентов, позволяющий оптимизировать использование аудиторного фонда [6].

В процессе управления аудиторным фондом в качестве возможных средств, которые оказывают влияние на конечный результат, разработчики СКГУ выделяют следующие критерии управления: разработка системы рекомендаций по составлению расписания, введение коэффициента сменности, оптимальное формирование учебных потоков, корректировка учебных планов. При этом, наиболее приемлемыми считаются первые три.

Однако, следует отметить, в автоматизированной системе СКГУ анализ учебных планов осуществляется с позиции вместимости учебных занятий для заданного студенческого контингента в существующий аудиторный фонд. В то время как анализ учебных планов согласно разрабатываемых алгоритмов в представленной диссертации нацелен на формирование альтернативных вариантов учебных планов с целью оптимизации учебной нагрузки в целом.

Настолько полную систему, которая отражает основные потребности учебного заведения, могут создать только разработчики, имеющие возможность реализации моделей системы, опираясь на понимание учебного процесса изнутри, а также имея возможность получить всестороннюю помощь по каждому отдельному процессу, привлекая сотрудников отделов и преподавателей к процессу разработки и внедрения модулей системы.

1.2. Общие вопросы построения рабочих учебных планов вуза

Эффективное управление процессом обучения возможно только при выполнении целой системы требований, предъявляемых к нему. Эти требования, прежде всего, относятся к качеству подготовки будущих специалистов.

Цель представляется как базовый критерий выбора всех средств и методов организации учебного процесса. Она также выступает как ориентир и основной критерий для определения степени достижения конечных результатов процесса обучения. При этом являясь конкретной, точно сформулированной, данная цель предоставляет возможность своевременно решать вопросы успешности обучения, его эффективности и качества результатов, а также осуществлять управление учебной деятельностью студента в целом [2].

Основная цель системы высшего образования сформулирована как профессиональная подготовка специалистов высшей квалификации в соответствии с социальным заказом. Поэтому именно профессиональная деятельность определяет и задает основные цели для изучения всех учебных дисциплин, а значит и содержание, и структуру, и формы соответствующей деятельности в процессе обучения студентов, готовящихся к этой профессиональной работе. Именно поэтому в настоящее время особое значение приобретают исследования, которые направлены на изучение профессиональной деятельности и разработку «портрета» специалиста определенного профиля. Практический результат проводимых исследований заключается в создании и внедрении квалификационных характеристик специалистов с высшим образованием. В данных характеристиках формируется описание основных видов деятельности специалиста, его функциональных и профессиональных компетенций, требований к его подготовке. Составление квалификационных характеристик представляет собой важный этап в решении проблемы, заключающейся в определении целей подготовки будущего специалиста и определения содержания его будущей профессиональной деятельности. Для оптимизации учебного процесса необходимы точно построенные модели, если не

формализованные, то хотя бы в виде достаточно полного списка основных свойств, качеств и способностей специалиста.

Кроме того, содержание образовательной программы следует проектировать как комплексную целевую программу подготовки специалистов, ориентированную прежде всего на конечный результат, а не как сумму независимых друг от друга дисциплин. Тогда содержание каждой дисциплины необходимо рассматривать как органическую часть целостного содержания всесторонней подготовки специалиста определенного профиля. Из этого вытекает требование формировать содержание подготовки специалиста в целом как комплексную программу. Такая программа должна воплощать единство учебного плана подготовки специалиста. Осуществление подобного подхода предоставляет возможность обеспечить целостность содержания обучения и интеграцию его составляющих на всех уровнях формирования, во всех формах его представления. Содержание, которое построено на логике обучения, становится методологическим и методическим средством достижения промежуточных и конечных целей подготовки специалиста.

Все содержание обучения можно представить как множеством дисциплин, изучаемых в рамках подготовки по определенной специальности [51].

$$SO = \{D_1, \dots, D_i, \dots, D_m\}, \quad (1)$$

где m – количество изучаемых дисциплин по специальности;

D_i – содержание i -й дисциплины;

SO – содержание обучения.

Следует отметить, что проектирование учебного плана, базирующегося на дисциплинарных зависимостях, содержит в себе определенную опасность. Как известно, организация обучения студентов в вузе, направленная на формирование у них самостоятельных предметных знаний, затрудняет возможность в будущем пользоваться ими в познавательной и профессиональной деятельности, требующей от специалистов умений и навыков комплексного применения знаний, которые были получены в процессе изучения дисциплин. Одновременно с этим, содержание подготовки будущих специалистов, основанное на дисциплинарной

структуре, также обладает большим рядом достоинствами. Подобная структура лучше, чем любая другая, направлена на формирование у студентов системы научных и профессиональных знаний и умений, а также обстоятельное представление о всевозможных аспектах действительности. Поэтому в рамках дисциплинарной структуры следует изыскивать пути и методы обеспечения комплексного и системного подхода в изучении сложных структур и явлений, методы научно-обоснованной интеграции содержания всех дисциплин учебного плана в органически целостную систему содержания подготовки специалиста в вузе.

Как объект управления высшая школа представляет собой двухуровневую иерархическую систему, состоящую из министерства образования и науки и непосредственно ВУЗа. Верхний уровень иерархии, то есть министерство, решает задачи, направленные на достижение соответствия выпускаемых высшей школой специалистов объему и структуре общественных потребностей. Он определяет содержание образования, разрабатывает модели специалистов разных профилей, типовые учебные планы и программы по специальностям и т.д. [23]

Нижний уровень, то есть ВУЗ, основной целью имеет обеспечение соответствия выпускаемых специалистов системе основных требований, которые заложены в нормативных документах: моделях личности специалистов, типовых учебных планах и программах.

Типовые учебные планы, утверждаемые высшими государственными органами образования, отражены такие аспекты как:

- обязательные виды учебной деятельности (теоретическая и практическая подготовка, учебное проектирование и научно-исследовательская работа студентов и т.д.) и распределение времени между ними;
- обязательные гуманитарные и социально-экономические общетехнические и специальные дисциплины с указанием времени, отводимого на их обучение;
- виды практик и их примерный удельный вес;
- объем часов, который отводится на дисциплины специального цикла;

- общий объем часов, который отводится на освоение обязательных занятий по выбору и на факультативные занятия;
- время для самостоятельной работы;
- контрольные мероприятия;
- виды квалификационных выпускных работ;
- процент времени, находящегося в ведении Совета учебного заведения.

Основываясь на типовые планы, учебные заведения формируют собственные рабочие учебные планы (РУП). В них, учитывая специфику заведения, детализируются все виды учебного процесса, в частности определяются:

- распределение дисциплин и практик по годам обучения и семестрам с указанием отводимого времени;
- набор предлагаемых элективных компонентов (на выбор студентов) с указанием отводимого времени;
- факультативные занятия;
- график учебного процесса по годам обучения, в котором указываются все виды учебной деятельности, а также время каникул.

Рабочие учебные планы формируются ежегодно, что предоставляет возможность вузам корректировать в определенных пределах объемы изучаемых дисциплин, содержание и структуру образования. Таким образом, вузам предоставляется достаточно независимости, необходимой для улучшения качества подготовки специалистов, причем не только производя уточнения дисциплин, изучаемых в вузе, но и располагая их оптимально во времени.

Под качеством специалистов, выпускаемых вузами, будем понимать некоторую систему характеристик специалистов, которая определяет собой их пригодность для удовлетворения общественных потребностей.

$$S = \{s_1, \dots, s_i, \dots, s_k\}, \quad (2)$$

где s_i – некоторое умение, навык специалиста.

Вуз обеспечивает соответствие выпускаемых специалистов системе основных требований, которые заложены в нормативных документах: моделях личности специалиста, учебных планах и программах. Следует отметить, что на качество выпускемых специалистов оказывает всестороннее влияние качество их подготовки. Основными факторами, определяющими качество выпускемых специалистов, являются содержание и структура учебного материала, методы обучения и материально-техническая база процесса обучения.

1.3. Моделирование рабочего учебного плана в форме графа

Учебный план представляет собой основной документ процесса обучения. Но рабочий учебный план не является лишь некоторым набором дисциплин, которые должны быть изучены студентом за определенный промежуток времени. Все учебные дисциплины, входящие в учебный план, связаны между собой, то есть в более поздних по времени изучения дисциплинах используется информация из ранее изученных без ее конкретизации. Следовательно, можно предположить, что обучающий знает, какой смысл вкладывается в то или иное понятие или определение [40].

Все учебные дисциплины, в соответствии с введенной кредитной системой обучения, делятся на две группы:

- перечень дисциплины, составляющие обязательный компонент;
- перечень дисциплин, образующих компонент по выбору.

Студент, обучающийся по данной технологии, самостоятельно формирует индивидуальный учебный план на учебный год, основываясь на рабочий учебный план (РУП), содержащий перечень обязательных учебных дисциплин и дисциплин из компонентов по выбору. В конечном счете индивидуальный учебный план отражает образовательную траекторию студента. *Индивидуальный годовой учебный план для отдельного студента можно представить в виде графа*, состоящего из отдельных элементов расположенных на разных уровнях,

по перечню дисциплин и с учетом периода обучения: семестров или триместров. Причем элементы графа могут иметь ребра. Эти ребра указывают на наличие у дисциплин пререквизитов и постреквизитов. Некоторые дисциплины не имеют ребер, т.е. последовательность изучения их не зависит от порядка следования.

Согласно установленного государственного общеобязательного стандарта образования (ГОСО) все образовательные дисциплины разделены на три группы:

- общеобразовательные дисциплины (ООД);
- базовые дисциплины (БД);
- профилирующие дисциплины (ПД).

На каждую группу рекомендовано определенное пропорциональное количество дисциплин, при этом введено разграничение на количественное соотношение дисциплин обязательного компонента и компонента по выбору.

Выбор учебных дисциплин осуществляется на основании представленных кратких рабочих программ – силлабусов по учебным дисциплинам. Количество представленных силлабусов зависит от самого преподавателя, который на основании своего опыта и знаний формирует их перечень.

Таким образом, выбор студентами преподавателей для обучения приводит к изменению принципиальных подходов построения и организации учебного процесса в вузе. Так как сам выбор студентов носит случайный характер и количество дисциплин, представленных в компоненте по выбору, тоже может быть не регламентируемым как по количеству дисциплин, так и по количеству преподавателей, их подавших, возникают серьезные проблемы. Эти проблемы основываются на появлении множества мало укомплектованных групп студентов, которые должны быть учтены при составлении учебного расписания занятий [11].

Появление множества таких групп влечет за собой острую нехватку аудиторного фонда, необходимого для проведения занятий по выбранным студентами дисциплинам. Особенно такая проблема возникает при организации занятий в специализированных учебных лабораториях, например, лабораториях вычислительной техники, где каждому студенту в идеальном случае нужно

предоставить одно рабочее место, или в лабораториях физики, химии, биологии, иностранных языков и т.д.

Формирование штатного расписания профессорско-преподавательского состава кафедры в высшем учебном заведении осуществляется на основании расчетов учебной нагрузки. До внедрения в учебный процесс новшеств, связанных с введением кредитной технологии обучения, непосредственное распределение учебной нагрузки происходило на основании пятилетних (в основном) учебных планов, на основании которых разрабатывался перечень учебных дисциплин для изучения по отдельной специальности и курсу. Общее количество учебных дисциплин, которое разделено по семестрам, с указанием суммарного количества учебных часов на все виды занятий формировалось учебной частью, и далее поступало на кафедру для последующего распределения этой нагрузки между преподавателями кафедры. Процесс распределения педагогической нагрузки выполнялся с учетом индивидуальных особенностей и статуса преподавателя кафедры, основываясь на некоторых предпочтениях и установленной минимальной ставке учебной нагрузки. В результате, уже распределенная нагрузка между преподавателями кафедры в учебную часть (как закрепленная), далее на основании полученной информации формировалось расписание учебных занятий для всех потоков обучения [26].

Процесс распределения педагогической нагрузки кафедры для традиционной (или линейной) системы обучения студентов наглядно можно продемонстрировать с помощью следующей обобщенной схемой, представленной на рисунке 1.

При переходе к кредитной технологии обучения процесс формирования педагогической нагрузки на кафедре претерпел изменения. Прежде всего это обусловлено тем, что распределение учебной нагрузки на отдельного преподавателя напрямую зависит от выбора самих студентов. В условиях кредитной технологии студенты получили право на выбор учебных дисциплин из обязательного компонента дисциплин, где они могут осуществить для себя выбор преподавателя для прохождения курса обучения, а также из компонента

дисциплин по выбору студентов, выбирая не только преподавателя, но и отдельный курс по своему собственному усмотрению.

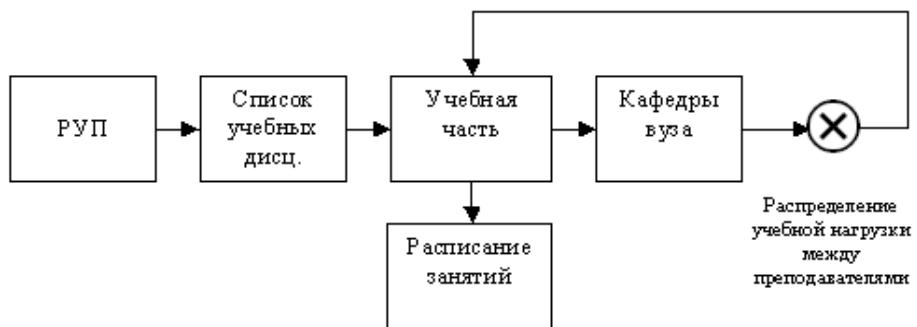


Рисунок 1 – Схема распределения учебной нагрузки для линейной технологии обучения

Основываясь на выбор учебных дисциплин, студенты определяют индивидуальную траекторию обучения. В данном случае вопрос распределения педагогической нагрузки кафедры трансформируется в плоскость определения сформировавшихся учебных подгрупп для отдельного преподавателя с определением соответствующей учебной нагрузки. Но поскольку выбор учебных дисциплин основан на перечне курсов в учебном рабочем плане, учебная нагрузка формируется на основании рабочих учебных планов и индивидуальных траекторий обучения студентов. Студенты осуществляют свой выбор дисциплины благодаря презентованным силлабусам [12].

На данном этапе также появляется необходимость перераспределения учебной нагрузки для тех преподавателей, у которых количество студентов, желающих изучать определенную дисциплину, оказалось ниже установленного вузом минимума, таким образом подгруппа студентов для изучения дисциплины не набрана и должна быть расформирована, а студентам следует осуществить выбор другой дисциплины. Процесс распределения педагогической нагрузки определенной кафедры в условиях кредитной технологии обучения можно представить обобщенной схемой, представленной на рисунке 2.

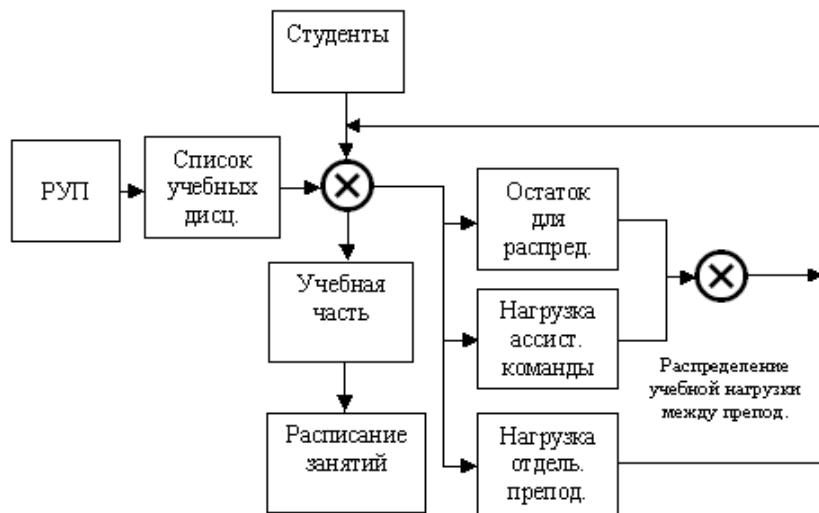


Рисунок 2 – Схема распределения учебной нагрузки для кредитной технологии

Как видно из представленных схем, задача формирования педагогической нагрузки в условиях кредитной технологии существенно претерпела изменения. Если при линейной структуре учебного процесса нагрузка для преподавателя формировалась путем ее распределения на кафедре, тогда как при кредитной технологии данный процесс основан на выборе студентов и на добавлении той части нагрузки, которая может быть сформирована из ассирирующей компоненты и компоненты, где учебную нагрузку нужно перераспределять или из нераспределенного остатка дисциплин. Нераспределенный остаток дисциплин может появиться только для дисциплин обязательной компоненты.

В общем виде нагрузка отдельно взятого преподавателя в условиях кредитной технологии обучения может быть представлена следующей формулой:

$$N_{\text{преп}} = N_{\text{выб}} + N_{\text{акц}} + N_{\text{ост}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{выб}}$ – педагогическая нагрузка преподавателя, которая сформирована на основании выборов студентами, определяется как: $N_{\text{выб}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{выб}i}^{OK} + \sum_{j=1}^m N_{\text{выб}j}^{KB}$, сумма нагрузки из дисциплин обязательной компоненты – $N_{\text{выб}i}^{OK}$ и дисциплин из компоненты по выбору студентов – $N_{\text{выб}j}^{KB}$;

N_{acc} – педагогическая нагрузка, которая образована на основании привлечения данного преподавателя в качестве ассистента для проведения лабораторных, практических и/или семинарских занятий, рассчитывается как:

$$N_{acc} = \sum_{i=1}^n N_{acci}^{OK} + \sum_{j=1}^m N_{accj}^{KB}, \text{ сумма из двух компонент дисциплин;}$$

N_{ocm} – остаток, полученный как часть нераспределенной педагогической нагрузки или вторично перераспределенной: $N_{ocm} = \sum_{i=1}^n N_{ocmi}^{OK} + \sum_{j=1}^m N_{ocmj}^{KB}$, тоже состоящий из двух видов дисциплин;

$i = 1,2,\dots,n$ и $j=1,2,\dots,m$ – количество учебных дисциплин из обязательного компонента и компонента по выбору соответственно, зависящих от специальности, курса обучения и года поступления.

Формирование педагогической нагрузки для каждого преподавателя кафедры при кредитной технологии обучения переходит из задачи пропорционально-равного распределения учебных часов между преподавателями одной кафедры к комбинаторно-сложной задаче, зависящей от случайных факторов:

- случайного выбора студентами преподавателя из блока обязательных дисциплин;
- случайного выбора студентами преподавателя из блока необязательных дисциплин по представленным коротким учебным программам – силлабусам.
- случайно (или частично случайно) сформированного списка ассициирующей команды для проведения практических и лабораторных занятий;
- случайного остатка не распределенной учебной нагрузки.

Все эти факторы затрудняют процесс формирования педагогической нагрузки и приводят к сложным дополнительным задачам, появляющимся в ходе определения самой нагрузки и задачах управления самим учебным процессом вуза. Так, например, в зависимости от выбранных студентами дисциплин один преподаватель может быть перегружен учебной нагрузкой, другой не догружен. Чтобы «уровнять» педагогическую нагрузку нужно будет использовать нагрузку из

ассистирующего компонента, увеличивая или, наоборот, уменьшая ее в общей доли нагрузки. Для этих целей нужны специальные математические оптимизационные модели, благодаря которым, такие задачи можно будет решать в масштабах отдельного преподавателя или отдельной кафедры [47].

Формирование стандартных академических учебных групп как происходило в линейной системе, так и происходит, когда академические группы студентов формируются на основании зачисления студентов на первый курс по отдельным специальностям. Это порождает проблему обеспечения студентов разными преподавателями для проведения отдельных курсов в одно календарное время, когда студенты одной академической группы должны заниматься с разными преподавателями, т.к. они записались на отдельные курсы по своему усмотрению. В этой связи в расписании занятий появляются полно и малокомплектные группы. Чтобы обеспечить такие группы учебными аудиториями, нужно проводить дополнительные мероприятия по распределению аудиторного фонда. Учитывая, что все аудитории делятся в вузе на аудитории общего назначения и специализированные, предоставленная возможность для занятий в специализированных аудиториях ограничена их вместимостью или количеством посадочных мест. Данное ограничение должно учитываться как при формировании учебных групп и подгрупп, сформированных для отдельного преподавателя и, что самое главное, влияет вообще на количество студентов, принятых на первый курс.

Что касается учебной нагрузки, то принципы ее формирования в кредитной системе поменялись. Нагрузка складывается теперь из нескольких компонент. Основная ее часть должна формироваться на основании сделанных выборов студентами из обоих образовательных компонентов: обязательного и по выбору. Представляя силлабусы для выбора дисциплин студентам, за каждым курсом закрепляется отдельный преподаватель. Но учебная дисциплина предусматривает проведение не только лекционных занятий, которые при выборе студентом являются определяющими, но также и лабораторные занятия, практические или семинарские занятия, проводить которые будет ассистирующая команда. Поэтому

другая часть учебной нагрузки, оставляемая ассирирующей команде, должна распределяться между преподавателями дополнительно.

Случайный характер выбора курсов приводит к тому, что нагрузка у многих преподавателей в масштабах кафедры становится не равномерной, что приводит к появлению большое количество окон в расписании, как у самих преподавателей, так и у студентов. Любой преподаватель по-прежнему нагружен звонковой нагрузкой в большей степени, нежели учебно-методической работой, учет которой никто не ведет.

Формирование индивидуальной образовательной траектории студента тоже порождает вопросы, особенно когда речь заходит о переводе студента из одного вуза в другой. Казалось бы, количество набранных кредитов должно определять местоположения студента в общеобразовательной иерархии, но из-за сохранения строгого перечня обязательных учебных дисциплин, закрепленных за отдельным курсом обучения, определить курс для студента родственной специальности затруднительно. Если в кредитной системе основанием для определения курса являются сумма набранных студентом кредитов и его средний балл успеваемости, то в наших вузах, чтобы перевод состоялся, ему нужно будет дополнительно сдавать те дисциплины, которые не вошли в обязательный перечень специальности, т.е. опять таки сдавать образовавшуюся академическую разницу в часах – кредитах. Такие вопросы возникают и при восстановлении студента из академических отпусков или после отчислении за академическую неуспеваемость. Меняется рабочий учебный план, связанный с годом поступления студента в высшее учебное заведение, меняется и перечень обязательных дисциплин.

Последовательность дисциплин в ходе обучения в указанные семестры, представленная в рабочем учебном плане, может быть обязательной, тогда определение траектории обучения для студента представляет собой непосредственный выбор одного из нескольких представленных вузом специализированных курсов. При подобном подходе именно выбор элективных компонентов формирует индивидуальную траекторию обучения. При этом количество дисциплин в каждом семестре у всех студентов, обучающихся по

данному рабочему учебному плану, будет одинаковым, соответственно будет одинаково у них и время обучения в вузе. То, каким образом будет происходить выбор студентом элективного компонента, оказывает непосредственное влияние на качество дальнейшей образовательной деятельности вуза.

Для всех дисциплин в рабочем учебном план можно ввести понятия пре- и постреквизитов. При этом пререквизиты показывают, какие дисциплины необходимо освоить до изучения данной дисциплины, в свою очередь как постреквизиты – дисциплины, которые необходимо изучить после данной.

Учет пре- и постреквизитов позволяет рассматривать учебный план как ориентированный граф. Пусть $G=(V, E)$ – граф, где V – множество вершин и E – множество его ребер. Стрелки показывают порядок изучения дисциплин. На рисунке 3 продемонстрировано подобное представление учебного плана [33].

Полученный граф можно представить как совокупность независимых компонентов или подграфов, если предварительно удалить имеющиеся избыточные связи или ребра. Осуществив подобное разложение, можно работать с каждым компонентом отдельно. Независимый компонент ориентированного графа $G = (V, E)$ можно представить как максимальное количество вершин $C \subseteq V$, такое, что для каждой пары вершин u и v из C справедливо $u \rightarrow v$, т.е. вершина v достижима из вершины u .

Каждая вершина графа связана с дисциплиной и семестром, который представлен как рекомендованный для ее изучения в рабочем учебном плане. Также учитывается вид дисциплины: обязательная к изучению или компонент по выбору.

Граф можно представить как взвешенный, если каждому ребру поставить в соответствие расстояние между двумя смежными вершинами, которое измеряется количеством семестров. Использование графа учебного плана как совокупности независимых компонентов позволяет презентовать студенту возможность реализации его права на ускоренное освоение программы обучения, что достигается за счет перемещения начал всех подграфов на заданный семестр и уменьшения веса каждого ребра до единицы.

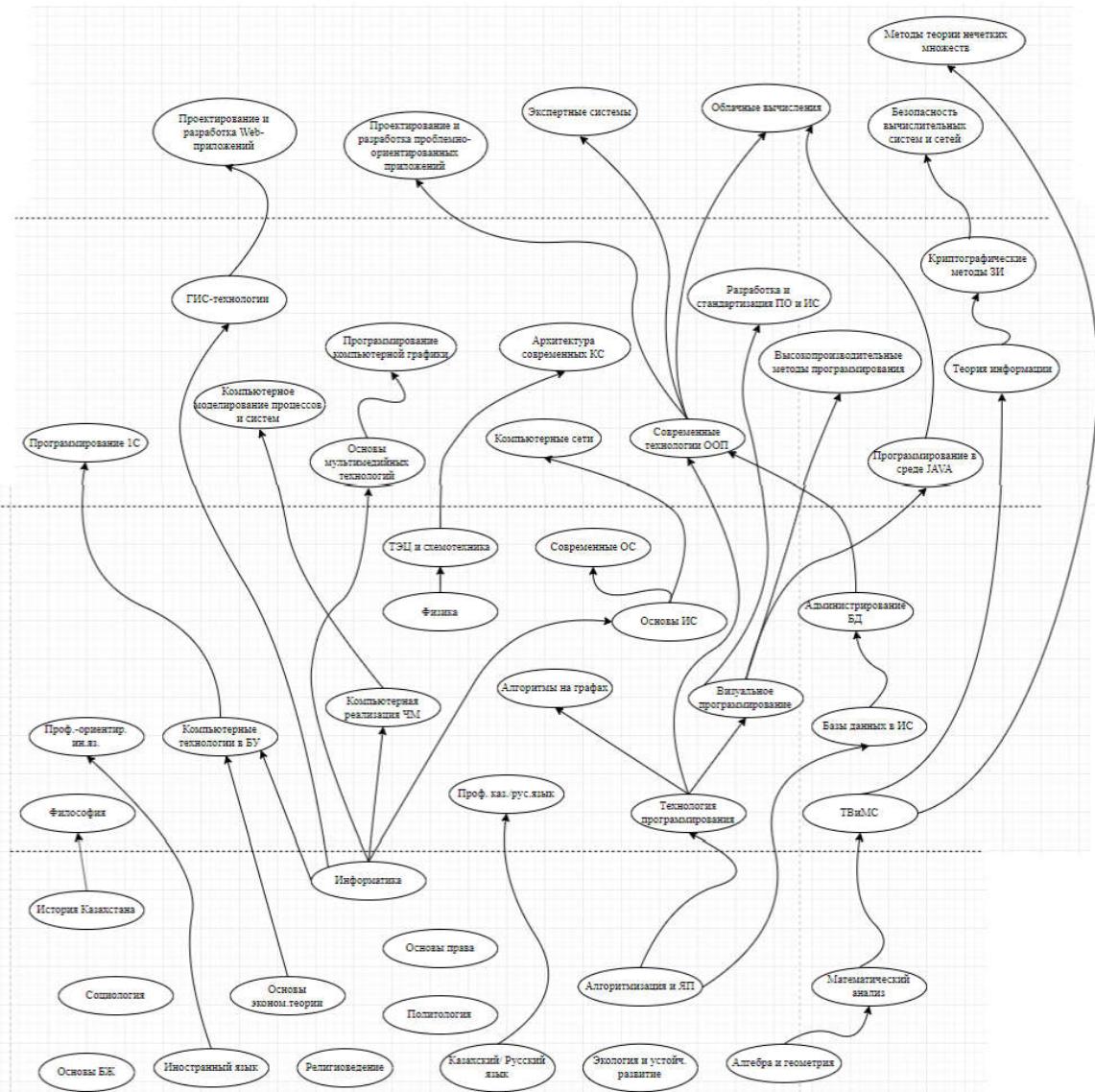


Рисунок 3 – Ориентированный граф рабочего учебного плана

Подобным образом представленный рабочий учебный план позволяет вносить корректировки в индивидуальный учебный план в зависимости от положения обучающегося в каждом из независимых подграфов учебного плана. Это влечет за собой то, что исчезает такое понятие как задолженность по дисциплине: положение каждого студента определяется его индивидуальной позицией к графе рабочего учебного плана. Кроме того, автоматически ликвидируется понятие разницы при переводе из другого учебного заведения или восстановлении студента. При установлении индивидуальной позиции к графе

РУП может возникнуть неоднозначность только при учете дисциплин из компонента по выбору. Данный вопрос разрешим, если при переводе кроме транскрипта будут предоставляться силлабусы элективных курсов, на основании которых у кафедр будет возможность сделать мотивированное заключение о перезачете соответствующего курса [33].

Дисциплины рабочего учебного плана, связанные пре- и постреквизитами, представляют собой связный граф, узлы которого распределены по 8 семестрам. Для данного графа решается задача о разбиении его на независимые подграфы. Наибольшая глубина подграфа показывает минимальный срок обучения в семестрах по данному учебному плану. Имея графическое представление дисциплин рабочего учебного плана в виде независимых подграфов, можно осуществить анализ всех возможных траекторий обучения по данной специальности. При этом облегчается процесс анализа возможностей досрочного изучения некоторых курсов, увеличения количества кредитов, выбранных на семестр. Более того, имея информацию по каждому студенту, обучающемуся по заданному учебному плану, и о сданных им дисциплинах, можно построить индивидуальный график, показывающий текущие возможности выбора дисциплин (рисунок 4).

Формирование индивидуальной траектории обучения предполагает выбор студентом дисциплин, которые он будет изучать в текущем учебном году по каждой из 3 групп. Так как обучающийся имеет право записаться на большее количество кредитов в учебном году, чем установлено нормативными требованиями для освоения образовательной программы, то срок обучения может сокращаться. Для того, чтобы обучающий мог выбрать большее количество дисциплин на учебный год, чем предусмотрено рабочим учебным планом, необходимо для каждой дисциплины указывать ее пререквизиты, причем это относится ко всем дисциплинам, а не только к курсам по выбору. Для курсов по выбору, кроме того, требуется указывать постреквизиты.

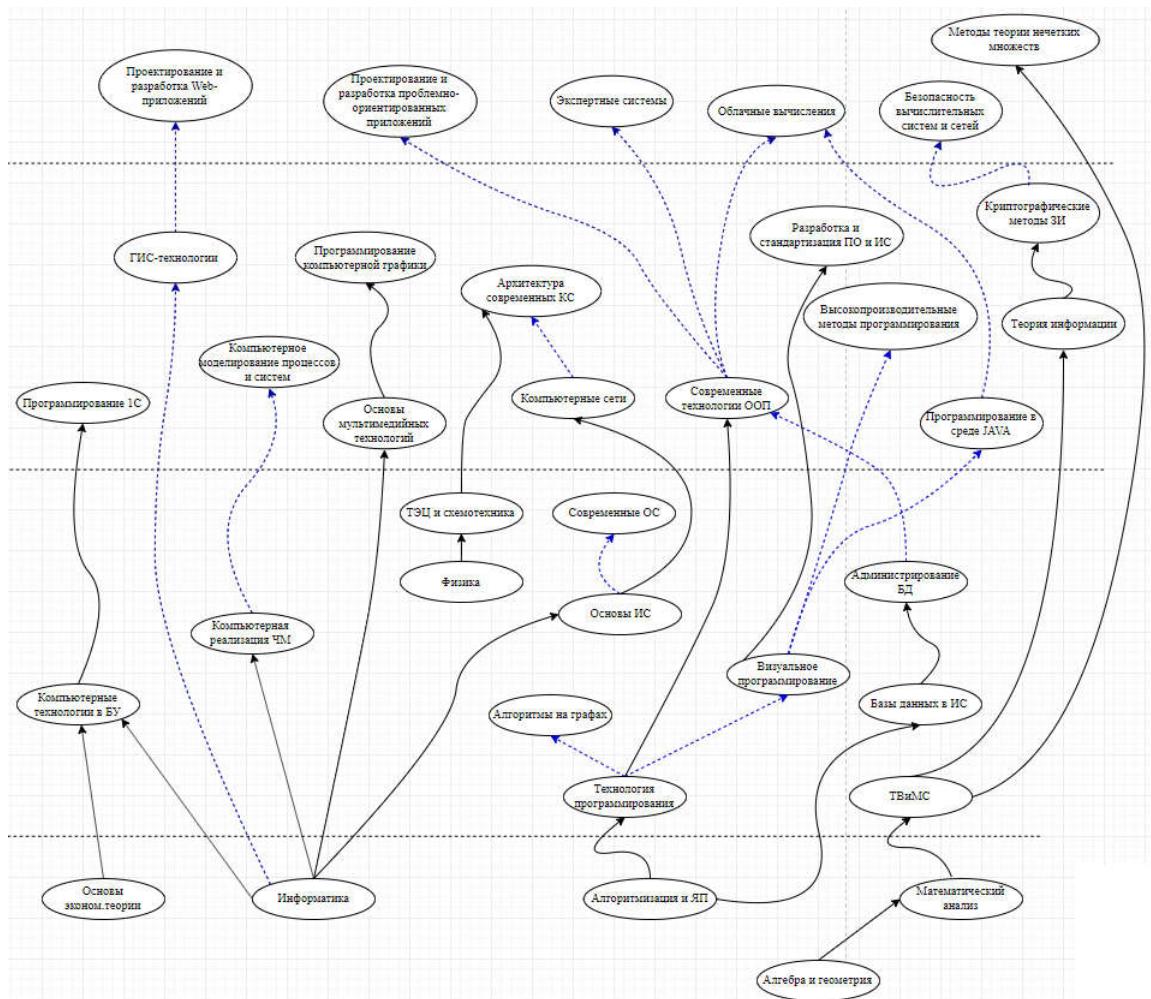


Рисунок 4 – Учебный план в виде ориентированного графа после изменений

Для получения возможности ускоренного завершения программ обучения или получения дополнительного образования практикуется летний семестр. Дисциплины летнего семестра выбираются студентами после окончания летней экзаменационной сессии. Так как по итогам сессии возможно получение неудовлетворительной оценки, то в перечень дисциплин летнего семестра могут войти повторно изучаемые дисциплины. Но не для каждой дисциплины допустимы интенсивные занятия без потери качества обучения. Так, например, при изучении любых дисциплин программирования необходимо выполнение индивидуальных заданий, которые невозможно сжать по срокам. Поэтому было бы целесообразно в рабочих учебных планах указывать, какие дисциплины можно выносить для изучения в летнем семестре, а какие нет.

Использование ежегодно обновляемого общего для специальности каталога элективных дисциплин, который должен будет по определению содержать пререквизиты и постреквизиты затрудняет управление учебным процессом, поскольку необходимо отслеживать наличие студентов, для которых требуется сохранить некоторые специализированные курсы. Более удобной является используемая в настоящее время модель рабочего учебного плана для каждого года приема.

Проведенный анализ показывает, что для эффективной организации учебного процесса в условиях кредитной технологии обучения рабочий учебный план должен содержать дополнительную информацию, по сравнению с учебным планом линейной системы обучения, например, такую как пререквизиты и постреквизиты, разрешение или запрет на изучение дисциплины во время летнего семестра, сервисную кафедру.

Правила формирования траектории обучения предъявляют к задаче автоматизации рабочего учебного плана следующие требования: предоставлять выбор не только из дисциплин, предусмотренных на заданный курс обучения, но на последующие курсы; показывать взаимосвязь дисциплин специальности; представлять различные варианты траектории, исходя из текущей позиции каждого обучаемого.

1.4. Построение модели анализа учебных планов первого курса в целях рационализации учебного процесса

На основании рабочих учебных планов на текущий учебный год формируется учебная нагрузка кафедр и вуза в целом. В некоторых вузах одну дисциплину ведет только одна кафедра на всех специальностях, в других несколько. Так, например, дисциплину «Информационно-коммуникационные технологии» сервисная кафедра может вести для всех специальностей, кроме специальностей по направлению информационных технологий. Некоторые

кафедры могут передать проведение этой дисциплины сервисной кафедре, а некоторые закрепить за своей кафедрой [34].

Сформированная учебная нагрузка распределяется на кафедре среди преподавателей, и полученный результат представляется для составления расписания учебных занятий. Ситуация никоим образом не изменится, если студенты будут сами выбирать преподавателей. Самое важное, что составление расписания учебных занятий является заключительным шагом в сложном процессе подготовки вуза к началу учебного года (осеннего семестра) или его продолжению (весеннего семестра).

На каждом этапе – формировании РУП, распределении учебной нагрузки на кафедре – можно выполнить работу таким образом, что задача составления расписания, что в конечном итоге является основной целью, будет затруднена или вообще невозможна [14].

В связи с этим предварительный анализ учебных планов с целью оптимизации учебной нагрузки, а именно поиск возможностей объединения потоков для проведения учебных занятий, что особенно актуально при ограниченном аудиторном фонде, особенно когда идет речь о специализированных аудиториях [17].

Но кроме объединения потоков, иногда требуется и их разъединение. Рассмотрим дисциплины обязательного компонента группы общеобразовательных дисциплин, которые проводятся для всех студентов 1 курса. В основном эти дисциплины ведутся сервисными кафедрами. Какая-то часть этих дисциплин требует для своего проведения аудитории общего назначения, какая-то – специализированные, например, компьютерные классы [36].

В одном из вузов Казахстана при подготовке к одному из учебных годов возникла следующая ситуация: дисциплина «Информатика» была запланирована на осенний семестр в учебных планах достаточно большого количества специальностей первого курса. На кафедре, ведущей данную дисциплину, нагрузку распределили, не обнаружив никакой проблемы, кроме стандартной ситуации, что в осеннем семестре аудиторная нагрузка больше, чем в весеннем.

Проблема была обнаружена только при составлении расписания учебных занятий. Обнаружилась значительная нехватка компьютерных классов для проведения лабораторных занятий. Кроме того, аудиторная нагрузка на одного преподавателя по этой дисциплине была такова, что она не помещалась не только в одну смену (1 курс обычно занимается в первую смену), но даже и в две полные (с 8 утра до 8 вечера). Оказалось, что даже если всех преподавателей кафедры привлечь к преподаванию этой дисциплины, проблема не будет решена. Похожие проблемы возникали как в вузах с большим контингентом студентов, так и в частных вузах, где набор на 1 курс значительно меньше.

Отметим, что проблема выявила только на стадии составления расписания учебных занятий. Применительно к управлению учебным процессом можно сказать, что только совместное рассмотрение всех учебных планов, контингента студентов, а также аудиторного фонда, позволяет эффективно управлять учебным процессом вуза. Именно равномерность нагрузки всех сервисных кафедр позволит избежать описанных выше ситуаций [5].

При этом анализ рабочих учебных планов в целях рационализации учебного процесса в данном случае разбивается на две отдельные задачи. Рассмотрим их более подробно [32].

Первый класс задач – объединение учебных потоков для оптимизации нагрузки. Здесь рассматриваются все дисциплины, имеющие общее наименование, которые можно объединить, перенося их на другой семестр (для этих целей и отмечаются какие из дисциплин дубликаты, а которая из них главная).

В данном случае при формировании предложений по переносу дисциплин и объединению потоков следует первоначально убедиться, что дисциплины на объединяемых потоках ведутся одной кафедрой (закреплены в нагрузке определенной кафедры).

Второй класс задач – разъединение потоков для одной дисциплины. Данный процесс в целом характерен для работы с дисциплинами цикла общеобразовательного компонента, которые ведутся сервисными кафедрами для

потоков всех специальностей. Следовательно, на начальном этапе необходимо отметить в базе такие дисциплины, которые ведутся несколькими кафедрами (например, «Философия», «История Казахстана»).

На следующем этапе из отмеченных дисциплин нужно выбрать только те, которые ведутся в одном семестре. К примеру, «Иностранный язык» и «Казахский/русский язык» не учитываются поскольку преподаются в обоих семестрах (согласно типовому учебному плану специальностей). При этом, учитывать нужно только те дисциплины, которые ведутся только сервисными кафедрами [57].

Еще одним фактором, оказывающим влияние на оптимизацию учебных потоков, является аудиторный фонд университета. Поэтому особое внимание необходимо уделить дисциплинам, которые требуют проведения занятий в специализированных аудиториях, поскольку именно с ними и возникают проблемы при формировании учебной нагрузки преподавателей и последующего составления расписания. Такие дисциплины также необходимо отметить в базе по параметру специализированных аудиторий.

В данном случае при формировании предложений по рационализации учебных потоков следует учитывать равномерность с позиции дисциплин. С позиции кафедры равномерность распределения нагрузки не столь актуальна, поскольку при формировании модульных образовательных программ, а следовательно и рабочих учебных планов уже приводится к 18-20 кредитам в семестр.

Причем данная задача актуальна для вуза любого масштаба. Даже, если дисциплину ведет только сервисная кафедра, все равно может быть такое количество потоков, что в одном семестре не будет помещаться в расписание (как по длине, так и при распределении специализированных аудиторий).

После проработки таких дисциплин можно приступать к непосредственному анализу и формированию предложений по рационализации учебных планов.

В дальнейшем при выполнении анализа необходимо применить жадный алгоритм для разделения поставленной задачи на последовательные независимые части. Очевидно, что осуществляется раздельный анализ рабочих учебных планов для разных форм обучения [47].

Задача рационализации, оптимизации учебных планов является задачей целочисленной оптимизации с булевыми переменными: 0 – осенний семестр, 1 – весенний. Ограничения на переменные явным образом накладываются из требования количества кредитов в каждом семестре. Для постановки задачи необходимо выбрать целевую функцию. Одним из подходов является возможность улучшения равномерности аудиторной нагрузки каждой кафедры. Понятно, что разность нагрузки по семестрам берется по модулю, а также используются веса, которые можно выбрать с учетом использования специализированных аудиторий [56].

Рассмотрим пример анализа РУП очного отделения бакалавриата. На начальной стадии анализа учебных планов необходимо исключить выпускные курсы, поскольку в последнем учебном семестре у выпускников запланированы только производственная практика и написание дипломной работы, и следовательно, дисциплин для перемещения нет.

Из оставшихся РУП в первую очередь следует просмотреть планы предвыпускных курсов, поскольку в них представлены только профилирующие предметы одной кафедры. Поэтому для этих групп формируем список предложений передвижения возможных дисциплин (причем необходимо рассмотреть варианты перемещения дисциплин по кредитам либо сумме кредитов). Кроме того, здесь следует учитывать разрешенный диапазон учебной нагрузки (16-21 кредит в семестр). Анализ таких РУП проводится для каждой кафедры отдельно и содержит не более 4 РУП (для четырёх- и трехгодичного обучения, если кафедра является выпускающей по 2 специальностям). Решение о выборе оптимального варианта из всех предложенных автоматизированной системой принимается учебной частью совместно с руководством кафедры. При перемещении дисциплин общая нагрузка кафедры не изменяется.

После этого приступаем к анализу РУП вторых и первых курсов, который в свою очередь представляет собой также определенный алгоритм действий:

- осуществить расчет аудиторной нагрузки для каждой кафедры отдельно по семестрам (причем можно как с учетом так и без учета контингента);
- выбрать учебные планы, в которых можно переместить некоторые дисциплины по семестрам;
- выполняя работу с каждой проблемной дисциплиной отдельно, сформировать список предложений. Причем нужно рассматривать и вносить изменения в РУП с наименьшим количеством вариантов (например, всего 4 РУП, стараемся найти варианты изменений для одного). Если количество учебных планов для возможных альтернатив одинаковое, то нужно сформировать предложение для обоих случаев. Таким образом, либо исключаем часть РУПов из рассмотрения, либо продолжаем работу со всеми;
- сформировать блок предложений из всех возможных вариантов.

На заключительном этапе для анализа сформированного блока альтернатив необходимо выбрать один из возможных методов, таких как генетический алгоритм, построение дерева решения с отрезанием веток, динамическое программирование, вероятностный анализ и построение рандомизированного алгоритма, построение бинарного дерева поиска, расширение структур данных, задача о максимальном потоке и другие варианты [44].

Дисциплины старших курсов связаны со специальностью, их ведут в основном выпускающие кафедры, и они не могут оказать такого серьезного влияния на управление учебным процессом. Только на первом курсе есть дисциплины, которые проводятся для всех студентов. Такие дисциплины, как «Иностранный язык» и «Казахский/Русский язык» следует исключить из анализа, поскольку они проводятся как в осеннем, так и в весеннем семестрах. Таким образом, необходимо рассмотреть дисциплины обязательного компонента циклов общеобразовательных и базовых дисциплин первого курса, которые проводятся только в одном семестре. Например, проблемы, возникшие с дисциплиной «Информационно-коммуникационные технологии», которая была в учебных

планах практически всех специальностей в одном семестре, были решены в вузах за счет переноса дисциплины на некоторых специальностях с осеннего на весенний семестр.

Следует отметить, что проблемы с расписанием, возникшие в первом семестре, позволяет решить корректировка учебных планов. Если же такая ситуация возникла во втором семестре, то ее решить было бы значительно труднее, поскольку альтернатив для переноса дисциплины на другой семестр уже бы не было. Даже предварительное формирование потоков с учетом ожидаемого контингента не решает проблему в полной мере. Необходим анализ, основанный на использовании математической модели и реального контингента студентов и аудиторного фонда.

Основную проблему при составлении расписания создают не лекционные занятия, а практические/лабораторные. Причем именно те, которые проводятся в специализированных классах.

Будем исходить из предположения, что все специализированные аудитории находятся в общем доступе, хотя при составлении расписания всегда учитывается приоритет закрепления аудиторий за факультетами и кафедрами.

Так как на выпускном курсе в весеннем семестре не предусмотрены аудиторные занятия, а на остальных курсах дисциплины распределены равномерно по семестрам, то для более точного моделирования можно учитывать эту неравномерность загруженности аудиторного фонда.

Кроме дисциплин обязательного компонента сервисные кафедры ведут дисциплины компонента по выбору. Так как для таких кафедр особенно важно равномерное распределение нагрузки по семестрам, даже если эти кафедры и являются выпускающими для каких-то специальностей, то необходимо рассматривать для них все виды нагрузки с учетом ее приоритетов.

Обычно принято, что для всех специальностей факультета каждая дисциплина, относящаяся к сервисной кафедре, проводится в одном и том же семестре. Так удобнее формировать поточные лекции, тем самым оптимизируя учебную нагрузку.

Рассмотрим более подробно ситуацию для ВУЗа, у которого занятия проводятся только в одном учебном корпусе, и, кроме того, для студентов 1 и 2 курсов создан отдельный факультет (на примере Казахского университета экономики, финансов и международной торговли, г. Нур-Султан, Казахстан). В этом случае постановка задачи будет несколько другая. Для такого ВУЗа, с небольшим набором студентов и небольшим количеством кафедр, в роли сервисных кафедр выступают выпускающие кафедры, кроме кафедры иностранных языков. Причем, в любом случае, на старших курсах в основном ведутся дисциплины профилирующего цикла, а, следовательно, не передаются другим кафедрам.

Анализируя рабочие учебные планы, можно сделать вывод, что на 1 курсе специальностей имеется максимальное количество дисциплин общего назначения, причем часть из них входит в обязательный компонент определенной специальности, часть является компонентом по выбору. Компоненты по выбору как правило ведет выпускающая кафедра, и такие дисциплины связаны пререквизитами с другими профилирующими дисциплинами.

Таким образом, для достижения наилучшего управления учебными планами следует рассмотреть рабочие учебные планы специальностей для 1 курса обучения и особое внимание обратить на дисциплины, которые для проведения занятий требуют специализированные аудитории (компьютерные классы, учебные лаборатории, специальное оборудование). К таким дисциплинам, например, можно отнести такие как «Физика», «Информационные и коммуникационные технологии» и другие. Рассмотрим рабочие учебные планы только для специальностей бакалавриата очной формы обучения.

Обозначим через i – количество специальностей, j – количество кафедр, k – количество дисциплин. Определим нагрузку для каждой кафедры по старшим курсам и 1 курсу на неперемещаемых дисциплинах для каждого семестра R_j^1, R_j^2 .

Обозначим через D_{ijk}^1, D_{ijk}^2 перемещенные дисциплины 1 и 2 семестра соответственно для 1 курса i -ой специальности, которые ведет j -ая кафедра. На каждой специальности будет сформирован свой набор таких дисциплин

$k \in [1, K_i]$, однако, из них нетрудно сформировать общий список сервисных дисциплин $k \in [1, \bar{K}]$.

Для каждой дисциплины D_{ijk} введем следующие функции:

- $Kr(D_{ijk})$ – количество кредитов дисциплины в рабочем учебном плане;
- $N(D_{ijk})$ – нагрузка от дисциплины с учетом количества потоков, групп и подгрупп;
- $A(D_{ijk})$ – недельная потребность в специализированных аудиториях, измеряемая в часах.

По старшим курсам и перемещаемым дисциплинам 1 курса нетрудно определить не только нагрузку каждой кафедры R_j^1, R_j^2 , но и потребность в специализированных аудиториях для этой нагрузки. После этого можно будет получить SA^1 и SA^2 – количество свободных часов в неделю для дисциплины 1 курса.

Задача управления рабочими учебными планами в основном состоит в том, чтобы при необходимости отредактировать рабочие учебные планы 1 курса таким образом, чтобы оптимально использовать свободные специализированные аудитории, и только затем сделать равномерной нагрузку кафедр по семестрам, причем в первую очередь следует учитывать кафедру (сервисная ли она либо выпускающая).

Пусть переменные $\delta_{ijk}^1, \delta_{ijk}^2$ принимают значения (0, 1), причем значение 1 – когда дисциплина D_{ijk} перемещается в другой семестр, и 0 – когда не перемещается.

При перемещении дисциплины в рамках одного рабочего учебного плана общее количество кредитов:

- либо не изменяется в каждом семестре, то есть произведен равнозначный по кредитам обмен дисциплин;
- либо изменяется, но изменения должны быть строго ограничены определенным количеством кредитов (наилучшим вариантом является не более чем на один кредит, но в некоторых ситуациях допустимо 2 кредита).

Тогда для любой специальности должно выполняться тождество:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{k=1}^{K^1} (1 - \delta_{ijk}^1) * Kr(D_{ijk}^1) + \sum_{k=1}^{K^2} \delta_{ijk}^2 * Kr(D_{ijk}^2) = \\
 & = \sum_{k=1}^{K^2} (1 - \delta_{ijk}^2) * Kr(D_{ijk}^2) + \sum_{k=1}^{K^1} \delta_{ijk}^1 * Kr(D_{ijk}^1),
 \end{aligned} \tag{4}$$

где $Kr(D_{ijk}^1)$, $Kr(D_{ijk}^2)$ – количество кредитов дисциплины в рабочем учебном плане в 1 и 2 семестрах соответственно.

Откуда следует, что в любом семестре количество кредитов изменилось не более, чем на один кредит. Было в первом семестре $\sum_{k=1}^{K^1} Kr(D_{ijk}^1)$, стало $\sum_{k=1}^{K^1} (1 - \delta_{ijk}^1) * Kr(D_{ijk}^1) + \sum_{k=1}^{K^2} \delta_{ijk}^2 * Kr(D_{ijk}^2)$. Тогда

$$-1 \leq \sum_{k=1}^{K^1} \delta_{ijk}^1 * Kr(D_{ijk}^1) + \sum_{k=1}^{K^2} \delta_{ijk}^2 * Kr(D_{ijk}^2) \leq 1. \tag{5}$$

Тождество (4) дает изменения кредитов в первом семестре i -той специальности, аналогично можно получить тождество для любой специальности университета.

Далее необходимо определить потребность в специализированных аудиториях для проведения занятий первого курса, причем отдельно для каждого семестра:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \sum_{i=1}^N \left[\sum_{k=1}^{K^1} (1 - \delta_{ijk}^1) A(D_{ijk}^1) + \sum_{k=1}^{K^2} \delta_{ijk}^2 A(D_{ijk}^2) \right], \\
 S_2 &= \sum_{i=1}^N \left[\sum_{k=1}^{K^2} (1 - \delta_{ijk}^2) A(D_{ijk}^2) + \sum_{k=1}^{K^1} \delta_{ijk}^1 A(D_{ijk}^1) \right],
 \end{aligned} \tag{6}$$

где $A(D_{ijk}^1)$, $A(D_{ijk}^2)$ – недельная потребность в специализированных аудиториях, измеряемая в часах, в 1 и 2 семестрах соответственно.

Тогда для всех специальностей должны выполняться обязательные условия:

$$\begin{aligned} S_1 &\leq S\Delta_1, \\ S_2 &\leq S\Delta_2, \end{aligned} \quad (7)$$

где $S\Delta_1$, $S\Delta_2$ – существующий специализированный аудиторный фонд учебного заведения для 1 и 2 семестра соответственно.

Запишем условия равномерной нагрузки кафедр ВУЗа. Сначала необходимо определить нагрузку каждой кафедры. Следует отметить, что нагрузка любой кафедры состоит из двух частей: одна – определенная ранее, а также нагрузка первого курса, сформированная за счет перемещенных дисциплин.

$$RP_j^1 = R^1 + \alpha^1,$$

где α^1 – нагрузка по первому курсу за 1 семестр, полученная от перемещения некоторых дисциплин.

$$RP_j^2 = R^2 + \alpha^2,$$

где α^2 – нагрузка по первому курсу за 2 семестр, полученная от перемещения некоторых дисциплин.

$$\begin{aligned} \alpha_{j_0}^1 &= \sum_{i=1}^N \left[\sum_{k=1}^{K^1} (1 - \delta_{ij_0}^1) N(D_{ij_0}^1) + \sum_{k=1}^{K^2} \delta_{ij_0}^2 A(D_{ij_0}^2) \right], \\ \alpha_{j_0}^2 &= \sum_{i=1}^N \left[\sum_{k=1}^{K^2} (1 - \delta_{ij_0}^2) N(D_{ij_0}^2) + \sum_{k=1}^{K^1} \delta_{ij_0}^1 A(D_{ij_0}^1) \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Причем, говорить о том, что $RP_j^1 = RP_j^2$ в корне неверно, поскольку даже в идеальных условиях маловероятно достичь равенства педагогической нагрузки в обоих семестрах.

Таким образом, можно сказать, что (5) и (7) можно выбрать в качестве ограничений, а достижение равномерности распределения нагрузки по семестрам

необходимо поставить в целевую функцию с весами. Для кафедры, которая ведет дисциплину «Информационные и коммуникационные технологии», ограничение (7) важнее всего, поскольку данная дисциплина ведется на всех специальностях и требует для проведения занятий специализированных аудиторий.

Для каждой кафедры необходимо определить свой вес, причем кафедру мировых языков можно вообще не учитывать, поскольку дисциплины данной сервисной кафедры ведутся в обоих семестрах и входят в блок обязательного компонента базового цикла, а следовательно перемещения по данной кафедре будет безрезультатным. Соответственно, чем больше дисциплин закреплено за сервисной кафедрой, тем значимей для этой кафедры равномерность распределения нагрузки по семестрам. В качестве веса для j -ой кафедры предложена исходная нагрузка кафедр до начала всех перемещений, которую можно определить как:

$$V_j = R^1 + R^2, \quad (9)$$

где R^1, R^2 – исходная нагрузка кафедры в первом и втором семестрах.

Тогда в качестве целевой функции сформулируем

$$\sum_{j=1}^N V_j * |RP^1 - RP_j^2| \rightarrow \min. \quad (10)$$

Следует отметить, что в первую очередь оптимизировать нагрузку необходимо для сервисных кафедр, поскольку для выпускающих кафедр в целом нагрузка изначально сформирована относительно равномерно, исходя из требования для рабочих учебных планов о 18-20 кредитах в семестр.

После завершения этапа моделирования и определения целевой функции (10) и ограничений (5) и (7) следует перейти к построению алгоритма решения задачи, более того, к определению типа алгоритма.

На этапе выбора методов и средств программирования были изучены современные методы решения сходных задач, такие как целочисленное программирование, генетическое программирование, использование жадного

алгоритма и другие. Поиск решения методом целочисленного программирования не представляется возможным, поскольку переменных в ограничительных условиях достаточно много, и их количество возрастает с количеством обрабатываемых учебных планов, что делает использование данного способа решения нецелесообразным. В данном случае более эффективно применение последовательного итерационного жадного алгоритма. Поскольку дисциплины, для проведения которых требуются специализированные аудитории, такие как «Информационные и коммуникационные технологии» или «Физика», в целом ведутся преподавателями одной кафедры, сначала необходимо исследовать возможность перемещения и формирования потоков для этой кафедры, а затем уже для других.

1.5. Анализ исходных данных в задаче рационализации рабочих учебных планов

Формирование педагогической нагрузки ВУЗа происходит в первую очередь на основании рабочих учебных планов специальностей (РУП), но также немаловажным фактором является имеющийся аудиторный фонд, как специализированный, так и общего пользования. Кроме того, распределение учебной нагрузки на кафедрах оказывает влияние на расписание учебных занятий, которое должно быть составлено таким образом, чтобы удовлетворять многочисленным требованиям организационного и методического характера, имеющим различные степени обязательности, часто противоречивым или даже взаимоисключающим [39].

Для повышения эффективности процесса формирования педагогической нагрузки следует проводить предварительный анализ рабочих учебных планов. Более того, в задаче анализа с целью оптимизации учебных планов целесообразно применение математических методов не только для оценки самого учебного плана по заданным критериям оптимальности, но и оптимизация исходных данных. Все компоненты, такие как рабочие учебные планы, распределение

нагрузки на кафедре, количество специализированных аудиторий в конечном счете оказывают влияние на качество организационных процессов ВУЗа, такие, например, как составление учебного расписания. Для достижения равномерности использования аудиторий по обоим семестрам для каждого факультета следует применить управление процессом по формированию рабочего учебного плана (РУП) [53].

Поэтому анализ рабочих учебных планов изначально направлен на их оптимизацию с целью равномерного распределения педагогической нагрузки, а следовательно, с учетом студенческого контингента. Рассмотрим некоторые особенности процесса анализа на примере рабочих учебных планов Казахского университета экономики, финансов и международной торговли. Поскольку основной контингент студентов составляют обучающиеся по программам бакалавриата, основная часть педагогической нагрузки, а также загруженность специализированных аудиторий зависит от оптимизации рабочих учебных планов бакалавриата. Поэтому процесс анализа целесообразно осуществлять именно с учебными планами бакалавриата, хотя обучение ведется также по программам магистратуры [39].

В рассматриваемом университете имеется три основных направления подготовки специалистов: искусство, экономика и прикладные науки. По данным трем направлениям ведется подготовка по 17 специальностям. При этом основные проблемы при формировании педагогической нагрузки возникают с распределением сервисных дисциплин, поскольку именно они ведутся на потоке для всех специальностей и нагрузка по этим дисциплинам может быть распределена по преподавателям на кафедре так, что задача по составлению учебного расписания не будет иметь определенного решения. Поэтому предварительный анализ нагрузки осуществляется как для каждого потока студентов, так и для общей нагрузки выпускающей кафедры. Проведение такого анализа позволит на ранних этапах обнаружить некоторые несоответствия в распределении учебной нагрузки, которые впоследствии приводят к некорректности в постановке задачи о расписании учебных занятий [7].

Например, рассмотрим распределение педагогической нагрузки по сервисным дисциплинам для потоков студентов, обучающихся на первом курсе. В целом, анализ рабочих учебных планов с целью оптимизации учебной нагрузки направлен на рассмотрение и работу с рабочими планами 1 курса по той причине, что именно для студентов 1 курса осуществляется ведение дисциплин сервисных кафедр, объединенных в потоки по направлениям обучения. Согласно рабочему учебному плану в течение одного учебного года студенту необходимо освоить в среднем 36-40 кредитов, что примерно составляет 14-16 дисциплин.

Равномерность распределения учебной нагрузки сервисных кафедр по семестрам это не просто благопожелание учебной части, а наиважнейшее требование по управлению учебным процессом [48].

Рассмотрим детально математическую модель исследуемого процесса. Именно модель, т.е. не сам реальный учебный процесс, а его представление в форме графов, схем и вычислительных алгоритмов, что позволяет использовать различные математические методы теории графов, исследования операций, численные методы и пр.

Имеется N кафедр, которые ведут сервисные дисциплины. РУП по всем специальностям 1 курса, на котором и проводятся занятия по сервисным дисциплинам, уже сформированы. Нагрузка по каждой дисциплине на каждом из M факультетов известна. Нагрузка по каждой кафедре должна быть распределена равномерно по семестрам. Чтобы получить не N отдельных целевых функций, а одну, следует выполнить операцию сложения с некоторым весом. В качестве веса можно использовать нагрузку кафедры, рассчитываемую по формуле (9), а также рассчитывать долю нагрузки по рассматриваемым сервисным дисциплинам на каждом факультете, тогда целевая функция примет вид:

$$\sum_{j=1}^N \left(V_j * \sum_{t=1}^M |RP_{tj}^1 - RP_t^2| \right) \rightarrow \min, \quad (11)$$

где RP_{tj}^1, RP_{tj}^2 - нагрузка j -той кафедры по сервисным дисциплинам на t -том факультете за первый и второй семестр соответственно.

Рассмотрим ограничения для задачи, которые связаны с переносом дисциплин в РУП из одного семестра в другой.

Наилучшим вариантом, конечно, является такой перенос, при котором не изменяется количество кредитов в семестре. Но для общего случая в ограничении (8) указано, что перенос приводит к изменению не более, чем на 1 кредит в каждом семестре. Хотя количество таких ограничений пропорционально количеству РУП и количеству вариантов переноса.

Следует отметить, что необходимо учесть ограничение (7) на равномерность использования специализированных аудиторий. Кажется, что это ограничение избыточно, оно уже в основном учтено при анализе нагрузки по таким дисциплинам. Но как это часто бывает при моделировании каких либо процессов, введение дополнительных ограничений не только не усложняет получение приемлемого или оптимального решения задачи, но и значительно его облегчает [1].

Рассмотрим структуру РУП. Как видно из рисунка 5, в учебном плане для студентов 1 курса по направлению «Искусство» предусмотрено освоение 16 дисциплин. Если факультетов 10, тогда придется рассматривать $16*10$ переменных, и выбирать для них подходящие семестры по каким-то критериям. В данном конкретном случае рассматривается частная задача для 3 факультетов конкретного университета, но предложенный алгоритм применим для любого количества факультетов.

Прежде, чем рассматривать алгоритм решения задачи, попытаемся уменьшить количество независимых переменных. Для этого используем особенности постановки задачи. Так, например, дисциплины «Казахский/русский язык» и «Иностранный язык» преподаются в обоих семестрах учебного года, поэтому не влияют на равномерность распределения нагрузки для кафедры, осуществляющей преподавание данных дисциплин, и их можно не учитывать. Также исключаются из рассмотрения специализированные дисциплины по

каждой специальности, ведение которых закреплено за выпускающей кафедрой. Таким образом, за два семестра в среднем по каждому из направлений осуществляется проведение занятий по 10 сервисным дисциплинам.

Академическая степень: Бакалавриат						
Предшествующие дисциплины	Наименование модуля	Код дисциплины	Наименование дисциплины	Количество кредитов	Семестр	Коэффициент ИК
Общий обязательный модуль ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	Inf 1101	Информатика	ООД (ОК)	2	3	5
	IVa 1102	Иностранный язык	ООД (ОК)	1	3	5
	K(R)Ya 1103	Казахский (Русский) язык	ООД (ОК)	1	3	5
Общий обязательный модуль ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ	Soc 1104	Социология	ООД (ОК)	1	2	3
	EUR 1105	Экология и устойчивое развитие	ООД (ОК)	1	2	3
	OBZh 1106	Основы безопасности жизнедеятельности	ООД (ОК)	2	2	3
Обязательный модуль по специальности ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ	IG 1201	Инженерная графика 1	ВД (ОК)	1	2	3
	Cve 1202	Цветоведение	ВД (ОК)	2	3	5
Общий обязательный модуль ИСТОРИЧЕСКИЙ	IK 1107	История Казахстана	ООД (ОК)	2	3	5
	Rved 1108	Религиоведение	ООД (КВ)	1	2	3
Общий обязательный модуль ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	IVa 1109	Иностранный язык	ООД (ОК)	2	3	5
	K(R)Ya 1110	Казахский (Русский) язык	ООД (ОК)	2	3	5
Общий обязательный модуль МИРОВОЗРЕНИЧЕСКИЙ	OP 1111	Основы права	ООД (ОК)	2	2	3
	OEI 1112	Основы экономической теории	ООД (ОК)	2	2	3
	Fu 1113	Философия	ООД (ОК)	1	3	5
	Pol 1114	Политология	ООД (ОК)	1	2	3
				Итого за 1 семестр:	19	30
				Итого за 2 семестр:	21	34
				Итого за 1 год обучения:	40	64
Дополнительные виды обучения						
				Fiz	Физическая культура	ДВО (ОК)
				UP	Учебная практика (Пленэр)	ДВО (ОК)
					Итого по ДВО	10
					Итого по теоретическому обучению:	40
					Итого:	50
						77

Рисунок 5 – Образец рабочего учебного плана для 1 курса

Особенность преподавания сервисных дисциплин в вузе состоит в том, что для всех специальностей факультета сервисная дисциплина проводится в одном и том же семестре. Это позволяет не рассматривать каждый РУП отдельно, а проводить суммарные оценки по каждой дисциплине на факультете [62].

На рисунке 6 представлена последовательность исходных дисциплин, где 1 обозначает проведение дисциплины в первом семестре, 0 – во втором семестре.

№ варианта / дисциплина	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1
	# направления	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	Кол-во кредитов	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2
Информатика																						
История Казахстана																						
Основы безопасности жизнедеятельности																						
Основы экономической теории																						
Основы экологического образования																						
Социология																						
Философия																						
Математика в экономике																						
Основы безопасности жизнедеятельности																						
Основы экономической теории																						
Религиоведение																						
Социология																						
Философия																						
Экология и устойчивое развитие																						
Информатика																						
История Казахстана																						
Основы безопасности жизнедеятельности																						
Основы экономической теории																						
Религиоведение																						
Социология																						
Философия																						
Экология и устойчивое развитие																						

Рисунок 6 – Блок исходных данных

Введем обозначение $k = \{0, 1\}$, то есть возможное расположение дисциплины в рабочем учебном плане по семестрам.

Если рассматривать все возможные варианты распределения дисциплин по семестрам, то задача сводится к задаче комбинаторики о размещениях с повторениями. Тогда при длине блока исходных данных $n = 30$ общее число всех возможных вариантов составляет $k^n = 2^{30}$ или 1 073 741 824 варианта.

Исследуем дополнительные способы для уменьшения общего количества переменных для задачи анализа распределения нагрузки. Для этой цели проведем эвристический анализ данных. Так дисциплина «Информатика», требует для проведения практических занятий специализированных аудиторий. Кроме этого, оказалось стратегически важным для исследуемого вуза проводить занятия по этой дисциплине в осеннем семестре, как и по дисциплине «История Казахстана».

Кроме того, преподавание дисциплин «Основы права» и «Политология», находящихся в разных семестрах и составляющих по объему часов 2 кредита, закреплено за одной кафедрой, поэтому перенос в другие семестры не даст улучшения кафедрального объема часов. Следовательно и рассматривать их в общем блоке анализируемых данных не имеет смысла.

Тогда длина блока исследуемых данных сокращается до $n = 18$ (по 6 на каждом направлении), а общее число всех возможных вариантов составит $k^n = 2^{18}$ или 262144 варианта.

Самый простой способ анализа всех возможных вариантов является метод полного перебора, причем будут рассмотрены и исследованы даже все тривиальные решения. Схема алгоритма с использованием метода полного перебора и выявления оптимального значения целевой функции представлена на рисунке 7. Этот метод был реализован с целью получения всех вариантов изменения семестра и получения количества оптимальных решений и их анализа.

В результате было получено 3 оптимальных последовательности при значении целевой функции $F = 140\ 939$ (рисунок 8). Кроме того планировалось определить время работы программы, но для такого небольшого количества переменных оно оказалось незначительным.

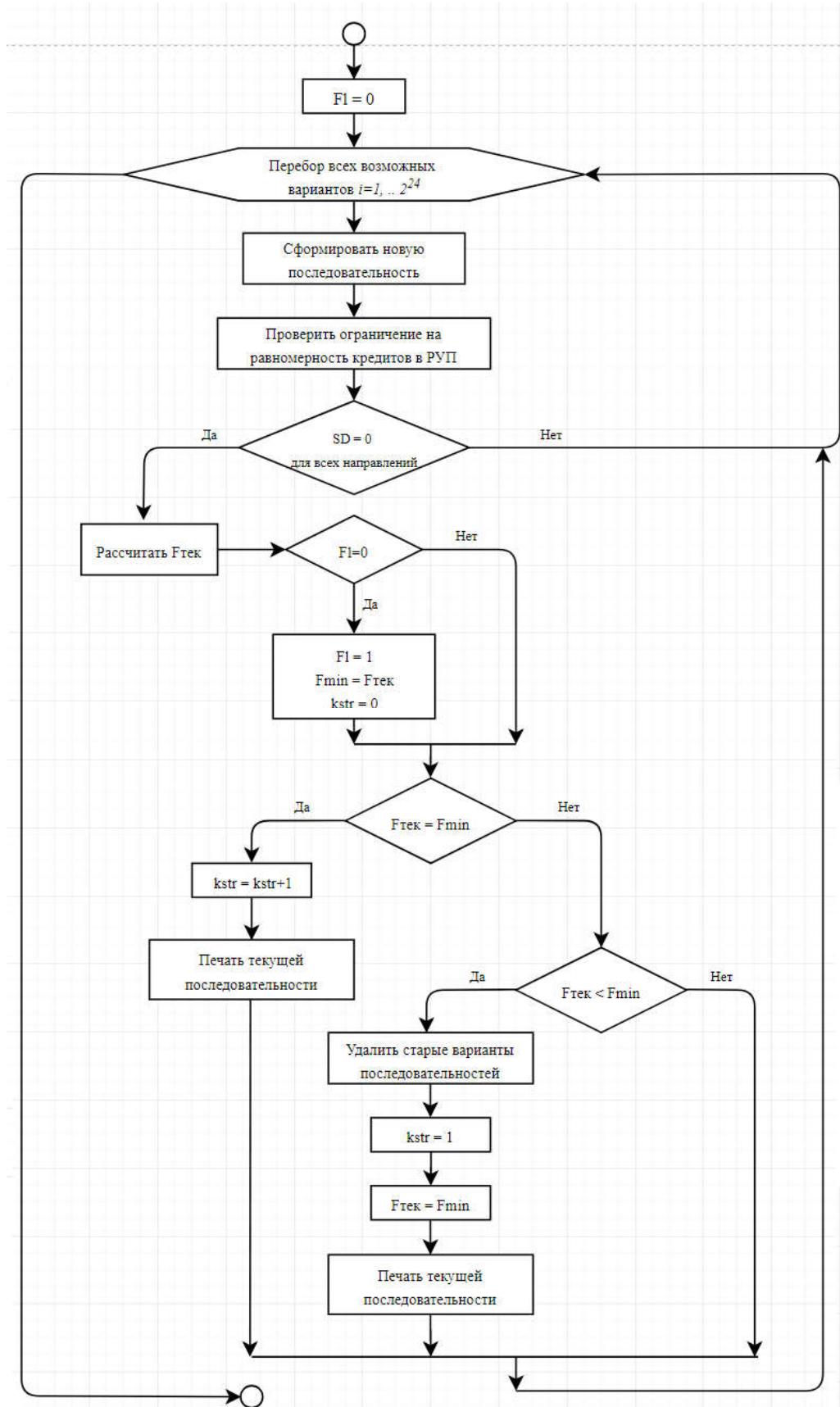


Рисунок 7 – Схема алгоритма полного перебора вариантов

140939	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
# направления	3	3	1	1	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
	06.04.2019 13:02																										
	06.04.2019 13:02																										

Рисунок 8 – Варианты решения при полном переборе

Еще одной задачей при проведении полного перебора, являлось проверка изменений в РУП на предмет ограничений в виде равенства нулю или неравенства. Оказалось, что все оптимальные решения достигаются при выполнении ограничения (5) в виде равенства нулю:

$$\sum_{k=1}^{K^1} \delta_{ijk}^1 * Kr(D_{ijk}^1) + \sum_{k=1}^{K^2} \delta_{ijk}^2 * Kr(D_{ijk}^2) = 0. \quad (12)$$

Изменение ограничения (12) позволило применить другой подход в поиску оптимального решения.

Кроме того, рассматривалась задача с учетом ограничений на аудиторный фонд и без него. Как и ожидалось, учет этого ограничения приводит к большему значению целевой функции (11) [49].

Итак, окончательный алгоритм сформировался после анализа полного перебора, и его выполнение осуществляется следующим образом.

1. Сначала реализуется распределение по семестрам дисциплины «Информатика», для которой задается условие по ограничению аудиторного фонда.
2. Затем рассматриваются суммарные РУП на каждом направлении для оставшихся дисциплин и производится поиск подходящих переносов дисциплин

по семестрам. При этом ограничения на изменение количества кредитов в РУП выполняются автоматически, т.к. изменений нет.

3. Формируются подходящие варианты для каждого направления
4. Определяется оптимальное решение при сочетании этих вариантов

Первый шаг фактически сводится к задаче разделения одномерного массива на две части с одинаковыми суммами [50]. После выполнения 1 шага система сильно выведена из состояния равновесия тем, что для одной дисциплины уже точно известно ее распределение по семестрам. Это приводит к значительному снижению вариантов при выполнении 2 шага [52].

В данном алгоритме также предусмотрен обмен двух и трех пар дисциплин с одинаковым количеством кредитов, а также двух дисциплин по 3 кредита в одном семестре на три дисциплины по 2 кредита в другом семестре, что по сумме составляет по 6 кредитов.

Схема алгоритма с использованием сформулированного подхода представлена на рисунках 9, 10 [39].

В результате выполнения представленного алгоритма для каждого из направлений сформулировано следующее количество вариантов: «Искусство» - 1 вариант, «Экономика» - 63 варианта, «Прикладные науки» - 18 вариантов. Один вариант для направления «Искусство» обусловлен строгим закреплением дисциплин «Информатика» и «История Казахстана» в первом семестре. Тогда общее количество всех возможных перемещений в общем случае составит $1*63*18$, что составляет 1 134 варианта, что значительно меньше предполагаемого количества на начальном этапе.

Полученные комбинации последовательности следует оценить с позиции оптимальности значения целевой функции. Поиск минимального значения целевой функции осуществляется аналогично тому, как и для метода полного перебора. В результате было получено 567 возможных вариантов последовательности при значении целевой функции $F = 99\ 781$. Однако, в данном случае не было учтено ограничение в потребности специализированных аудиториях.

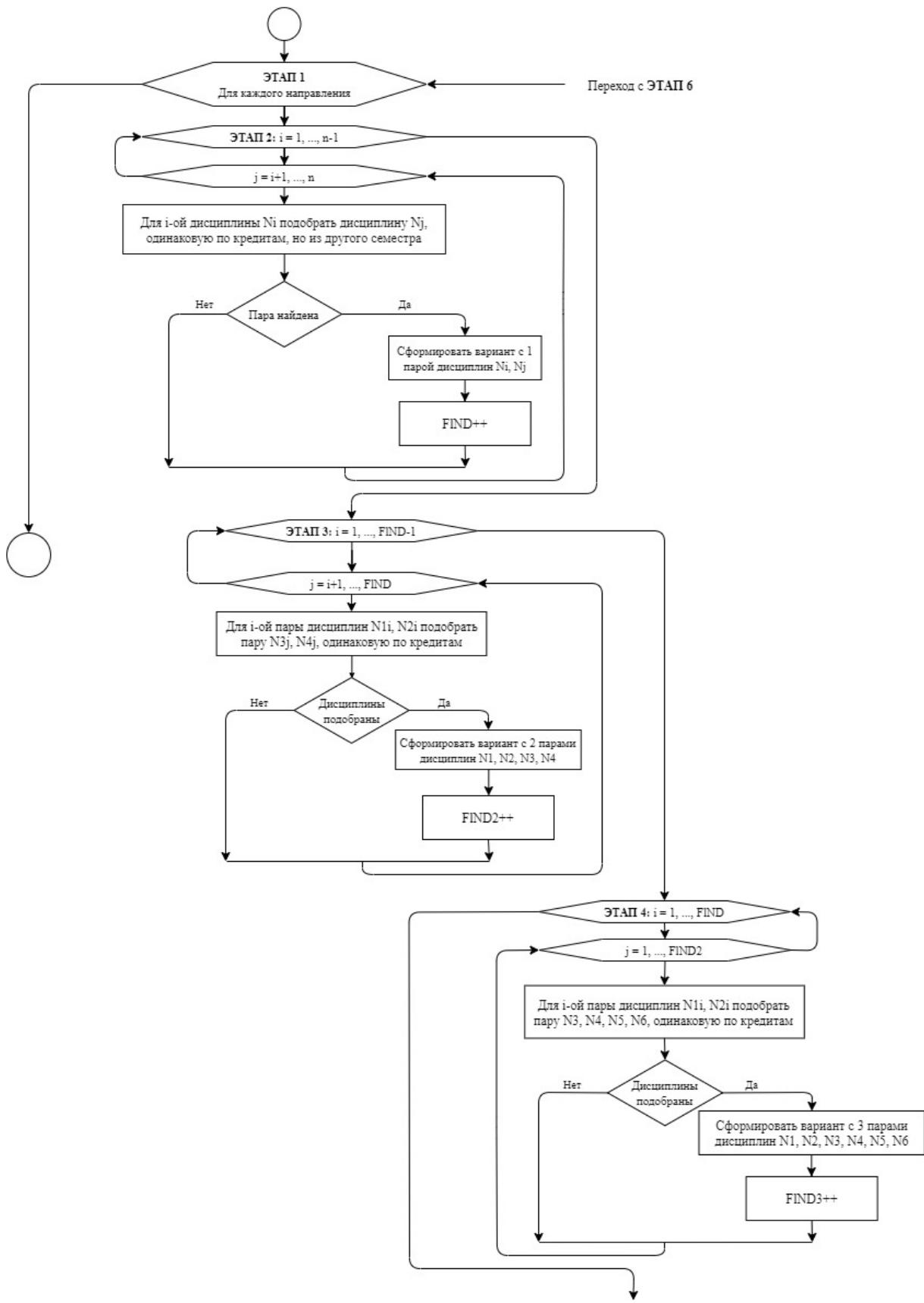


Рисунок 9 – Схема алгоритма подбора дисциплин (начало)

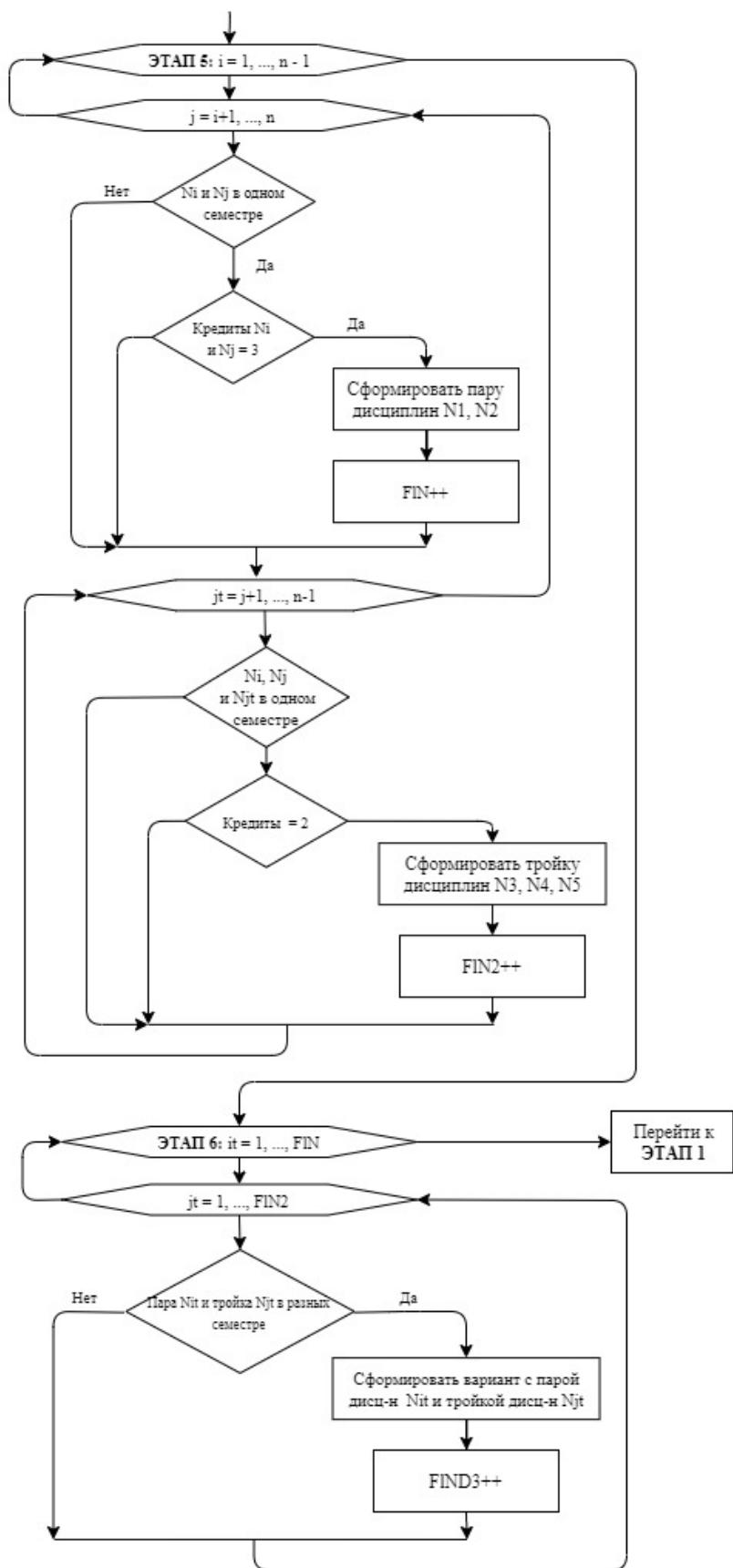


Рисунок 10 – Схема алгоритма подбора дисциплин (завершение)

Если же рассматривать задачу с учетом ограниченности аудиторного фонда, в результате анализа сформированных на данном этапе комбинаций также получается всего 3 варианта при значении целевой функции $F = 140\ 939$, что совпадает с вариантами последовательности, полученными с помощью полного перебора.

Сведение задачи к анализу всего лишь 1134 возможных комбинаций последовательности для формирования оптимального распределения сервисных дисциплин в частном случае для длины блока исходных данных $n = 24$ значительно упрощает процесс анализа.

Анализ рабочих учебных планов является одной из важных составляющих процесса распределения педагогической нагрузки, что в конечном итоге формирует исходные данные для задачи о составлении расписания занятий. Если анализировать учебные планы всех специальностей по всем направлениям сразу, тогда блок исходных данных будет избыточным с большим количеством повторяющихся переменных. Однако, поскольку ведение занятий по сервисным дисциплинам осуществляется в потоке на каждом из факультетов, а не в отдельных группах специальности, имеет смысл определять один основной учебный план для каждого из направлений, данные из которых анализируются, а остальные учебные планы направления ссылаются на основной. Далее непосредственный анализ учебных планов с целью их оптимизации уже осуществляется согласно алгоритму, описанному выше.

1.6. Выводы

Рассмотренные в первой главе положения, касающиеся концептуального описания функционирования образовательной системы вуза в целом и формирования оптимальной педагогической нагрузки на основании анализа учебных планов в частности, могут быть кратко сформулированы в виде следующих выводов:

1. Проанализированы основные программные решения, нацеленные на решение сходных задач по рационализации учебного процесса с использованием вычислительных алгоритмов.
2. Проанализирована структура рабочего учебного плана, на основе которого впоследствии сформирована структурно-функциональная модель оптимизации рабочих учебных планов, позволяющая рассматривать процесс формирования педагогической нагрузки как сложную систему.
3. Разработана уточненная модель рационализации рабочих учебных планов на основе анализа исходных данных.

Глава 2

Вычислительные алгоритмы (численные методы), реализующие процесс обучения

В этой главе излагаются вычислительные (численные) алгоритмы, посредство которых представленные в предыдущей главе модели учебного процесса, представляются в форме данных, обрабатываемых на компьютере с целью получения конкретных планов, расписаний и пр. пригодных для реализации процесса обучения.

2.1. Анализ учебных планов старших курсов в целях оптимизации учебного процесса

После того как осуществлен анализ учебных планов для первого курса, фактически выполнен анализ поточности сервисных дисциплин с целью оптимизации педагогической нагрузки, можно перейти к рационализации учебных планов старших курсов. Причем учебные планы для выпускного курса не анализируются, поскольку на последнем курсе предусмотрено теоретическое обучение только в зимнем семестре, в последнем весенном семестре у выпускников запланированы только производственная практика и написание дипломной работы, следовательно, дисциплин для перемещения по семестрам нет [32].

Поэтому анализ предусматривает работу с учебными планами второго и третьего курсов. Причем задачи оптимизации для разных курсов отличаются друг от друга.

Рассмотрим сначала задачу анализа учебных планов для 3 курса. Согласно правил организации учебного процесса на третьем курсе предусмотрено обучение студентов только по профилирующим дисциплинам, которое осуществляется выпускающей кафедрой. Поэтому в данном случае задачи оптимизации педагогической нагрузки с позиции кафедры не стоит, поскольку перемещение дисциплин выполняется для одной кафедры с учетом одинакового количества кредитов и не влияет на общий объем часов [5]. В данном случае оптимизация нагрузки направлена на объединение потоков для одинаковых дисциплин по специальностям внутри кафедры с целью минимизации малоукомплектованности учебных потоков.

В условиях рассматриваемого ВУЗа на каждой выпускающей кафедре закреплено по две специальности, поэтому для каждой кафедры осуществляется анализ не более чем 4 учебных планов (для двух специальностей бакалавриата со сроком обучения 3 и 4 года). Кроме того, количество кредитов по теоретическому обучению в учебном плане строго определено, т.е. заранее известно выделяемое количество кредитов на каждый семестр.

Процесс анализа выполняется следующим образом, причем последовательно для каждой кафедры ВУЗа и имеет своей целью минимизацию количества учебных потоков по одинаковым дисциплинам кафедры, что в конечном итоге позволит оптимизировать педагогическую нагрузку [19].

Сначала выбираются все дисциплины независимо от семестра изучения из учебных планов k -ой кафедры. Осуществляется подсчет сколько раз встречаются подобные дисциплины в учебных планах одного года поступления. На основании этого формируется таблица с повторяющимися дисциплинами, которую впоследствии желательно отсортировать по количеству повторений дисциплины в учебных планах (рисунок 11).

Кроме того, в данной таблице дисциплинам проставлена метка:

- -1 – дисциплины, повторяющиеся в разных семестрах, следовательно, требующие перемещения в некоторых из учебных планов;
- >1 – уникальные номера для дисциплин, повторяющихся в одном семестре, следовательно, нежелательные для перемещения.

Дисциплина	1 семестр				2 семестр				SKr1	SKr2	Отметка о перемещении
	3к4г	2к3г	3к4г	2к3г	3к4г	2к3г	3к4г	2к3г			
D1	2			2	3				6	3	-1
D2					3	3	3		0	9	2
D3	3	3					3	3	6	6	-1
D4	2		2		2			2	4	4	-1
D5	2	2	2						6	0	1
...									0	0	
Dn	2						2		2	2	-1

Рисунок 11 – Таблица повторяющихся дисциплин в учебных планах k -ой кафедры

После того, как подобная таблица сформирована, приступаем к непосредственному анализу и поиску альтернатив для объединения потоков для ведения повторяющихся дисциплин [22, 27].

Задача анализа и оптимизации учебных планов для 3 курса формулируется следующим образом: необходимо смоделировать учебные планы специальностей каждой кафедры таким образом, чтобы свести количество малокомплектных групп, а следовательно, и педагогическую нагрузку текущей кафедры к минимуму. Причем, следует отметить, что учебные планы для каждой кафедры рассматриваются отдельно, то есть осуществляется декомпозиция задачи оптимизации по параметру ведущей кафедры.

Математическая модель формирования рабочих учебных планов для 3 курса, исключающих наличие малокомплектных групп, формализуется следующим образом: необходимо распределить дисциплины D_i по семестрам Sd_j каждого учебного плана ($j = \overrightarrow{1,4}$) для конкретной кафедры таким образом, чтобы минимизировать количество малокомплектных групп по специальностям кафедры.

На первоначальном этапе известно общее количество кредитов KQ_j для каждого из четырех рабочих учебных планов кафедры, выделяемых на

теоретическое обучение, следовательно на каждый семестр планируется половина от общего объема кредитов.

Тогда для каждого учебного плана после некоторого перемещения дисциплин для обоих семестров должны выполняться тождества

$$\left| \sum_{i=1}^n SKr_i^1 - \frac{KQ_j}{2} \right| \leq 1, \quad \left| \sum_{i=1}^n SKr_i^2 - \frac{KQ_j}{2} \right| \leq 1, \quad (13)$$

где SKr_i^1 , SKr_i^2 – сумма кредитов по данной дисциплине во всех учебных планах в первом и втором семестрах соответственно;

KQ_j – общее количество кредитов по каждому из учебных планов.

Как говорилось ранее, целью оптимизации учебных планов 3 курса обучения является свести количество малокомплектных потоков по одинаковым дисциплинам к минимуму, причем количество перемещений дисциплин также должно быть наименьшим.

В качестве метода решения выбран эволюционный подход оптимизации [61].

На основании исходной таблицы, представленной на рисунке 11, формируется рабочая таблица дисциплин (рисунок 12), которая содержит варианты «идеального» распределения каждой дисциплины по семестрам для всех учебных планов (то есть предполагается, что дисциплина стоит во всех учебных планах либо в первом, либо во втором семестре).

В таблице «идеальных» вариантов вводится 2 дополнительных параметра:

- параметр $\Delta SKr_i = SKr_i^1 + SKr_i^2$, характеризующий сумму кредитов по данной дисциплине во всех учебных планах;
- параметр MKr_i определяет количество перемещенных в другой семестр кредитов дисциплины для формирования «идеального» варианта.

Причем при построении таблицы достаточно учитывать только первый семестр, поскольку для дисциплины D_i комбинация с геном 0 соответствует закреплению дисциплины в первом семестре, с геном 1 – в противоположном втором семестре.

Дисциплина	Гены	1 семестр				SKr1+SKr2	MKr
		R1	R2	R3	R4		
D1	0	2	3	2	2	9	3
	1	0	0	0	0	9	6
D2	0	0	0	0	0	9	9
	1	3	3	3	0	9	0
D3	0	3	3	3	3	12	6
	1	0	0	0	0	12	6
D4	0	2	2	2	2	8	4
	1	0	0	0	0	8	4
D5	0	2	2	2	0	6	0
	1	0	0	0	0	6	6
...	0						
	1						
Dn	0	2	0	2	0	4	2
	1	0	0	0	0	4	2

Рисунок 12 – Таблица для формирования начальной популяции

Эта таблица является исходной таблицей для формирования начальной популяции хромосом [45]. Хромосомы формируются путем случайного выбора i -го гена одной из комбинаций дисциплины D_i .

Поскольку при формировании начальной популяции в качестве генов выбирается «идеальная» комбинация распределения дисциплины по семестрам, то минимизация малокомплектных групп решается еще на первоначальном этапе. Однако, выбор «идеальных» комбинаций еще не является оптимальным решением с позиции равномерности распределения кредитов по семестрам учебного плана. Поэтому в качестве целевой функции в условиях эволюционного подхода оптимизации может быть использована минимизация по количеству перемещаемых кредитов в учебных планах [58].

Тогда модель оптимизации учебных планов 3 курса обучения формулируется следующим образом: для оптимизации учебных потоков 3 курса необходимо минимизировать количество перемещаемых в учебных планах кредитов согласно целевой функции:

$$\sum_{j=1}^n MKr_i \rightarrow \min, \quad (14)$$

при условии выполнения ограничений (13) по каждому из учебных планов 3 курса для каждой из рассматриваемых кафедр.

Причем, следует отметить, что оптимальным значением ограничений (13) для каждого из учебных планов в условиях рассматриваемой задачи является нулевое (то есть после перемещения дисциплин учебные планы кафедры полностью соответствует требуемому количеству кредитов KQ_j) [55].

Схема алгоритма, реализующего оптимизацию учебных планов 3 курса, представлена на рисунке 13.

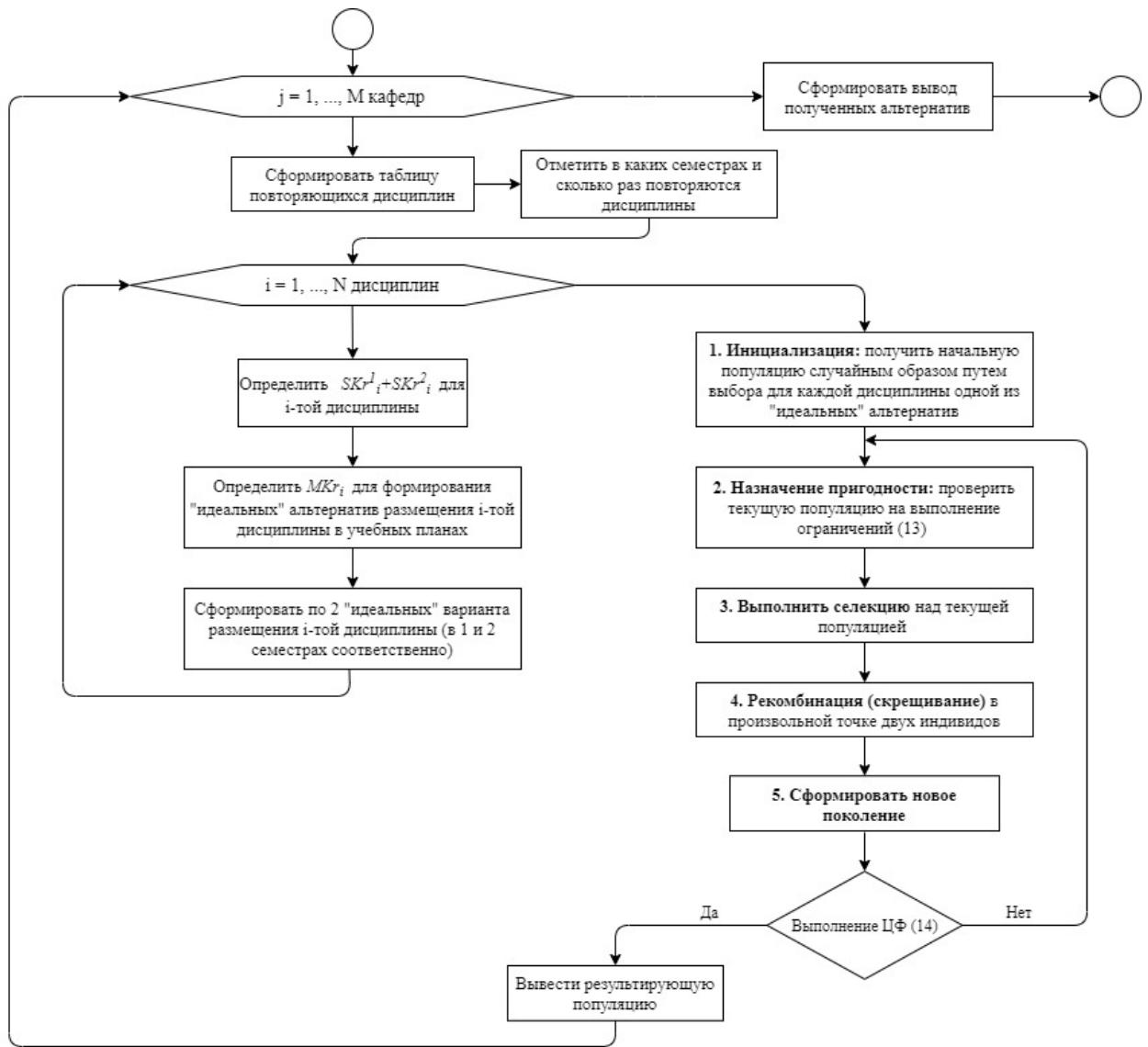


Рисунок 13 – Алгоритм формирования альтернатив для учебных планов 3 курса

Анализ учебных планов 2 курса обучения представляет собой некоторый симбиоз алгоритмов анализа учебных планов для первого и третьего курса. Поскольку на втором курсе предусмотрено изучение общеобразовательных

дисциплин (закрепленных за сервисными кафедрами) и профильных дисциплин (ведутся выпускающими кафедрами), анализ учебных планов второго курса содержит две подзадачи:

- выявление сервисных дисциплин и объединение потоков пофакультетно;
- выявление профильных дисциплин, закрепленных за выпускающими кафедрами, следовательно, минимизация учебных потоков по каждой специальности.

Рассмотрим постановку задачи рационализации учебных планов второго курса обучения с целью минимизации учебной нагрузки некоторого вуза. Дисциплины студентов второго курса каждой кафедры условно можно разделить на 3 категории: общеуниверситетские (как правило, общеобразовательные дисциплины, преподаваемые для всех специальностей вуза), общефакультетские (базовые дисциплины, характеризующие профильную направленность факультета), кафедральные (специализированные дисциплины выпускающих кафедр). Также следует отметить тот факт, что на кафедре могут обучаться студенты нескольких специальностей или сроков обучения.

Тем не менее, в отличие от задачи анализа учебных планов первого курса обучения, когда количество обучающихся планируется и считается предварительным, в задаче оптимизации учебных планов второго курса контингент студентов задан. Тогда путем редактирования учебных планов, т.е. переноса дисциплин, не связанных пререквизитами, на другой семестр с сохранением общего количества кредитов в каждом семестре во всех учебных планах достигается решение проблемы минимизации учебной нагрузки за счет формирования лекционных потоков, максимально приближенных к утвержденным верхним значениям диапазона наполненности потока, а также оптимизирующих нагрузку каждой кафедры.

Исследуем детально каждый из уровней дисциплин. Размещение общеуниверситетских дисциплин в учебных планах наиболее просто подвергаются редактированию, поскольку общее уменьшение нагрузки встречает

только положительную реакцию со стороны руководства вуза, да и закрепление дисциплин за сервисными кафедрами не изменяется. Уровень межфакультетского взаимодействия более сложен. Даже достигнутые договоренности между кафедрами на стадии формирования образовательных программ достаточно часто к началу учебного года нарушаются. Но, как бы то ни было, к началу анализа учебных планов второго курса известно окончательное закрепление дисциплин за кафедрами и студенческий контингент, обучающийся согласно каждому из анализируемых учебных планов.

Как бы не хотелось в данном случае применить к решению задачи оптимизации жадный алгоритм, то есть сначала оптимизировать дисциплины первого уровня, затем второго и только потом третьего уровней, но доказать, что исследуемая задача описывается матроидом в общем случае не удалось. Конечно, если бы во всех учебных планах второго курса обучения количество кредитов в каждом семестре по дисциплинам 1 уровня было одинаково, то решение задачи для дисциплин 2 и 3 уровня не зависело бы от оптимизации распределения дисциплин 1 уровня. Следует учесть тот факт, что второй уровень может существовать не для всех факультетов, а третий уровень имеется для каждой кафедры.

Сформулированная задача является нетривиальной и сложной, и поиск оптимального решения требует определенных затрат. Данную задачу можно отнести к задачам планирования и многокритериальным задачам, требующим многоэтапного решения. Для решения сформулированной задачи оптимизации учебных планов второго курса обучения может быть использован нематематический подход, а именно решение с применением генетических алгоритмов.

Рассмотрим вопрос оптимизации потоков для дисциплин общеобразовательного компонента, т.е. общевузовского уровня. После просмотра всех учебных планов второго курса обучения в общем случае было выявлено две такие дисциплины. В имеющихся учебных планах они могут располагаться как в разных семестрах, так и в одном семестре разных специальностей. Кроме того,

если одна дисциплина – Философия – изучается всеми студентами, то вторая дисциплина не обязательна, если в образовательной программе специальности удалось поставить собственную профилирующую дисциплину. Следовательно, вопрос о формировании поточных лекций может решаться независимо для каждой дисциплины. Допустим, что дисциплина представлена в учебных планах таким образом, что изучается одновременно для каждого факультета.

Сформируем контингент студентов для каждого факультета с учетом двуязычного обучения в виде таблицы, отдельно для осеннего и весеннего семестров. На следующем этапе необходимо определить общее количество студентов для изучения рассматриваемых дисциплин и, соответственно, минимальное количество потоков для каждого языка обучения, кратное максимальной наполняемости потока.

Допустим, что при максимальной наполняемости кратной 120 студентов размер потока не должен превышать фактически 123 студента с учетом 2.5% отклонения при формировании потока. Это позволяет правильно округлить полученное значение количества потоков.

Задача оптимизации потоков для дисциплин общевузовского компонента имеет особенность, заключающуюся в том, что глобальный минимум известен, но он может быть не достижим.

Рассмотрим более подробно алгоритм поиска оптимального формирования потоков для одной дисциплины.

1. Определить общее количество студентов по каждому отделению.
2. Определить минимальное целое количество потоков для каждого отделения за год.
3. Определить минимальное количество потоков на каждый семестр по текущему состоянию учебных планов.
4. Если это число целое, то решение считается приемлемым, иначе применяется генетический алгоритм, позволяющий определить такое наименьшее изменение в учебных планах, которое приведет к целочисленным результатам.

Если процедура применения генетического алгоритма является стандартной, и хромосома рассматривается только для осеннего семестра, и количество элементов равно количеству факультетов, то задача оценки хромосомы является более сложной (причем значительно) чем на других уровнях. Более того, важно учитывать, что оценку необходимо проводить не только для осеннего, но и для весеннего семестра.

1. Выбрать факультет с наибольшим количеством студентов.
2. Подобрать для него следующие факультеты, позволяющие получить суммарное количество студентов, близкое к кратному 120.

Жадный алгоритм для этой задачи может дать верхнюю границу оценки. Сумма таких границ для обоих семестров даст оценку хромосомы. Для формирования конкретных потоков описанный алгоритм применяется к каждой группе факультетов, и рассматриваются отдельные специальности.

Для более точного результата следует решать задачу формирования потоков по специальностям, если считать допустимым, что специальности факультета изучают дисциплину в разных семестрах.

Если вторая дисциплина изучается также всеми студентами вуза, то полученное распределение применяется и ко второй дисциплине.

После формирования наименьшего количества поточных лекций, система учебных планов будет выведена в общем случае из состояния равновесия. Можно попытаться компенсировать его с помощью второй дисциплины, а можно решить этот вопрос на более низком уровне, приняв полученное распределение, как начальное приближение. Оценим вклад каждого уровня задачи для уменьшения общего количества потоков. На первом общеуниверситетском уровне 2 дисциплины. На втором – общефакультетском - уровне существует как минимум одна дисциплина, которую изучают все студенты факультета. Разделение такой дисциплины по кафедрам менее значимо для больших наборов студентов на каждую кафедру и более значимо для специальностей с небольших контингентов студентов. В худшем случае уменьшение потоков может достигнуть количества, сравнимого с количеством факультетов. На кафедральном уровне

рассматриваются дисциплины одной кафедры. Оптимизация потоков при 2 специальностях и 2 формах обучения (полный и ускоренный период обучения), может уменьшить количество лекций до трех с каждой дисциплины. После одного прохода алгоритма итерации повторяются до достижения необходимого уровня точности.

Таким образом, не разрешая коллизии на каждом уровне, а перенося их решение на более низкий уровень, и проводя итерации по уровням, получим решение задачи оптимизации потоков для всего вуза.

Для исследуемой задачи было предложено последовательное применение серии генетических алгоритмов, которые можно назвать методом гребня (рисунок 14). Верхняя часть так называемого гребня охватывает и соединяет все дисциплины общеобразовательного компонента, представленные на общеуниверситетском уровне, средняя часть – общие дисциплины для каждого факультета (если такие есть), а нижняя часть как отдельные зубчики – профилирующие дисциплины кафедры.



Рисунок 14 – Схематичное представление метода гребня

В некоторых случаях, как было описано ранее, дисциплины факультетского уровня могут быть заменены в учебных планах на профилирующие кафедральные дисциплины. Тогда работа по объединению потоков на факультете не

выполняется, а осуществляется переход к анализу кафедральных потоков. Такая ситуация на рисунке 14 представлена блоком с пунктирными границами.

Предложенный метод отличается от обычной островной модели генетического алгоритма тем, что позволяет осуществлять поиск решения, спускаясь последовательно от верхнего уровня (общеобразовательных дисциплин) к факультетскому и далее к кафедральному уровням. Таким образом, поиск оптимального решения (т.е. минимизации учебных потоков) может быть выполнен локально сначала в рамках одного факультета, а затем с учетом предыдущего этапа оптимизации, осуществляется анализ следующего факультета.

В конечном итоге предложенные варианты оптимизации учебных планов рассматриваются сотрудниками учебной части, а затем принимается согласованное с соответствующими кафедрами решение о внесении изменений в учебные планы второго курса обучения.

2.2. Алгоритм формирования индивидуальной нагрузки преподавателей

В разработанной программе по распределению педагогической нагрузки предусмотрено формирование шаблона в формате MS Excel, в котором нагрузка кафедры распределена по отдельным листам в зависимости от формы обучения. Структура таблиц на каждом листе одинакова, заголовочная часть которой представлена на рисунке 15.

		Наименование дисциплины	Код и наименование специальности	Стажир по РПП	Кол-во кредитов	Группы	Курс	Кол-чество групп	Кол-чество студентов	Кол-чество аудиторных занятий	Язык обучения	Количество академических часов по видам учебной работы													
№пп	семестр											План	План	Семинарские, практик. занятия	Лабораторные занятия	Экзамены	Работа в ГАК	Работа в ГАК	Решение задач	Решение задач	Решение задач	Решение задач	Другие виды работ	ВСЕГО	
		3	4			7						план	план	всего	план	план	всего	21	2	2	3	3	33	34	35

Рисунок 15 – Заголовочная часть таблицы нагрузки

Когда нагрузка кафедры сформирована и распределена по преподавателям, совместителям и выделена на почасовую, то возникает самая сложная задача – создать таблицы индивидуальной нагрузки ППС, в которых была бы представлена вся информация, необходимая преподавателю для записи в журнал учета нагрузки, подготовки отчетов по семестрам о выполнении учебной нагрузки, анализа суммарных показателей, или возможности замены какой-то части нагрузки. Эта задача нетривиальна [44].

Ручное заполнение индивидуальных выписок из нагрузки в любом виде очень трудоемкий и скрупулезный процесс, особенно, если в штате кафедры большая численность преподавателей. Поэтому эффективней в данном случае использовать автоматизированное заполнение данных шаблонов.

Для правильной работы алгоритма важно проверить, что вся нагрузка распределена, даже если столбцы называются «Вакансия». Для проверки этого факта надо проверить на ненулевые значения в столбце «Вакансия», который находится в предпоследнем столбце таблицы. Проверять можно как в каждой строке, так и в строке суммарных данных, а также путем сравнения данных в столбцах «Всего» для запланированной и распределенной нагрузки. Если часть нагрузки не будет распределена, то суммарные данные на разных листах сводных отчетов не совпадут [10].

Обработка строк начинается с 17 строки шаблона. Признаком окончания работы является пустая ячейка в столбце «A», в котором записан номер по порядку. Признак можно изменить и сделать комплексным: по наличию данных в столбцах «семестр», «дисциплина» и т.д. Важно, чтобы признак окончания цикла был явно прописан.

Рассмотрим одну запись в нагрузке кафедры. Она может относиться к следующим категориям, обработка которых различна:

- дисциплина;
- практика;
- руководство дипломной работой или магистерской диссертацией;
- ГАК;

- рецензирование;
- другие виды работ.

Наиболее сложный алгоритм при обработке строки дисциплин, поэтому рассмотрим вначале наиболее простые виды нагрузки. Простые понятно с позиции ее анализа, а не выполнения [21].

Рассмотрим другие виды работ, к которым относятся обзорные лекции, а также кураторство и эдвайзерство. Эта нагрузка не делится на нескольких преподавателей, поэтому ее легко анализировать и записывать в таблицу индивидуальной нагрузки, а также вносить в различные суммарные характеристики.

Анализ рецензирования также не вызывает никаких затруднений. Эта нагрузка также не делится на нескольких преподавателей. Вся нагрузка по рецензированию заносится в один столбец, эта нагрузка является почасовой.

Нагрузка ГАК распределяется на несколько столбцов. В некоторых случаях строки с нагрузкой ГАК объединяются.

Анализ руководства дипломными работами и магистерскими диссертациями немного более сложен, чем рассмотренные ранее. Вначале следует исследовать формулу планируемой нагрузки, чтобы определить количество часов для одного обучаемого. Затем для каждого преподавателя, у которого есть такая нагрузка следует проверить, является ли закрепленная нагрузка по этому виду работ кратной вычисленной норме на одного обучаемого.

Формула в ячейке определяется следующим образом:

$s = .Cells(nRow, j).Formula,$

из этой формулы, зная количество обучаемых, нетрудно определить норму часов на одного обучаемого. Далее следует выполнить проверку, является число, полученное от деления нагрузки преподавателя на норму часов, целым.

Если результат целый, то значение записывается в соответствующую строку результатов, если же результат не целый, то необходимо напечатать сообщение об ошибке, указав название листа, номер строки и наименование столбца, в котором

выявлена ошибка. После печати сообщения выполнение работы не прекращается, лучше выявить сразу все ошибки.

Анализ распределения практики не очень отличается от анализа руководства дипломными работами. Единственное отличие заключается в том, что количество часов на одного обучаемого может быть дробным, но кратным 0,5.

Для всех рассмотренных выше видов учебной нагрузки ее вид определялся не столько наименование в столбце дисциплин, сколько наличием непустых ячеек в соответствующем столбце. Для определения того, что мы имеем дело с дисциплиной, можно проверить наличие обязательных компонентов. Для любой дисциплины всегда присутствуют какие-либо аудиторные занятия, хотя бы один из компонентов: лекция, лабораторные, семинарские. Таким образом можно проверять по сумме этих компонентов.

Итак, обнаружено, что строка соответствует дисциплине. Это может быть строка одиночной дисциплины, или дисциплины, занятия по которой объединены. Причем объединение может касаться всех видов нагрузки. Вводятся 6 переменных, которые отслеживают начало и конец объединений по каждому из 3 видов аудиторной нагрузке: лекции, семинары, лабораторные. Вначале все переменные нулевые. Как только обнаружено первое объединение ячеек по какому то виду нагрузки, то сразу же определяется последняя строка этого объединения.

If .Cells(nRow, 15).MergeCells And .Cells(nRow, 15) > 0 Then

Если в текущей строке присутствует объединение ячеек и в ячейке факт записано ненулевое число, то это начало объединения лекций.

Запоминаем начало объединения лекций, подготавливаем следующую строку для поиска конца объединения лекций, а также выставляем флаг этого события, хотя это и не обязательно, т.к. ненулевое значение nEdLec уже однозначно это событие отмечает.

nEdLec = nRow: k = nRow + 1: FlLek = True

Устанавливаем лектора объединенных занятий. Признаком лектора может быть наличие в формуле объединенной нагрузки ссылки на столбец «Итого»

суммарной нагрузки по дисциплине, который находится в описываемом случае в столбце AI, с наличием в случае необходимости вычитания некоторых слагаемых. Можно проверку проводить и на наличие ссылки на столбец фактических лекций. Все зависит от того, каким образом вводятся формулы при делении нагрузки.

Если дисциплина расположена на нескольких строках, то нужно применять другие методы поиска лектора, важно, чтобы лектор был один, и он был один и тот же для всех строк объединенной лекции.

```

nEdPPSLec = 0
For j = 38 To kCol + 37
    If .Cells(nRow, j) <> "" Then
        s = .Cells(nRow, j).Formula
        If Left(s, 3 + lenRow) = "=AI" + sRow Then
            nEdPPSLec = j
            Exit For
        End If
    End If
Next j

```

Итак, лектор установлен, далее находим конец объединения ячеек. Конечно, предполагается, что лектор только один. При поиске конца объединения ячеек одновременно проверяем, что лекционные часы закреплены за одним и тем же преподавателем. При обнаружении несоответствия печатается сообщение об ошибке, но выполнение программы продолжается. Лучше найти сразу все ошибки, чем прекращать работу после обнаружения только одной из них.

```

Do While .Cells(k, 15).MergeCells And .Cells(k, 15) = ""
    s = .Cells(k, nEdPPSLec).Formula
    ssRow = CStr(k)
    nlenRow = Len(ssRow)
    If Left(s, 3 + nlenRow) <> "=AI" + ssRow Then
        FILEk = False

```

```

        MsgBox "Ошибка объединения лекций " + sNameList + ". Ячейка " +
        NameCol(nEdPPSLec - 37) + "(" + CStr(k) + ")", vbCritical, "Сообщение
        системы"

```

```
End If
```

```
k = k + 1
```

```
Loop
```

Аналогично определяются границы объединений для семинарских и лабораторных занятий. Отметим, что мы занимаемся только одной строкой, но при обнаружении объединения проводим проверку на несколько строк вниз, хотя записываем в таблицы индивидуальной нагрузки только текущую строку. Хорошо бы проверить, что объединяются занятия по одной и той же дисциплине. И сообщить, если это не так. Могут ведь быть дисциплины «СУБД» и «Системы баз данных», компьютеру невозможно понять, что такое объединение допустимо. Задача программы сообщить о том, что найдено несоответствие, а решение принадлежит человеку. Обязательно надо проверить совпадение плановых нагрузок в объединенных компонентах. Можно объединить лекции по одной дисциплине заочного отделения при разном количестве часов, но сообщение должно последовать [39].

После определения границ объединений можно проверить, правильно ли они сформированы согласно правилам вуза. Может быть лекции объединены с 3 по 6 строки, а семинары с 6 по 7.

После этого необходимо найти всех преподавателей, на которых распределена нагрузка данной строки, получить формулы в ячейке для каждого из этих преподавателей и проанализировать эти формулы, чтобы узнать, какая часть фактической нагрузки по семинарам, лабораторным, рейтингам принадлежит каждому преподавателю. Предполагается, что консультации и экзамены передаются лектору.

Здесь важно знать, как записывается нагрузка в ячейки для ППС, если там записаны числа, а не формулы (это касается дисциплин), то анализ невозможен, а соответственно и автоматизация заполнения всех описываемых таблиц.

Для понимания алгоритма анализа формул приведем названия столбцов, которые используются в этих формулах:

N – лекции, план;

O – лекции, факт;

P – семинарские занятия, план;

Q – семинарские занятия, факт;

R – лабораторные занятия, план;

S – лабораторные занятия, факт;

V – рейтинг;

W – консультация;

X – экзамен;

AI – всего.

Приведем примеры формул распределения нагрузки, чтобы понять, как их надо анализировать в программе.

=AI35

=AI45- R45-S45-V45/2, = R45+S45+V45/2

=AI49- R49-S49/2-V49/2, = R49+S49/2+V49/2

= S89/8*2+V89/8*2, = S89/8*2+V89/8*2, = S89/8+V89/8, =AI89- S89-V89, = S89/8*3+V89/8*3

Самая простая формула =AI35. Вся нагрузка передается одному преподавателю. Из всех столбцов выбираем данные фактической нагрузки и переписываем их в соответствующую строку таблицы индивидуальной нагрузки. Сразу остановимся на определении этой строки. Нам известен порядковый номер преподавателя. Для ППС в начале работы был создан двумерный массив, в 1 столбце которого указывался номер первой строки для записи результатов осеннего семестра, а во 2 столбце – весеннего. Зная номер преподавателя, знаем к какой строке массива обратиться, зная номер семестра, определяем столбец. В полученную строку и записываем результат, а затем номер строки увеличиваем на единицу, готовя тем самым номер строки для следующей записи.

Во втором примере приведены 2 формулы. Дисциплину проводят 2 преподавателя. Вот эти формулы уже надо анализировать. Причем анализировать обе формулы.

$$=AI45-Q45-S45-V45/2, =Q45+S45+V45/2$$

Повторим, AI – итого, Q – семинарские факт, S – лабораторные факт, V – рейтинг.

Из первой формулы следует, что из общей нагрузки вычитается все семинарские занятия, все лабораторные и половина рейтинга. Из второй формулы следует, что в нагрузку входят все семинарские, все лабораторные и половина рейтингов.

Анализируем третий пример.

$$=AI49-Q49-S49/2-V49/2, =Q49+S49/2+V49/2$$

У первого ППС из общей нагрузки вычитаются все семинары, половина лабораторных и половина рейтингов. У второго ППС в нагрузку входит все семинары, половина лабораторных и половина рейтингов.

Рассмотрим 4 пример.

$$=S89/8*2+V89/8*2, =S89/8*2+V89/8*2, =S89/8+V89/8, =AI89-S89-V89, \\ =S89/8*3+V89/8*3$$

Нагрузка распределена между 5 ППС.

2/8 лабораторных и 2/8 рейтинга;

2/8 лабораторных и 2/8 рейтинга;

1/8 лабораторных и 1/8 рейтинга;

Вся нагрузка минус все лабораторные и минус весь рейтинг;

3/8 лабораторных и 3/8 рейтинга.

Даже простой анализ словесной записи формул не сразу позволяет понять, все ли распределено, и почему лектор остался без рейтингов. Если вопрос о распределении рейтингов между лектором и группой поддержки важен, то вносим его в план анализа, если нет, оставляем, как есть.

Определим количество подгрупп, т.к. в нагрузке есть лабораторные работы, и количество групп, если есть практические занятия. Нам также необходимо плановое количество часов на практические и лабораторные занятия.

Изменим постановку задачи. Добавим к нагрузке 4 практических занятия, которые распределим так: первый ППС – 1 практическое занятие, второй – 2 практических, пятый ППС- 1 практическое занятие. Пусть пока рейтинги распределены так, как это записано в формулах. Перепишем формулы для измененного задания [37].

$$\begin{aligned}
 &=S89/8*2+Q89/4+V89/8*2, \\
 &=S89/8*2+Q89/2+V89/8*2, \\
 &=S89/8+V89/8, \\
 &=AI89-S89-V89, \\
 &=S89/8*3+Q89/4+V89/8*3
 \end{aligned}$$

Нагрузка распределена между 5 ППС.

2/8 лабораторных, 1/4 практических и 2/8 рейтинга;

2/8 лабораторных, 1/2 практических и 2/8 рейтинга;

1/8 лабораторных и 1/8 рейтинга;

Вся нагрузка минус все лабораторные, минус все практические и минус весь рейтинг;

3/8 лабораторных, 1/4 практических и 3/8 рейтинга.

Получить формулу из ячейки нетрудно.

`s = .Cells(nRow, j).Formula`

Нетрудно номер текущей строки превратить в строку и сформировать переменные, состоящие из букв AI, R,Q,V – соответствующих всего и фактическим данным, а также N,P,R – плановым данным.

Если из формулы, полученной из ячейки в качестве строки, заменить знак равно на +, то получим стандартизированное представление формулы. Не составляет труда разделить формулу на отдельные блоки, разделенные знаками + или -.

Далее исследуем каждый блок. Определяем, какая буква содержится в блоке, из указанного выше списка. Определив букву, выясняем, правильно ли записан номер строки. Об ошибке печатается сообщение. Определив, например, S89 на следующем шаге устанавливаем числовой множитель – 2/8, даже если этот коэффициент представлен формулой со ссылками на количество групп или подгрупп.

Хотя этот алгоритм и можно представить в виде программы, но более полезно описать его в таком виде, чтобы можно было его написать для других конкретных ситуаций.

Рассмотрим теперь укрупненный алгоритм анализа строки нагрузки [37].

1. Запомнить количество групп, подгрупп, плановые показатели лекций, практических и лабораторных
2. Определить количество ППС, участвующих в обеспечении учебного процесса, описанного исследуемой строкой (количество непустых столбцов в нагрузке).
3. Создать массив целых чисел, состоящий из 3 столбцов и n (количество ППС) строк и одномерный массив для рейтинга.
4. В цикле по непустым ячейкам получаем формулу ячейки, анализируем ее и заполняем таблицу. Если строка в формуле не соответствует текущей, печатаем сообщение об ошибке. Если в формуле есть ссылки на столбцы, не указанные в алгоритме анализа, печатаем сообщение об ошибке.
5. Проверяем правильность заполнения таблицы. Об ошибке сообщаем, при правильном заполнении записываем результаты каждому ППС из полученного списка.

Разделение формулы на блоки описано выше. Получение числового коэффициента требует некоторых усилий, но его алгоритм достаточно понятен. Получение из дробного числового коэффициента целого значения количества групп и подгрупп также не является запредельно сложным. Следует отметить, что для лектора может вводиться формула

AI - ...

В этом случае анализ можно начать с этой формулы, внеся лектору все количество практических, лабораторных занятий и рейтингов. Затем анализируя блоки формул, записанные со знаком минус, удаляем последовательно из строки лектора некоторые компоненты, или уменьшаем их.

Если же и для лектора формула записывается через сумму, например $=N45+P45+X45$, то анализ формулы происходит стандартным образом.

При анализе строки, которая является конечной строкой какого либо объединения, выполняется объединение в таблице индивидуальной нагрузки. Нетрудно выяснить, что некоторые объединения могут коснуться не одного, а нескольких ППС по одному виду нагрузки. Например, практические занятия проводятся в 2 группах из 35 студентов одного потока и 4 студентов другого потока. Эта нагрузка объединена в планируемой части, и обе строки записаны на двух ППС во второй части таблицы. В индивидуальной нагрузке у обоих преподавателей будут присутствовать по 2 строки с объединением, а в расписании объединение будет выполнено так, как это удобно учебной части.

Все ошибки, которые указывались при анализе формул, тщательно анализируются, исправляются те, которые подлежат исправлению, сравниваются сводные данные на нескольких листах, и тогда можно печатать все документы по распределению нагрузки.

2.3. Распределение педагогической нагрузки преподавателя на основную и дополнительную части

После осуществления оптимизации учебных планов блок исходных данных, предназначенный для формирования учебной нагрузки, можно считать наиболее приемлемым. Кроме того, при работе с учебными планами и распределении педагогической нагрузки следует учитывать блок неактивной педагогической нагрузки, например, такой как руководство производственной практикой, работа куратора/эдвайзера, работа преподавателей в государственной аттестационной

комиссии (ГАК) по приему государственного экзамена и защите выпускных работ, руководство дипломными работами, включая руководство магистерскими диссертациями и научную работу с докторантами. Следует отметить, что общий объем часов неактивной нагрузки формируется в автоматизированной системе согласно утвержденных норм (эдвайзерство, кураторская работа, руководство выпускными работами, работа членов ГАК) и соответствующих кредит-часов в рабочих учебных планах (руководство производственными практиками, научно-исследовательская работа).

Таким образом, завершив формирование общего объема часов, можно приступить к непосредственному распределению педагогической нагрузки. При этом, в разработанном алгоритме следует выделить следующие этапы [36].

Прежде чем начинать распределение педагогической нагрузки по преподавателям с помощью автоматизированной системы, на первоначальном этапе некоторые данные нужно сформировать вручную, такие как:

- заполнить основные таблицы профессорско-преподавательского состава (такие как штатность, должность, совмещение, ученое звание и др., а также приоритетность преподавателей при формирование сводных данных и распределении кредитов/часов);
- заполнить список желаемых дисциплин для преподавателей, причем при распределении нагрузки учитывается сначала приоритет самого преподавателя, а затем уже его выбор дисциплин (список согласуется с заведующими кафедрами, за которыми остается окончательное решение по определению приоритетности лекторов и сокращению выборности для конкретной дисциплины до одного преподавателя);
- распределить нагрузку по неактивным видам работы, таким как кураторство, эдвайзерство, работа в ГАК;
- задать диапазоны по допустимому количеству руководства дипломными работами.

На следующем этапе процесса формирования педагогической нагрузки необходимо выделить общее количество ставок с учетом ожидаемого либо

фактического контингента учащихся (что в конечном итоге формирует штат преподавателей) и соответственно общее количество часов/кредитов. Более того, следует определить максимальное количество ставок преподавателей, которые могут вести только практические занятия (ПЗ) и лабораторные работы (ЛР) бакалавриата:

$$\frac{\sum(K_{ПЗ\text{ факт}} + K_{ЛР\text{ факт}}) - \sum(K_{ПЗ\text{ план}} + K_{ЛР\text{ план}})}{\text{кредиты на одну ставку}} \rightarrow \max.$$

Также на данном этапе необходимо рассчитать минимальное количество ставок для оstepененных преподавателей. Нагрузка оstepененных преподавателей отличается от обычных тем, что они могут вести лекционные занятия и осуществлять руководство в магистратуре/докторантуре, следовательно определяющим является количество часов магистратуры и докторантуры:

$$\frac{\sum(K_{\text{магистратура}} + K_{\text{докторантура}})}{\text{кредиты на одну ставку}} \rightarrow \min.$$

Соответственно за счет распределения между не оstepененными преподавателями будет формироваться уже оставшаяся часть штатного расписания [20].

Процесс формирования педагогической нагрузки начинается с распределения часов в докторантуре, затем в магистратуре, и в последнюю очередь часов бакалавриата. Это объясняется тем, что в докторантуре и магистратуре отсутствует вариативность в выборе преподавателя для ведения дисциплин, которые узко специализированы и, как правило, читаются конкретными преподавателями. Также следует отметить, что распределение руководства докторантами и магистрантами на старших курсах обучения должно производиться с учетом распределение аналогичных часов в предыдущем учебном году. Более того, поскольку руководство магистрантами и докторантами подразумевает активную научную деятельность, распределение часов по руководству на 1 курсе осуществляется в первую очередь с учетом требований заведующего кафедрой. Поэтому данные часы более эффективно распределять

вручную на начальном этапе процесса формирования индивидуальной нагрузки преподавателей.

И на заключительном этапе уже осуществляется формирование индивидуальных выписок преподавателей, причем в отдельных файлах каждая.

В целом, применение программного приложения позволяет сделать результаты распределения педагогической нагрузки более наглядными, а также проверить выполнение разнообразных критериев оптимизации исходных данных [9].

Учебную нагрузку преподавателя, если она превосходит 1 ставку, принято разделять на две части – основную (одна ставка) и дополнительную (превышающая одну ставку). Анализ разработанного алгоритма показал, что предложенный метод выдает хорошие результаты на задачах для 45-50 преподавателей кафедры. Применяемый жадный алгоритм позволял разделять учебную нагрузку, содержащую до 25 строк в каждом семестре, что соответствовало фактическим потребностям вуза. Применение алгоритма в течение ряда лет в 2 вузах РК, не вызывало никаких ошибок или значительных погрешностей. Но, однако, было выявлена одна особенность, которая потребовала изменения алгоритма. Этим изменениям и посвящена данная работа.

На рисунке 16 представлен фрагмент учебной нагрузки преподавателя.

№ п/п	Наименование дисциплины	Код специальности	Лекции	Семинарские, практик. занятия	Лабораторные занятия	Рубежный контроль	Экзамены	Рук-во выполн. работами	Рук-вомаг дисс	Рук-во докт дисс	Педагогическая практика	Производственная практика	ГЭмаг	Защита ГАКмаг	ГЭ докт	Зав. кафедрой	НИРМ 1,5	НИРМ 2	НИРД	Преддипл. практика	Всего	
1	Руководство дипломными работами	58070400					0,80														0,80	о
2	Заведование кафедрой	8Т																			5,00	о
3	Алгоритмы и методы помехоустойчивого кодирования	6МО70400-2г	2,00	1,00	0,26	0,26															3,51	д
4	Физыми-зерттеу жұмысы	6МО70400-2г																		1,00	о	
5	Магистрлік диссертация жетекшілік	6МО70400-2г																		1,32	д	
6	Магистрлік жобаны орындаумен коса	6МО70400-1,5г																		0,25	о	
7	Магистрлік диссертация басшылық ету	6МО70400-1,5г																		0,33	о	
8	Өндірістік практика	6МО70400-1,5г																		0,30	о	
9	Мемлекеттік және кешендерлік емтиханға қатысу	6МО70400-1,5г																		0,26	о	

Рисунок 16 – Фрагмент учебной нагрузки

Каждая запись содержит какой-либо вид нагрузки, хотя в заголовке столбца указано наименование дисциплины. В последнем столбце введены символы «о» и

«д», основная и дополнительная нагрузка. Задачей жадного алгоритма разделения нагрузки на основную и дополнительную как раз и составляет поиск подходящих записей и замена введенных первоначально для всех строк нагрузки символа основной нагрузки «о» на «д».

Заметим, что, как видно из рисунка 16, учебную нагрузку можно разделить на аудиторную и неаудиторную. Дисциплины относятся к аудиторной нагрузке, а все виды практик, руководство дипломными работами, магистерскими и докторскими диссертациями и т.д. – к неаудиторной. При разделении учебной нагрузки на основную и дополнительную доли желательно, чтобы дополнительная нагрузка содержала аудиторные часы. Для того, чтобы выявить такие записи, использовалось правило лекционная нагрузка + по практическим + по лабораторным занятиям > 0 (независимо от того, вычисляется ли она в часах и/или кредитах) [35].

После поиска дисциплин в записях каждого семестра, выделялось хотя бы по 1 дисциплине на дополнительную нагрузку, если такие были, а остальные записи распределялись согласно разработанному алгоритму. Казалось бы, цель достигнута, в дополнительной нагрузке присутствует аудиторная нагрузка. Однако, возникла ситуация, когда после большого количества применения алгоритма произошло следующее: из 3 дисциплин в семестре все 3 попали в дополнительную нагрузку, а основная нагрузка вообще не содержала аудиторной нагрузки. Потребовалась модернизация алгоритма [31].

Так как в настоящее время нагрузка вычисляется только в кредитах, то алгоритм выделения доли дополнительной нагрузки из общей будем выполнять в кредитах.

Обозначим K_1 и K_2 общую нагрузку какого-то преподавателя в 1 и 2 семестрах. Количество ставок этого преподавателя – St . Если $St > 1$, то происходит выделение дополнительной нагрузки. Причем для каждого преподавателя задача решается отдельно.

Очевидно, что дополнительная нагрузка в каждом семестре вычисляется по формулам:

$$K_{d1} = \frac{K_1}{(K_1 + K_2)} (St - 1),$$

$$K_{d2} = \frac{K_2}{(K_1 + K_2)} (St - 1).$$

Рассмотрим сначала 1 семестр. Пусть n – количество записей в нагрузке.

Определим типы записей и количество кредитов.

$$D(i) = \begin{cases} 1, & \text{если в строке нагрузки дисциплина} \\ 0, & \text{если в строке внеаудиторная нагрузка} \end{cases}.$$

$Kr(i)$ – количество кредитов i -той строки.

$$OD(i) = \begin{cases} 0, & \text{если строка основной нагрузки} \\ 1, & \text{если строка дополнительной нагрузки} \\ -1, & \text{если строка основной нагрузки, которую нельзя перемещать} \end{cases}.$$

Дальнейшие действия выполняются только для доцентов и профессоров. У преподавателей и старших преподавателей большая часть учебной нагрузки состоит из аудиторной.

Фрагмент данного алгоритма для поиска дисциплин в дополнительную нагрузку приведен на рисунке 17.

Определим количество дисциплин $kD = \sum D_i$.

Если $kD = 0$, то ничего не происходит, поскольку нет дисциплин для их распределения в основной и дополнительной нагрузке.

Если $kD = 1$, тогда находим номер записи дисциплины j и выполняем $OD(j)=1$.

Если $kD = 2$, тогда находим номера записей дисциплин j_1 и j_2 . Определяем для какого j из 2 найденных значение Kr будет меньше, и выполняем $OD(j_1) = 1$, $OD(j_2) = -1$.

Если $kD > 2$, тогда находим сумму кредитов для всех дисциплин и определяем пропорциональную долю. На эту долю подбираем дисциплины дополнительной нагрузки ($OD(j)=1$), а остальные дисциплины помечаем, как недоступные к переносу в дополнительные ($OD(j) = -1$).

Таким образом часть дисциплин точно останется в основной нагрузке, а часть перейдет в дополнительную.

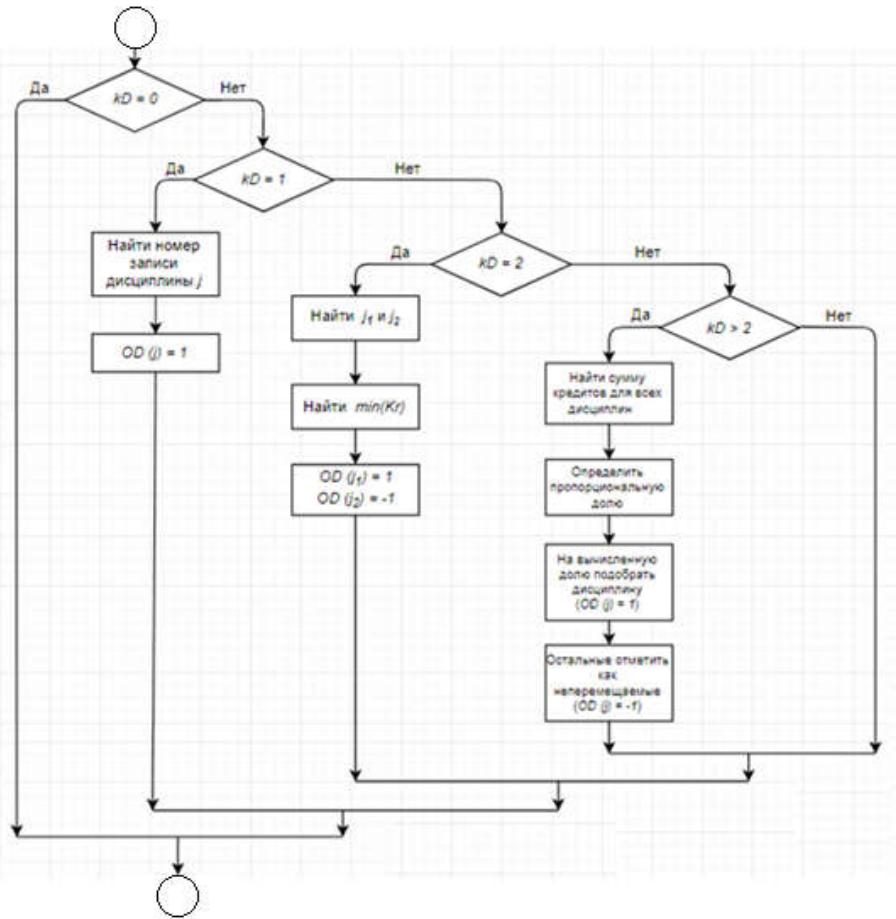


Рисунок 17 – Фрагмент алгоритма для поиска дисциплин в дополнительную нагрузку

Обозначим S – суммарное количество кредитов, уже закрепленное за дополнительной нагрузкой. Далее будем выбирать из оставшихся записей подходящие для переноса в дополнительную нагрузку, согласно алгоритму, представленному на рисунке 18, который применяется уже для всех преподавателей вне зависимости от занимаемой должности.

Представленный алгоритм является жадным, поскольку каждый раз мы находим наибольшее возможное значение кредитов, чью запись можно перенести в дополнительную нагрузку [31, 34].

Если эту запись перенести нельзя, т.к. превышается допустимое значение, то она помечается, как недоступная и происходит следующий поиск.

После выполнения работы для 1 семестра вычисляем $K_{dl} - S = dop$.

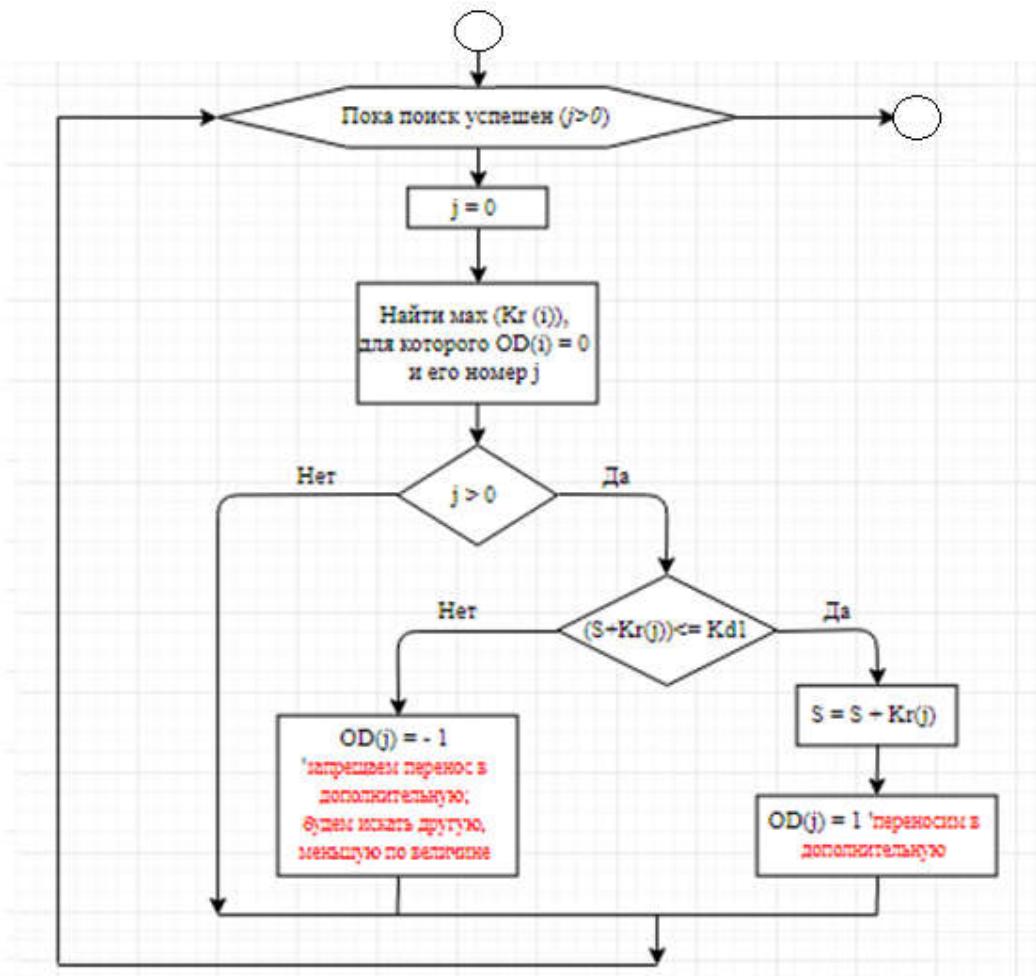


Рисунок 18 – Фрагмент алгоритма для поиска строк
в дополнительную нагрузку

Эта величина положительная, и для второго семестра задача решается аналогично, только вместо K_{d2} используется величина $K_{d2} + dop$.

Мало вероятно, что полученная сумма кредитов с первого раза будет строго равна требуемой, поэтому для второго семестра необходимую сумму кредитов следует откорректировать с учетом полученной в первом семестре.

Затем повторяем ту же процедуру для второго семестра.

В целях эффективного распределения нагрузки на основную и дополнительную с использованием автоматизированной системы был выбран жадный алгоритм. Жадный алгоритм предполагает на каждом этапе выбор одной

строки для добавления в дополнительную нагрузку, при этом возврат и изменение выбора не предусмотрено [42].

Понятно, что строгого наилучшего выбора таким образом не достичь, но осуществляется приемлемый выбор. На практике выявлено, что данное решение приемлемо, поскольку доли основной и дополнительной нагрузки преподавателя условны, определяются лишь необходимым количеством кредитов. Поэтому, собственно, строгая точность и не требуется.

На рисунке 19 приведен заполненный шаблон индивидуальной нагрузки преподавателя.

Рисунок 19 – Заполненный шаблон индивидуальной нагрузки

Как видно из рисунка 19, на котором для удобства некоторые столбцы скрыты, в таблице представлена полная нагрузка преподавателя без выделения основной и дополнительной частей, но в строках с итоговыми данными уже подводятся итоги по основной и дополнительной нагрузке. Также для удобства отслеживания достоверности разделения справа от таблицы указывается общее количество ставок конкретного преподавателя, выделяемое количество кредитов на 1 ставку и дополнительную ставку, а также количество кредитов на дополнительную ставку в каждом из семестров.

Следующий этап представляет собой формирование основной и дополнительной нагрузки для каждого из преподавателей [43].

Изначально после заполнения данными шаблона, представленного на рисунке 19, результаты в строках по дополнительной нагрузке являются

нулевыми, поскольку вся нагрузка считается основной. Справа указываются вычисленные значения для ожидаемых данных в процессе выделения дополнительной нагрузки. Этих данных достаточно, чтобы вручную выбрать строки для дополнительной нагрузки и обозначить их «д» в соответствующем столбце.

Однако, более удобно использовать макрос, закрепленный за кнопкой «Осн/Доп нагрузка», особенно, если идет речь о многочисленном штате преподавателей. После выполнения программного кода для каждого преподавателя, у которого нагрузка превышает одну ставку, автоматически выделяются строки с дополнительной нагрузкой. На рисунке 20 показано такое распределение для предыдущего примера.

№ п/п	Наименование дисциплины	семестр по ГУП		коды кредитов		Лекции		Семинарские, практик. занятия		Практические занятия		СРПП		Рубежный контроль		Консультации		Экзамены		Руково дипл. работами		Руково ваг дис		Педагогическая практика		Пропедевтическая практика		НИР № 2		Всего	
		час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред	час	кред		
1	Системы управления базами данных	5	2	15	1.00			6.00	0.40	8.50	0.27	1.00	0.03																30,50	1,70	д
2	Кластерные вычисления	7	3	30	2.00			30	1.00	9.00	0.60	14.00	1.00	0.03	7.00	0.45													91,00	4,53	д
3	Облачные вычисления	7	3	30	2.00			30	1.00	9.00	0.60	14.00	0.45	1.00	0.03													84,00	4,08	о	
4	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік	7																									96,00	3,20	о		
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														
	Дипломдикт жылбак (хүмүсса) жетекшік																														

2.4. Реализация алгоритма перевода студентов с курса на курс

Вопрос перевода студентов на следующий курс является важным для любой автоматизированной системы управления учебным процессом. Процедура перевода студентов в вузе осуществляется по определенным правилам. Но то, каким образом реализуется в программе эта процедура, зависит от того, какие задачи решаются в автоматизированной системе. Если система описывает подробно все процедуры управления учебным процессом, то процесс перевода студентов описывается как перевод отдельного студента, с указанием приказов по переводу. Если же рассматривается только задача анализа учебных планов, то детальные данные по переводу студентов не являются актуальными, для этой задачи важен контингент студентов, т.е. количество студентов на каждом потоке, который определяется специальностью, формой обучения, курсом, языком обучения. Разумеется, контингент студентов легко определяется из программы, описывающей детально все процессы [38].

Данный процесс наиболее трудоемок с точки зрения обработки информации. В соответствии с выбранным на начальном этапе алгоритмом, перевод и выпуск осуществляется путем автоматического изменения названий группы и потока, к которым прикреплены студенты. Таким образом, решается каскадное обновление и исключается многократная обработка одной и той же информации (реализуется связь «один ко многим»: с одним потоком или группой взаимодействуют несколько студентов).

Однако, задачу перевода студентов можно рассмотреть и в более упрощенном виде.

Рассмотрим, как можно решить эту задачу для программы, имеющей конкретную направленность, а именно анализ рабочих учебных планов. Для решения задачи таблица потоков содержит следующие поля: номер специальности, номер траектории, год поступления, количество студентов/групп/подгрупп, форма обучения, срок обучения, номер языка обучения, номер выпускающей кафедры. По выпускающей кафедре определяется,

какой кафедре назначать ГАК, практики, дипломные работы/магистерские диссертации.

Для решения задачи анализа учебных планов необходимо знание суммарного контингента студентов на потоке, количество групп и подгрупп. Так как анализ необходимо производить каждый учебный год, то необходимо организовать четыре процедуры: перевод студентов на следующий курс, удаление выпускных курсов, редактирование данных по контингенту студентов старших курсов и ввод контингента студентов первого курса.

Для перевода студентов проще всего увеличить на единицу курс обучения студентов. Для этого выполняется следующий программный код:

```
sQ = "Update SprPotok Set KursT = KursT+1"
mC = New OleDb.OleDbConnection("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=" &
sDir & "ArmKaf.mdb")
mC.Open()
dBc = New OleDb.OleDbCommand(sQ, mC)
dBc.ExecuteNonQuery()
mC.Close()
```

После перевода студентов, следует удалить всех студентов, завершивших обучение. Как определить такие потоки? Проще всего по курсу обучения. Если курс обучения превысил срок обучения, то поток завершил обучение. Но есть одна особенность: для магистрантов 1,5 лет обучения второй курс удалять нельзя.

Поэтому удаление реализуется посредством следующего программного кода.

```
sQ = "Delete From SprPotok Where KursT-YearOb > 0.6"
mC = New OleDb.OleDbConnection("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=" &
sDir & "ArmKaf.mdb")
mC.Open()
dBc = New OleDb.OleDbCommand(sQ, mC)
dBc.ExecuteNonQuery()
```

```
mC.Close()
```

Конечно, при выполнении этой процедуры несколько раз, можно удалить весь контингент студентов, поэтому, вначале процедуры важно проверить, можно ли выполнять перевод студентов на следующий курс, или он уже выполнен.

```
sSql = "Select Distinct YearTek From SprPotok"
myConn = New OleDb.OleDbConnection("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source="
& sDir & "ArmKaf.mdb")
myConn.Open()
dbCmd.Connection = myConn: dbCmd.CommandText = sSql
dbReader = dbCmd.ExecuteReader(CommandBehavior.SingleResult)
dbReader.Read()
If CInt(dbReader.GetValue(1)) = TekYear Then
    MsgBox("Перевод уже осуществлен!", vbExclamation, "Сообщение системы")
    Exit Sub
End If
myConn.Close()
dbReader.Close()
```

К редактированию данных можно подойти с двух разных позиций: выполнять редактирование на форме потоков, нам которой производится редактирование каждой отдельной записи. На этой же форме организуется ввод контингента первого курса.

В программе анализа рабочих учебных планов ввод РУП выполняется из Excel, поэтому для упрощения процедуры редактирования контингента студентов можно также воспользоваться редактирование в таблице Excel, что более удобно для пользователя, а для программиста – только повторение метода обработки таблиц Excel.

Редактирование выполняется в 2 этапа: вначале выполняется печать потоков в заданный шаблон, а затем после редактирования данные вводятся в базу данных.

```

Dim objExcel As New Microsoft.Office.Interop.Excel.Application
Dim eBook As Microsoft.Office.Interop.Excel.Workbook = objExcel.Workbooks.Open(sDir &
"Potok.xls")
Dim eList As Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet = CType(eBook.Worksheets(1),
Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet)
Dim k As Integer, sFO As String
NameSpTr()
sSql = "Select * From ((SprPotok Left Join SprSpecGl On
SprPotok.NumSpecGl=SprSpecGl.IdSpecGl) Left Join SprTraekt On
SprPotok.NumTraekt=SprTraekt.IdTraekt) Left Join SprKaf On SprPotok.NumKafP=SprKaf.IdKaf
Order By NumFormOb, YearOb, KursT, NameSpecGl, NumLangOb, NameTraekt"
myConn = New OleDb.OleDbConnection("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source="
& sDir & "ArmKaf.mdb")
myConn.Open()
dbCmd.Connection = myConn
dbCmd.CommandText = sSql
dbReader = dbCmd.ExecuteReader(CommandBehavior.SingleResult)
Try
With objExcel.ActiveSheet
k = 0
.Cells(1, 5).value = TekYear
Do While dbReader.Read
k = k + 1
.Cells(k + 3, 1).value = k
sFO = ""
Select Case dbReader.GetValue(10)
Case 1
sFO = "очное"
Case 2
sFO = "заочное"
Case 3
sFO = "дистанционное"
Case 4
sFO = "магистратура"
End Select
End With
End Try

```

```

.Cells(k + 3, 2).value = sFO
.Cells(k + 3, 3).value = dbReader.GetValue(9) 'YearOb
.Cells(k + 3, 4).value = dbReader.GetValue(19) 'ShifrSpec
.Cells(k + 3, 5).value = dbReader.GetValue(18) 'NameSpecGl
If CInt(dbReader.GetValue(4)) > 0 Then
    .Cells(k + 3, 6).value = dbReader.GetValue(24) 'NameTraekt
End If
    .Cells(k + 3, 7).value = dbReader.GetValue(3) 'KursT
If CInt(dbReader.GetValue(11)) = 1 Then
    .Cells(k + 3, 8).value = "pyc"
Else
    .Cells(k + 3, 8).value = "каз"
End If
.Cells(k + 3, 9).value = dbReader.GetValue(6) 'KolStud
.Cells(k + 3, 10).value = dbReader.GetValue(7) 'KolGroup
.Cells(k + 3, 11).value = dbReader.GetValue(8) 'KolPG
.Cells(k + 3, 12).value = dbReader.GetValue(17) 'IdSpecGl
If CInt(dbReader.GetValue(4)) > 0 Then .Cells(k + 3, 13).value =
dbReader.GetValue(4) 'NumTraekt
.Cells(k + 3, 14).value = dbReader.GetValue(0) 'IdPotok
.Cells(k + 3, 15).value = dbReader.GetValue(11) 'NumLangOb
.Cells(k + 3, 16).value = dbReader.GetValue(10) 'NumFormOb
.Cells(k + 3, 17).value = dbReader.GetValue(5) 'YearPost
.Cells(k + 3, 18).value = dbReader.GetValue(12) 'KursF
.Cells(k + 3, 19).value = dbReader.GetValue(16) 'NumKafP
.Cells(k + 3, 20).value = dbReader.GetValue(30) 'NameKaf
Loop
objExcel.Visible = True
End With
Catch ex As Exception
MsgBox(ex.ToString, vbCritical, "Ошибка вывода")
objExcel.Workbooks(1).Close(False)
objExcel.Quit()
End Try
dbReader.Close(): myConn.close

```

При обработке отредактированной таблицы вначале определяется код потока, а затем сравниваются все числовые данные, при несовпадении некоторых из них, производится перезапись из отредактированной таблицы. При добавлении новых строк следует ввести все числовые данные, при нулевом коде потока, который является признаком новой записи. Вопрос удаления данных решается особо. То, что следует удалить сегодня, может понадобиться ввести завтра, поэтому наиболее целесообразно потоки не удалять, либо ввести специальный знак для этой операции.

Рассмотрим более подробно вопрос о вводе контингента первого курса.

То, что контингент студентов первого курса можно вводить на форме потоков не вызывает никаких сомнений. Можно также ввести его вручную в таблице сводных данных по потокам, как это было описано выше для ввода одиночных потоков. Но то, что не требует больших усилий при вводе одиночных потоков, приобретает большую сложность при вводе контингента всего первого курса.

Выход может быть найден очень простой. Перед переводом студентов на следующий курс ввести выполнение одной специальной процедуры. А именно, открыть таблицу потоков для первого курса, и для каждой записи создать копию с нулевым контингентом. После выполнения процедуры перевода студенты нулевого курса станут первокурсниками, выпускники будут удалены, а у оставшихся потоков увеличится курс обучения. Конечно, контингент первокурсников будет неверным, но распечатать его и исправить данные по количеству будет несравненно проще, чем вводить каждую строку отдельно.

Таким образом, процедура перевода студентов на следующий курс обучения выполняется с наименьшими затратами времени и сил пользователей.

Но при этом без внимания пока осталась главная причина того, что данные лучше всего (не только для программиста, но и для правильной работы программы) вводить через форму программы, т.к. при этом выполняется проверка на правильность ввода и неповторимость данных. К сожалению, тот подход, который описан, и который применяется в программе анализа РУП, может

привести при невнимательной работе сотрудников учебного отдела к дублированию потоков. Для проверки наличия дубликатов потоков применяется специальная процедура:

```

sSql = "Select * From SprPotok Order By IdPotok"
myConn = New OleDb.OleDbConnection("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source="
& sDir & "ArmKaf.mdb")
myConn.Open()
dbCmd.Connection = myConn
dbCmd.CommandText = sSql
dbReader = dbCmd.ExecuteReader(CommandBehavior.SingleResult)
dbReader.Read()
Do While dbReader.Read
    nPot = CLng(dbReader.GetValue(0))
    nSpec = CLng(dbReader.GetValue(2))
    nKurs = CByte(dbReader.GetValue(3))
    nTr = CLng(dbReader.GetValue(4))
    YPost = CInt(dbReader.GetValue(5))
    yOb = CSng(dbReader.GetValue(9))
    nFO = CLng(dbReader.GetValue(10))
    nLO = CByte(dbReader.GetValue(11))
    sZap = "Select * From SprPotok Where NumSpecGl = " & nSpec
    sZap = sZap & " And KursT = " & nKurs
    sZap = sZap & " And NumTraekt = " & nTr
    sZap = sZap & " And YearPost = " & YPost
    If yOb = 1.5 Then
        sZap = sZap & " And YearOb = 1.5"
    Else
        sZap = sZap & " And YearOb = " & yOb
    End If
    sZap = sZap & " And NumFormOb = " & nFO
    sZap = sZap & " And NumLangOb = " & nLO
    sZap = sZap & " And IdPotok > " & nPot
    sQ = sZap

```

```

mC = New OleDb.OleDbConnection("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source="
& sDir & "ArmKaf.mdb")
mC.Open()
dbC.Connection = mC
dbC.CommandText = sQ
dbR = dbCmd.ExecuteReader(CommandBehavior.SingleResult)
dbR.Read()
If dbR.HasRows = True Then
    s = CStr(nPot) & "-"
    Do While dbR.Read
        s = s & CStr(dbR.GetValue(0)) & ","
    Loop
    lst.Items.Add(s)
End If
dbR.Close()
mC.Close()
Loop
dbReader.Close()
myConn.Close()
MsgBox("OK", vbExclamation, "Сообщение системы")

```

Эту процедуру следует выполнять перед расчетом нагрузки и анализом учебных планов.

Таким образом, способ организации перевода студентов и детализация самого процесса зависит от основных целей и задач автоматизированной системы, в которой реализуется данный алгоритм.

2.5. Выводы

Рассмотренные в данной главе положения, основанные на анализе исходных данных и основных факторов влияния на рационализацию учебного процесса, могут быть кратко сформулированы в виде следующих выводов:

1. Сформирован алгоритм анализа учебных планов для старших курсов на основе математической модели анализа, предложенной в первой главе.
2. Сформирован алгоритм анализа данных для заполнения шаблонов индивидуальной нагрузки преподавателей.
3. Предложены основные алгоритмы подбора дисциплин для формирования вариантов рационализации рабочих учебных планов, нацеленных на минимизацию учебных потоков и педагогической нагрузки в целом.
4. Сформирован алгоритм разделения педагогической нагрузки преподавателя на основную и дополнительные части на основе жадного алгоритма.
5. Предложен подход к переводу студентов с курса на курс в условиях разработки программного приложения, нацеленного на рационализацию рабочих учебных планов.

Глава 3

Комплекс программ для решения задач организации обучения

В этой главе представлен разработанный комплекс программ, с помощью которого осуществляется рационализация процесса обучения, включающий первичный анализ рабочих учебных планов, а также анализ учебных планов с целью формирования вариантов изменения рабочих учебных планов, формирование сводной педагогической нагрузки кафедры, а также процесс расчета индивидуальной нагрузки преподавателя и разделения ее на основную и дополнительную части.

3.1. Автоматизированная система обработки и анализа рабочих учебных планов

Анализ учебных планов с целью оптимизации педагогической нагрузки представляет собой длительный процесс и зависит от множества факторов, таких, например, как учет аудиторного фонда и существующей системы поточности, принятой в вузе. Поэтому возникает необходимость в использовании возможностей автоматизированных систем для осуществления предварительного анализа учебных планов, причем с последующим выбором наиболее удобных альтернатив, предложенных системой [15].

На рисунке 21 представлено меню автоматизированной системы, разработанной в среде Microsoft Visual Studio 2017 с использованием языка программирования VB.Net.

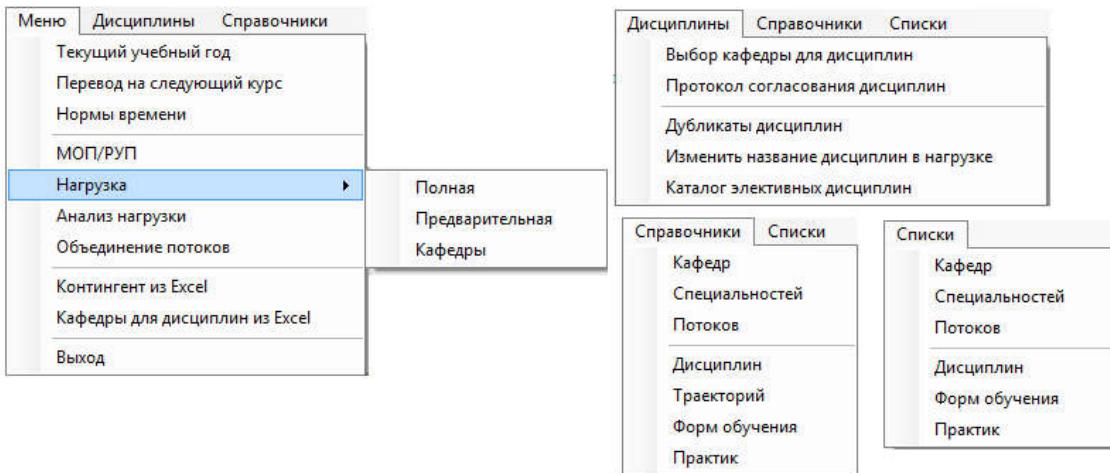


Рисунок 21 – Меню автоматизированной системы

На первоначальном этапе процесс анализа заключается в вводе нагрузки по всем кафедрам учебного заведения, формируемой из рабочих учебных планов (РУП). Данный этап осуществляется автоматически путем загрузки РУП в автоматизированную систему в формате Excel. Причем задача анализа разбивается на два основных этапа: первичный анализ исходных данных и выявление ошибок, непосредственный анализ рабочих учебных планов для формирования списка предложений по оптимизации учебных потоков. Рассмотрим каждый из этапов более подробно.

Ежегодно в процессе расчета общего объема часов приходится обрабатывать большое количество РУП и модульных образовательных программ (МОП). При этом информация, получаемая из РУП и МОП, далее является исходной для формирования педагогической нагрузки преподавателей, являющаяся основной формой работы преподавателя вуза, а также для последующего составления расписания занятий на учебный год (семестр). Поэтому чем более корректно осуществлён ввод учебных планов, тем достоверней является блок исходных данных [3].

При этом ввод и обработка рабочих учебных планов может осуществляться двумя способами:

- 1) с помощью специальной формы в автоматизированной системе, что влечёт за собой ряд преимуществ, таких как, например, избежание ошибок ввода, но и недостатков, главный из которых – длительный и трудоемкий процесс построчного ввода, поэтому эффективно в случае небольшого количества учебных планов;
- 2) ввод из Excel. Причём в данном случае, наоборот, не избежать ошибок, однако, значительная экономия времени.

Принимая решение при формировании исходных данных, наиболее предпочтительным представляется второй вариант, поскольку объём модульных образовательных программ, а, следовательно, и рабочих учебных планов, с каждым годом имеет тенденцию увеличиваться [8].

Однако, при вводе из Excel следует отметить большую вероятность появления ошибок в любой из частей МОП и РУП, например, в шифре и названии специальности, траектории обучения, названии дисциплин и другое. Поэтому при разработки автоматизированной системы необходимо учесть все эти факторы и дополнительные алгоритмы проверки исходных данных. Однако, проще исправить ошибки, чем осуществлять построчный ввод РУП в систему [28].

3.2. Формирование исходных данных автоматизированной системы

Одной из самых распространенных ошибок при первичном анализе данных были ошибки в написании дисциплин, причем сокращенное написание дисциплины в виде аббревиатуры также воспринимается системой как отличное. Здесь есть следующее решение. При формировании списка дисциплин одно из похожих названий отмечается как главное, все остальные – со ссылкой на главное название. Все новые дисциплины, то есть отличные от тех, что уже есть в списке, добавляются в справочник базы данных. Затем осуществляется обработка списка и формирование ссылок на главные дисциплины. На рисунке 22 представлено

окно, отображающее дубликаты дисциплин, на рисунке 23 – режим редактирования и назначения главной и дубликатов дисциплины [41].

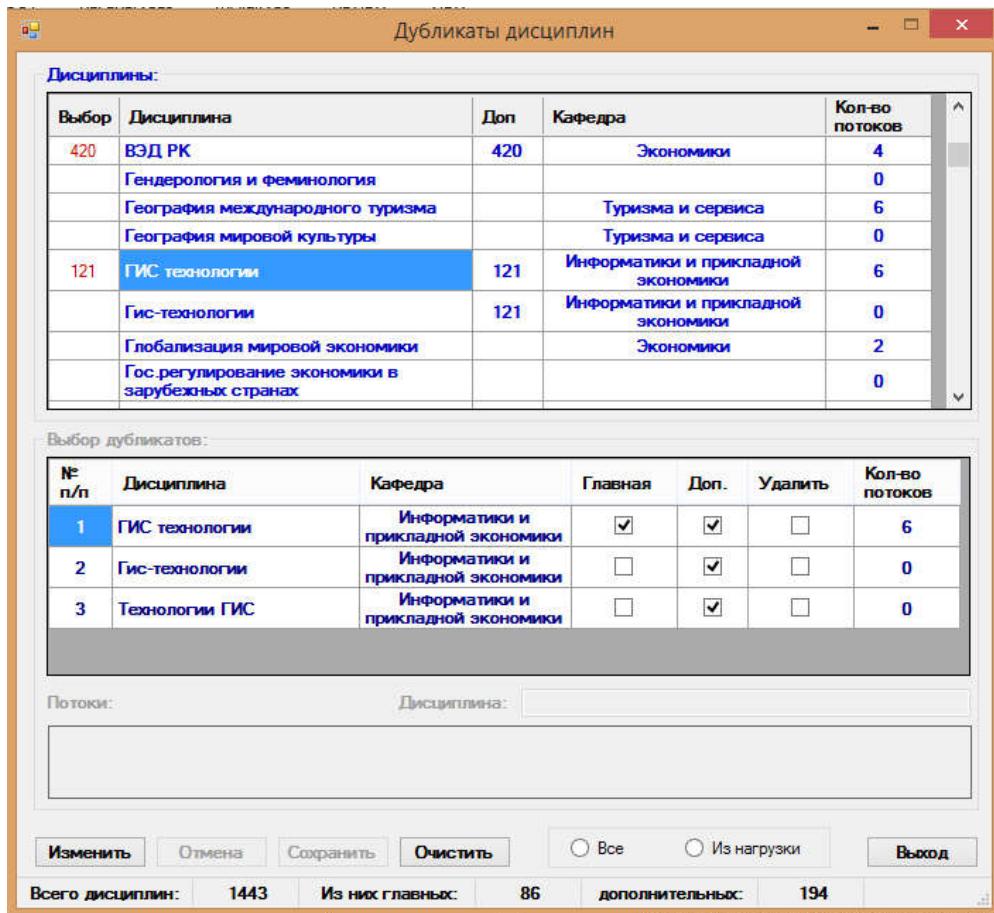


Рисунок 22 – Диалоговое окно «Дубликаты дисциплин»

В верхней части диалогового окна размещен список отсортированных наименований дисциплин. Из представленного списка можно осуществить выбор дисциплин, которые могут являться дубликатами. Например, сначала были выбраны дисциплины «Гис-технологии» и «Гис технологии», отражающиеся при выборе в нижнем списке. Затем уже выбирается конкретное действие: либо заменить дубликат, выбрав главную дисциплину, либо удалить дубликаты.

Если наименование ошибочное, тогда данную дисциплину необходимо удалить, иначе, если наименование верное, но записано по-другому, тогда лучше оставить оба наименования, поскольку в дальнейшем при копировании дисциплин могут встречаться оба наименования. Так как в целях оптимизации

учебной нагрузки кафедры необходимо выполнить процедуру объединения потоков по всем видам аудиторных занятий, то в таблице по нагрузке необходимо указывать ссылку только на одну дисциплину из списка дубликатов [14].

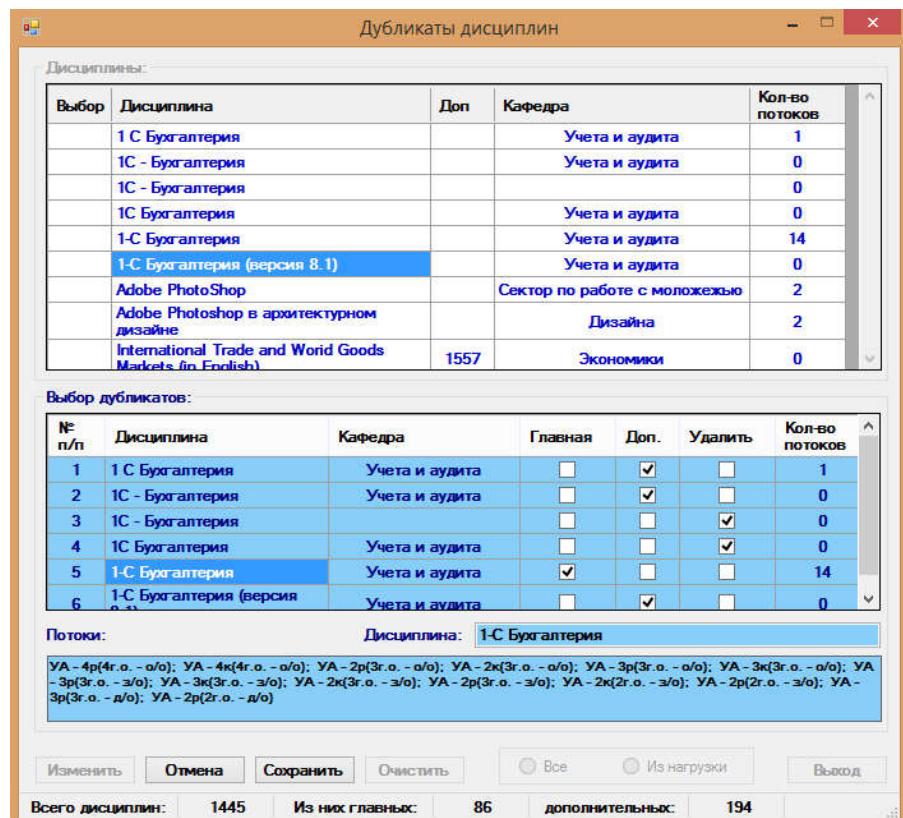


Рисунок 23 – Режим изменения в окне «Дубликаты дисциплин»

В представленном списке выбирается главная дисциплина, все другие в ней являются дополнительными. После того, как выбор дисциплин сохранен, главная и дополнительные дисциплины отображаются в верхнем списке. При этом дисциплина «Гис технологии» отмечена как главная, а «Гис-технологии» как дополнительная. В таблице по нагрузке все ссылки на дополнительные дисциплины заменяются ссылками на главную, после этого дополнительные дисциплины либо останутся, либо будут удалены, в зависимости от выбранного действия [8].

Для всех дисциплин, являющихся дубликатами, устанавливается одна и та же кафедра. Если кафедра уже установлена одна и та же для одной или

нескольких дисциплин, тогда она выбирается и для остальных дубликатов. Если же указано несколько кафедр, тогда из них выбирается только одна [63].

Кроме того, при внесении изменений и выборе дубликатов можно сразу просмотреть наличие потоков для конкретной дисциплины, что эффективно в целях определения главной дисциплины из всех похожих (рисунок 23).

После завершения процесса ввода нагрузки в систему следует проанализировать полученные данные на дисциплины, которые ведутся более чем на одном потоке с учетом языка обучения (в нашем случае, потоки с русским и казахским языком).

Когда список таких дисциплин сформирован, из них необходимо выделить те, которые нельзя перемещать между семестрами. Причин для этого может быть несколько, например, дисциплина входит в цикл обязательного компонента (семестр закреплен типовым учебным планом специальности, или дисциплина является пререквизитом для дисциплин в следующем семестре) либо потоки согласованы с учебной частью и уже сформированы. Таким образом, часть дисциплин будет помечена как неперемещаемые по пререквизитам, неперемещаемые поточные, часть как доступная для перемещения и часть, как требующая перемещения.

Особо следует отметить, что есть дисциплины, которые имеют разные наименования, но объединяются при проведении занятий (данная ситуация возникает в условиях оптимизации расписания малокомплектных студенческих групп). Такие дисциплины должны быть отмечены в базе данных как дубликаты дисциплин. Примером таких дисциплин являются «СУБД» и «Системы баз данных», «Управление базами данных».

Следующий этап заключается в том, что для каждой дисциплины, которая ведется на разных потоках, необходимо отметить те, которые запланированы в разных семестрах, причем с учетом языка обучения.

Таким образом, можно сформировать список дисциплин, которые желательно переместить в рамках одного учебного года и тех, с которыми можно произвести эти замены в целях оптимизации потоков, а следовательно аудиторной

нагрузки. Очевидно, что список таких дисциплин можно сформировать, используя только автоматизированный анализ.

Кроме того, в системе предусмотрена возможность добавления новых дисциплин напрямую. Интерфейс диалогового окна представлен на рисунке 24.

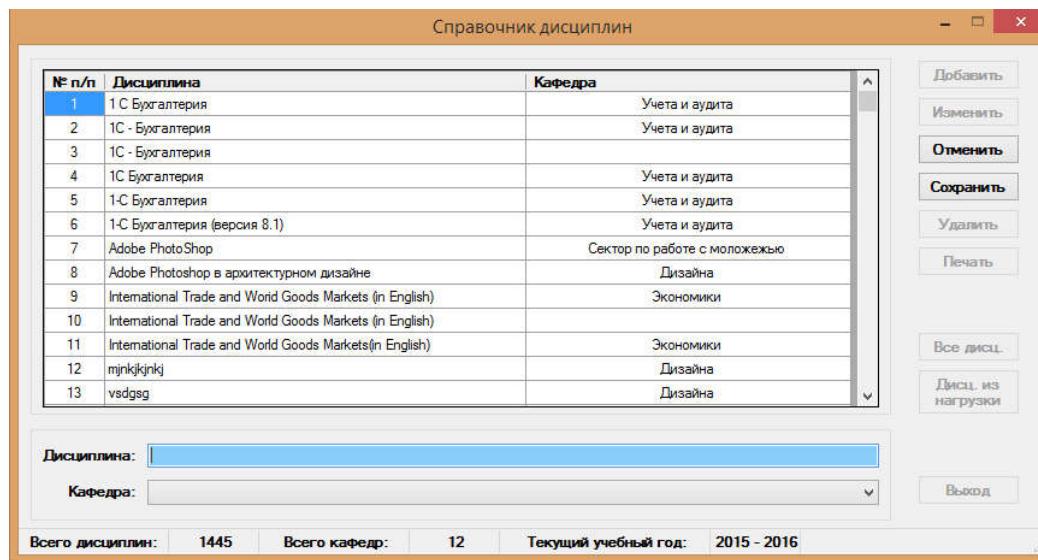


Рисунок 24 – Диалоговое окно «Справочник дисциплин»

После формирования списка дисциплин для последующей работы лучше назначить для всех дисциплин кафедры, как представлено на рисунке 25.

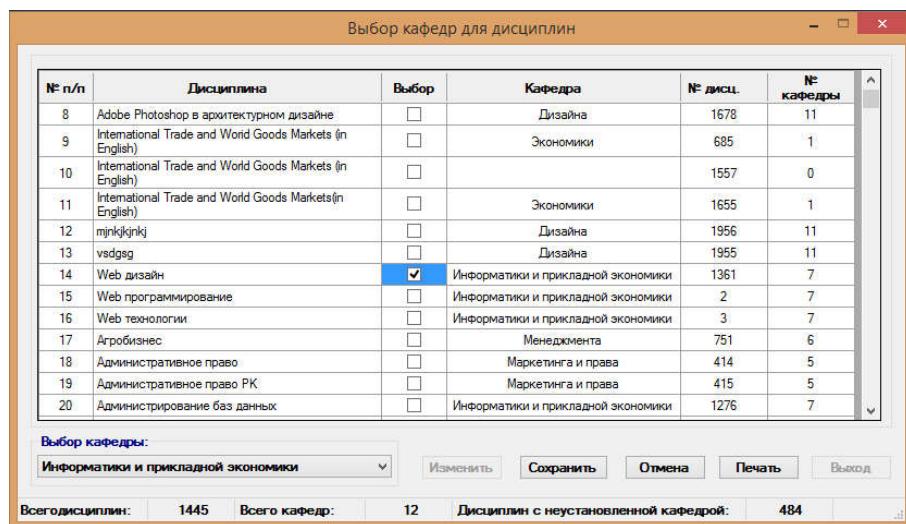


Рисунок 25 – Диалоговое окно «Выбор кафедр для дисциплин»

Как видно из рисунков 22-25, дисциплины связаны с кафедрами. Поэтому целесообразно хранить в системе наименования всех кафедр университета для эффективного управления и исключения ошибок ввода. Интерфейс диалогового окна для работы с данными о кафедрах представлен на рисунке 26.

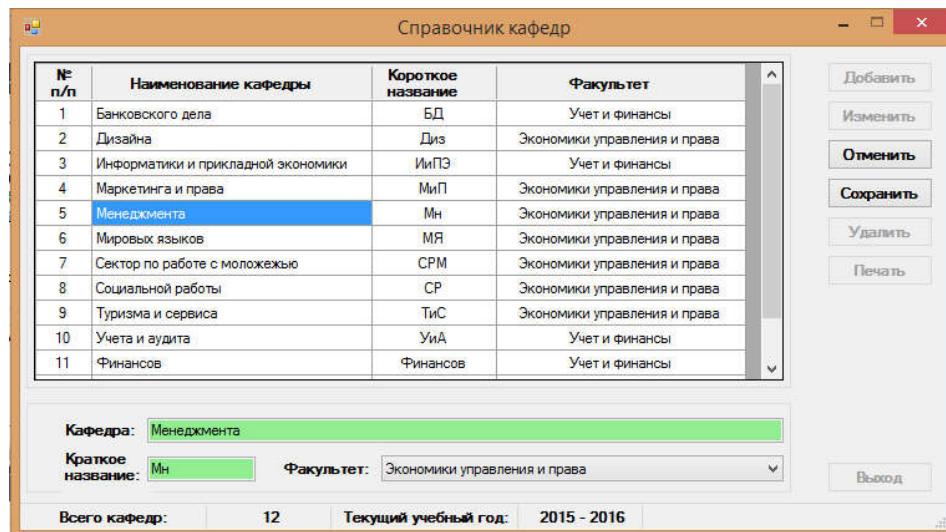


Рисунок 26 – Диалоговое окно «Справочник кафедр»

Аналогичную структуру имеет диалоговое окно для работы со специальностями, по которым осуществляется набор студентов. Интерфейс окна представлен на рисунке 27.

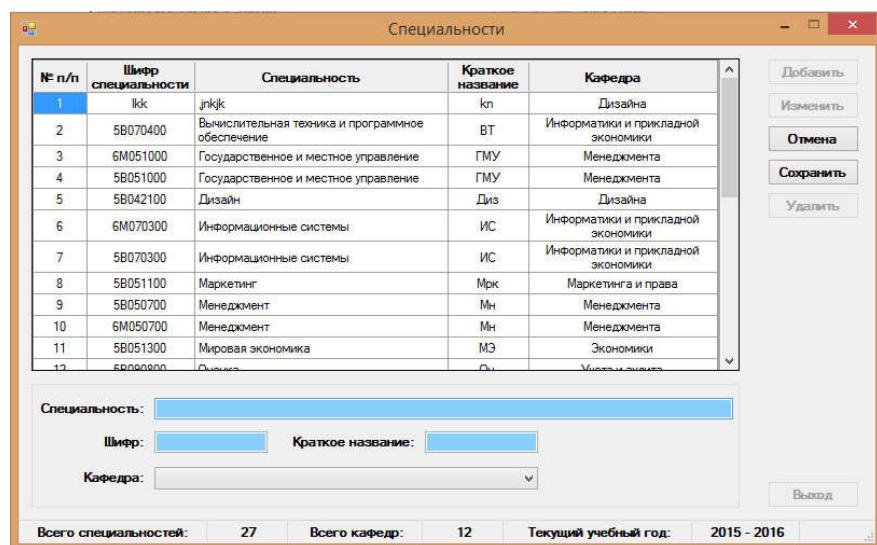
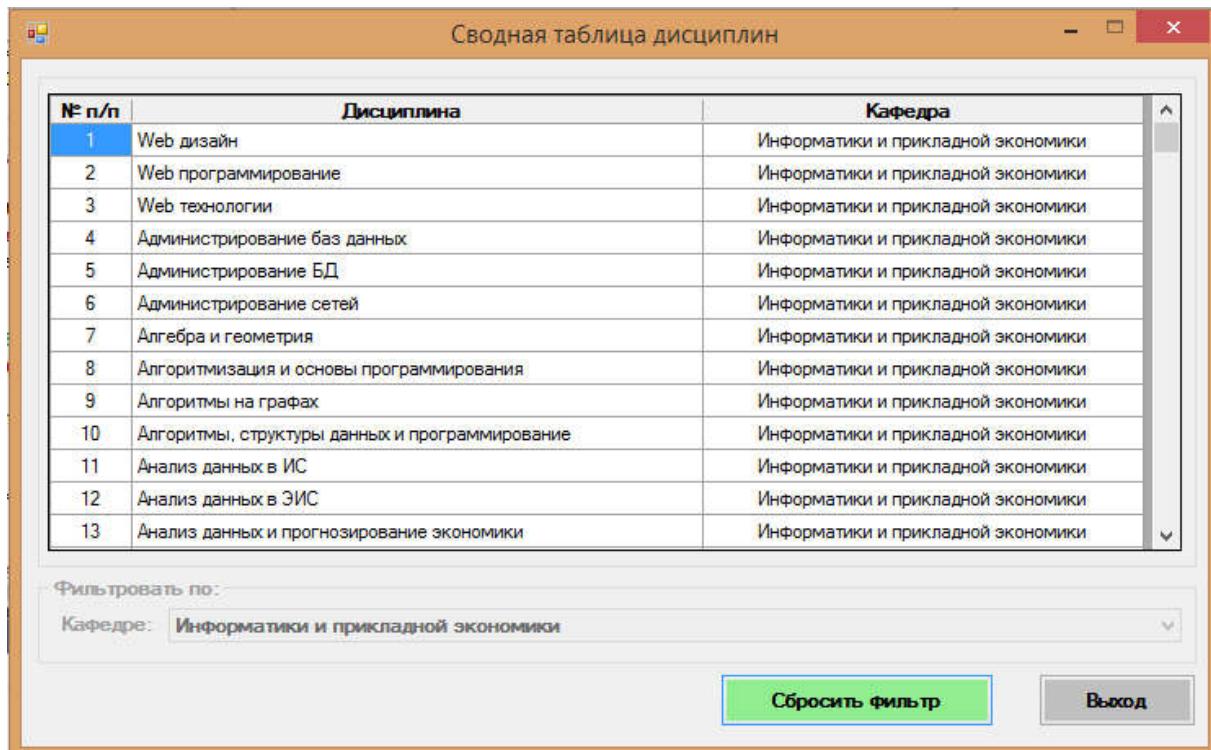


Рисунок 27 – Диалоговое окно «Специальности»

Также в системе предусмотрен просмотр данных в режиме сводной таблицы с возможностью фильтрации по ключевым полям. Доступ к сводным таблицам осуществляется через меню «Списки». На рисунке 28 в качестве примера приведен интерфейс диалогового окна для работы с данными по дисциплинам. Для просмотра данных по специальностям, кафедрам и потокам разработаны окна со схожим интерфейсом.



Сводная таблица дисциплин

№ п/п	Дисциплина	Кафедра
1	Web дизайн	Информатики и прикладной экономики
2	Web программирование	Информатики и прикладной экономики
3	Web технологии	Информатики и прикладной экономики
4	Администрирование баз данных	Информатики и прикладной экономики
5	Администрирование БД	Информатики и прикладной экономики
6	Администрирование сетей	Информатики и прикладной экономики
7	Алгебра и геометрия	Информатики и прикладной экономики
8	Алгоритмизация и основы программирования	Информатики и прикладной экономики
9	Алгоритмы на графах	Информатики и прикладной экономики
10	Алгоритмы, структуры данных и программирование	Информатики и прикладной экономики
11	Анализ данных в ИС	Информатики и прикладной экономики
12	Анализ данных в ЭИС	Информатики и прикладной экономики
13	Анализ данных и прогнозирование экономики	Информатики и прикладной экономики

Фильтровать по:

Кафедре: Информатики и прикладной экономики

Сбросить фильтр Выход

Рисунок 28 – Сводные данные по дисциплинам

После того, как выполнен перевод студентов на следующий курс, в систему введен контингент первого курса можно осуществить обработку рабочих учебных планов из MS Excel. При анализе учебных планов следует учитывать, что некоторые потоки обучаются по выбранной траектории из модульной образовательной программы, а некоторые обучаются без выбора траектории, но имеют в учебном плане дисциплины, объединенные в определенные курсы по выбору, из которых чаще всего выбирается только одна.

Различные виды учебных потоков требуют различного подхода к обработке учебных планов. При автоматизированной обработке рабочих учебных планов все дисциплины по выбору приходится вводить в систему, а затем уже дополнительно указывать выбранную дисциплину.

3.3. Предварительный анализ рабочих учебных планов

После того, как осуществлен ввод норм времени для выполнения внеаудиторной нагрузки, выполнена основная часть подготовительной работы для процесса по формированию учебной нагрузки вуза (рисунок 29).

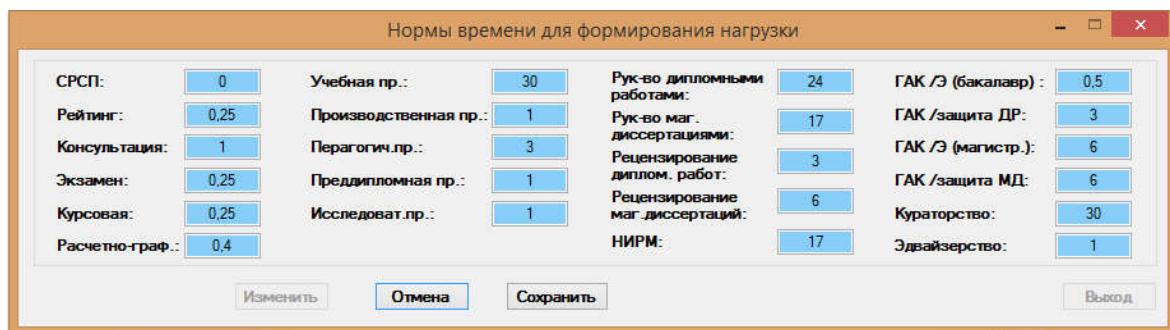


Рисунок 29 – Диалоговое окно «Нормы времени для формирования нагрузки»

На рисунке 30 представлено диалоговое окно для осуществления предварительного анализа модульных образовательных программ. Для анализа рабочих учебных планов структура формы аналогична, но добавлена проверка на соответствие кредитов к аудиторным часам, которая выполняется проводится для всех дисциплин учебного плана.

В вузе существует определенный шаблон для заполнения модульной образовательной программы и, соответственно, рабочего учебного плана. Однако, предположение, что каждый анализируемый документ строго соответствует шаблону, оказалось неверным. Поэтому в системе потребовалось введение проверки документа на его заполнение. В представленном диалоговом окне

осуществляется анализ только шапки документов, причем, как оказалось, в данном диапазоне проверять необходимо абсолютно все.

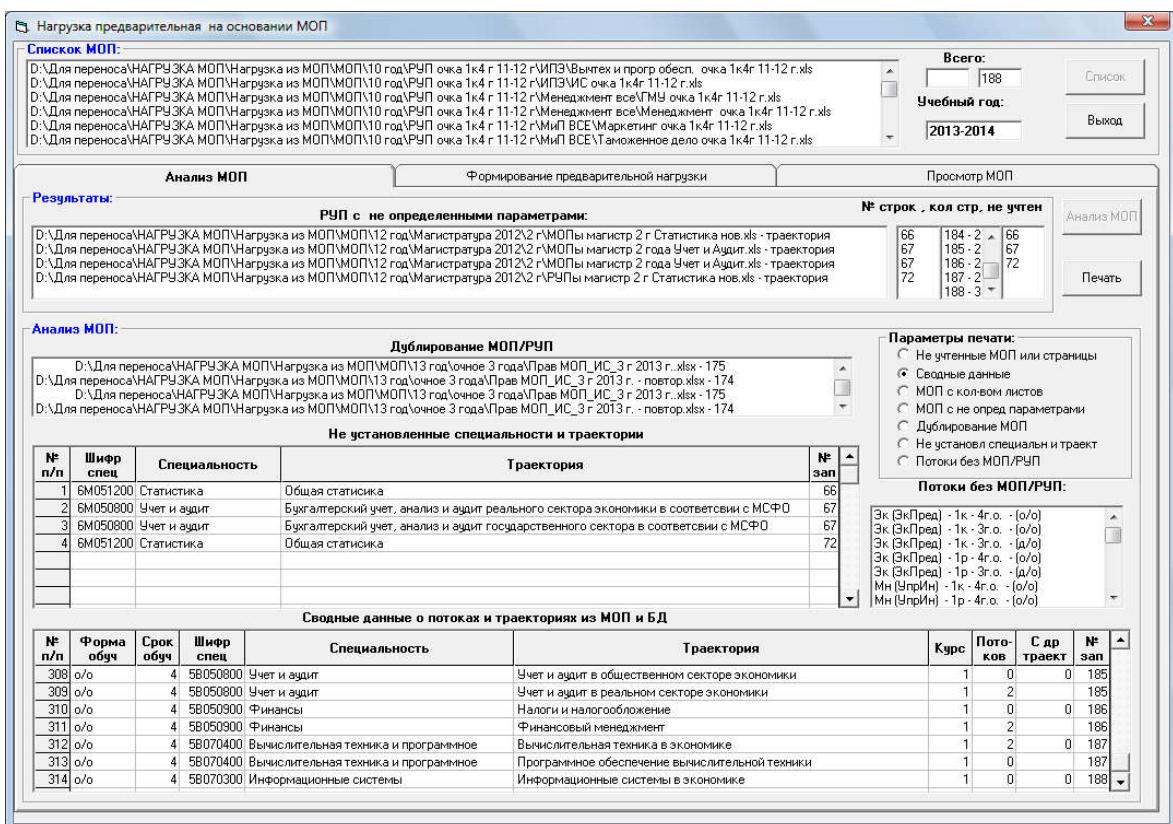


Рисунок 30 – Основное окно для формирования нагрузки

В верхней части формы анализа учебных планов (рисунок 30) выгружается список МОП/РУП, анализируемых системой. Опыт, полученный в процессе разработки системы, показал, что анализ более эффективно осуществлять по частям. Довольно часто эти части зависят от готовности документов, как видно из рисунка 30, анализируются только 190 документов MS Excel, при этом каждый из них может содержать от 1 до 3 листов. Документы могут быть представлены как в формате MS Excel 2003 с расширением .xls, так и в более поздних версиях, с расширением .xlsx, что также было учтено при разработке алгоритма. В рамке «Список МОП» собственно кроме списка также выводится количество элементов в списке, а также при выделении элемента его порядковый номер в общем списке.

Кроме того, указан учебный год, для которого осуществляется анализ МОП/РУП, поскольку он может и не совпадать с текущим учебным годом [63].

На этапе предварительного анализа осуществляется проверка рабочих учебных планов на всевозможные ошибки технического характера, которые могут повлиять на корректную работу с учебными планами в дальнейшем. К таким ошибкам относятся, такие как:

- дублирование учебных планов (для потока одной специальности несколько файлов с учебными планами);
- рабочие учебные планы с неопределенными параметрами (специальность, курс, уровень образовательной программы и другие параметры);
- неустановленные специальности и траектории специальностей (ошибки в шифрах и написании);
- файлы с рабочими учебными планами, содержащими несколько листов, в том числе и скрытых;
- потоки, оставшиеся без рабочих учебных планов на текущий учебный год.

В разделе «МОП/РУП с неопределенными параметрами» печатается список документов, для которых не определены основные параметры шапки документа. Если такой документ найден, как это показано на рисунке 30, то он добавляется в список, а также указывается причина его появления в списке: не определен год поступления; срок обучения; траектория; специальность; шифр специальности и т.д. Кроме того, файл может быть опознан как устаревший, или слишком новый, что связано с ошибкой в году поступления, сроке обучения.

В соседнем списке указаны порядковые номера файлов в списке. В следующем списке указаны все файлы с указанием номера, количества страниц, а также количества скрытых страниц. Как оказалось, есть такие РУП со скрытыми страницами, причем по специальностям, далеким от информационных систем. Распространенной ошибкой является наличие лишних страниц в документе, содержащих либо сводную информацию, либо данные предыдущих годов. Знание

общего количества страниц позволяет исправлять такие ошибки. В следующем списке показаны номера файлов, которые не были учтены из за ошибок.

Раздел «Дублирование МОП/РУП» отражает те документы, которые опознаны как одинаковые. Ошибки такого рода возникают когда файл з/о копировался для д/о, а в документе название формы обучения не было изменено; либо неверно указан год поступления, в связи с чем неверно определен курс обучения.

Раздел «Не установленные специальности и траектории» показывает шифр специальности, специальность, траекторию и номер документа в списке, который позволяет определить проблемный файл. Чаще всего ошибки здесь в неверно написанной траектории, причем бывали случаи, когда эту ошибку не сразу можно определить (пропущена буква).

Раздел «Потоки без МОП/РУП» отражает список потоков студентов/магистрантов, для которых не найден МОП/РУП. Потоки отображаются следующим образом: Эк (ЭкПред) -1к-4г/о-(о/о). Специальность – Экономика, траектория- Экономика предприятия, курс обучения – 1, язык обучения- казахский, срок обучения – 4 года, форма обучения – очная.

Раздел «Сводные данные о потоках и траекториях». Содержит сводную информацию о всех РУП, которые были учтены (список не учтенных файлов представлен в отдельном списке). Для каждой страницы файла отводится отдельная строка, т.к. книга содержит столько страниц, сколько имеется траекторий. Отображаются следующие данные: форма обучения; срок обучения; шифр и наименование специальности; траектория; курс; количество потоков студентов/магистрантов, обучающихся по данному направлению (количество потоков на русском и казахском отделении), введенных в базу данных; количество потоков с другой траекторией обучения; номер файла в общем списке. Если есть студенты с другой траекторией, то следует выяснить причину: либо неверно указана траектория в БД, либо нужный РУП не предоставлен. Список потоков с указанием траекторий и количества студентов можно распечатать с другой формы.

Любая информация, полученная в ходе анализа РУП доступна для печати. Такой подробный анализ РУП необходим. К сожалению ошибки всегда бывают, и такой анализ позволяет их ликвидировать, что невозможно сделать без компьютерного анализа.

Если ошибки обнаружены, то их надо исправить, прежде чем двигаться дальше.

На рисунке 31 представлена форма, на которой видно, что все ошибки заголовков файлов исправлены, РУП имеются для всех потоков и можно перейти к вкладке «Формирование предварительной нагрузки».

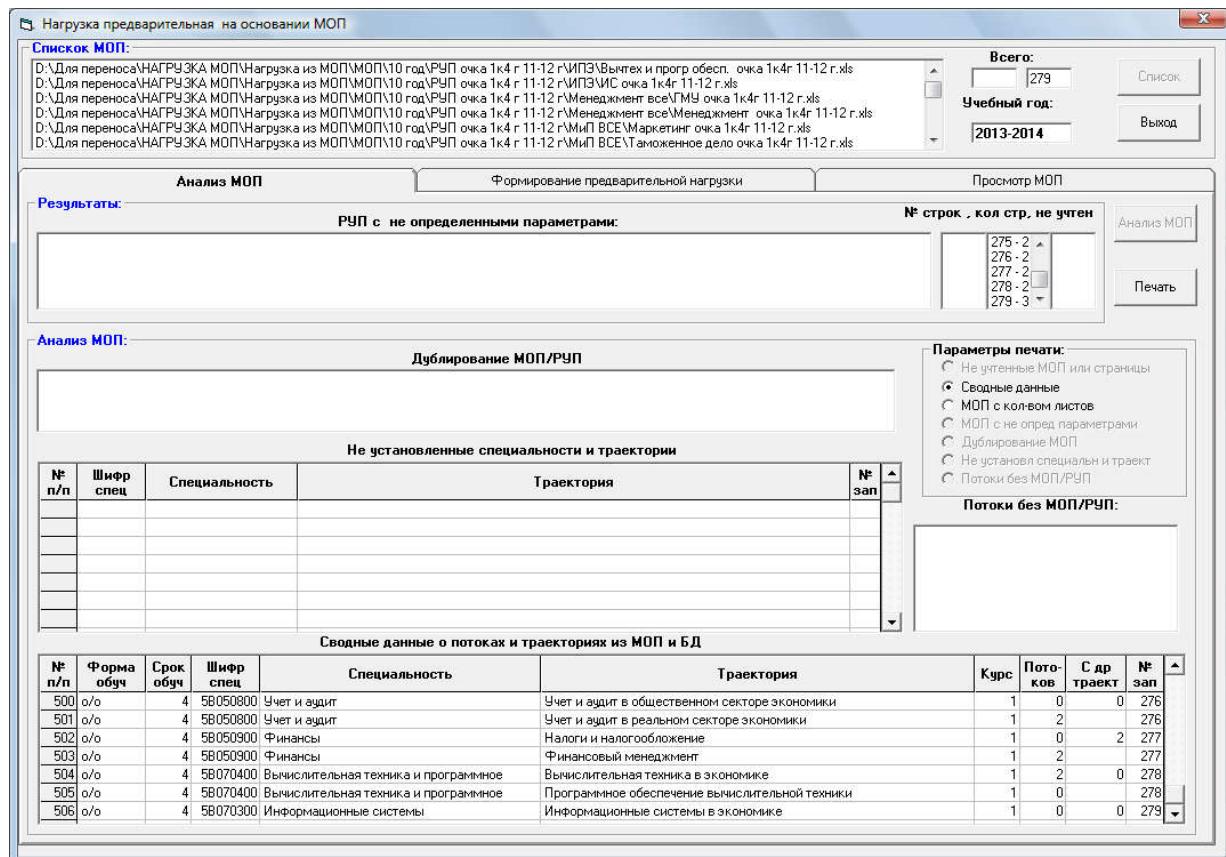


Рисунок 31 – Основное окно после исправления выявленных ошибок

На вкладке «Формирование предварительной нагрузки» происходит анализ той части учебного плана, где расположены дисциплины, практики, государственные экзамены (рисунок 32).

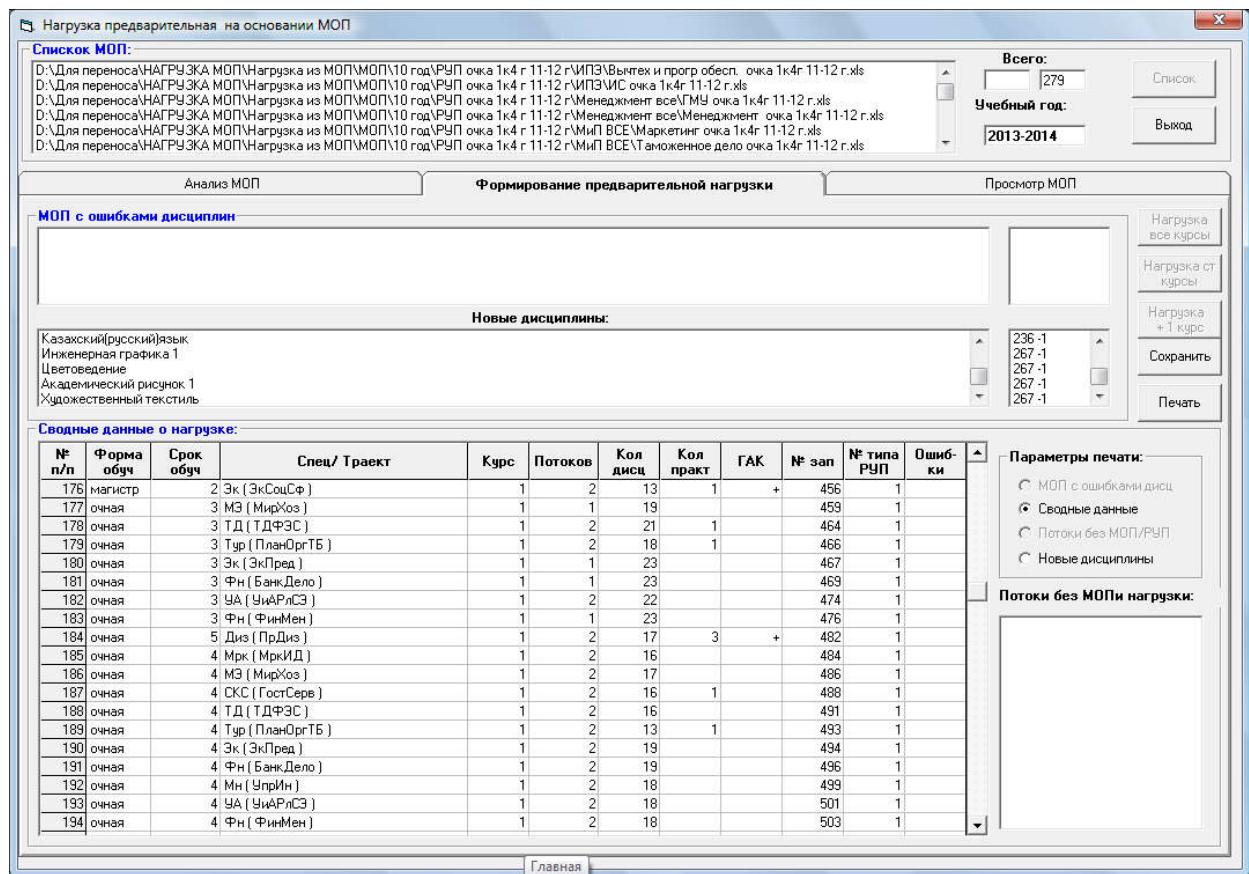


Рисунок 32 – Вкладка «Формирование предварительной нагрузки»

Раздел МОП/РУП с ошибками дисциплин показывает список дисциплин с ошибками с указанием этих ошибок, а в соседнем столбце № файла – № страницы - № строки.

Раздел «Новые дисциплины» показывает новые дисциплины в базе данных, а в соседнем списке – номера файлов и страниц, откуда они взяты. Список новых дисциплин следует внимательно вычитать как на предмет обнаружения ошибок, так и для того, чтобы закрепить их за кафедрами, кроме того в списке могут оказаться дисциплины – дублирующие уже существующие.

Раздел «Сводные данные о нагрузке» содержит сводную информацию по каждому листу РУП/МОП, для которого имеется контингент обучающихся. В таблице указаны форма обучения, срок обучения, специальность- траектория, курс, кол-во потоков, кол-во дисциплин на учебный год, кол-во практик, наличие

ГАК, № записи из сводного списка предыдущей вкладки, № типа РУП, если есть несколько видов их заполнения.

Нагрузку можно посчитать всю, только старших курсов, добавить нагрузку 1 курса. Кнопка сохранить позволяет сохранить нагрузку.

На вкладке «Просмотр МОП» можно выбрать поток из списка сводных данных о нагрузке и получить детальную информацию о дисциплинах, практиках и ГАК (рисунок 33).

Нагрузка предварительная на основании МОП

Список МОП:

Всего: 279

Учебный год: 2013-2014

Список Выход

Анализ МОП Формирование предварительной нагрузки Просмотр МОП

Сводные данные о нагрузке:

№ п/п	Форма обуч	Срок обуч	Спец/ Траект	Курс	Потоков	Кол дисц	Кол практик	ГАК	№ зап	№ типа РУП	Ошиб-ки
1	очная	4	ВТ	4	1	6	1	+	1	1	2
2	очная	4	ИС	4	2	7	1	+	2	2	2
3	очная	4	ГМУ	4	2	8	1	+	3	2	2
4	очная	4	Мн	4	2	6	1	+	4	2	2
5	очная	4	Мрк	4	1	7	1	+	5	2	2
6	очная	4	ТД	4	2	8	1	+	6	2	2
7	очная	4	Тур	4	2	7	1	+	8	2	2
8	очная	4	Оц	4	2	6	1	+	9	2	2
9	очная	4	Ча	4	2	7		+	11	2	2
1	очная	4	ВТ	4	1	6	1	+	1	1	2

Потоки:

ВТ(1) - 4к- о/о - 4г.о.

Полные данные:

Дисциплины:

№ п/п	Сем РУП	Наименование	Кред	Лек	Практ	Лаб
1	7	Охрана труда и безопасность жизнедеятельности	3	30	15	
2	7	Экономика и организация производства	3	30	15	
3	7	Информет технологии	3	15		30
4	7	Компьютерные сети	3	15		30
5	7	Проектирование ИС	3	15		30
6	7	Экспертные и интеллектуальные системы	2	15		30

Практики:

№ п/п	Сем РУП	Наименование	Кред
1	8	Производственная	4

ГАК:

Рисунок 33 – Вкладка «Просмотр МОП»

После того, как завершен предварительный анализ рабочих учебных планов и устранены обнаруженные ошибки, можно осуществить анализ учебных планов с целью выявления вариантов их оптимизации.

3.4. Анализ рабочих учебных планов 1 курса

Следует отметить, что основные вопросы при составлении расписания и оптимизации распределения педагогической нагрузки возникают при работе с дисциплинами сервисных кафедр. Причем сервисные дисциплины, преподавание которых осуществляется в потоке для всего факультета, как правило предусмотрены для студентов первого курса. Поэтому анализ рабочих учебных планов первого курса целесообразно проводить отдельно. Для этих целей разработано отдельное диалоговое окно «Анализ РУП 1 курса», которое представлено на рисунке 34.

Окно «Анализ РУП 1 курса» представляет собой 3 основные вкладки для последовательной работы с учебными планами. Поскольку студенческий контингент является одним из определяющих факторов при формировании потоков, на первоначальном этапе необходимо для каждого из направлений университета определить общее количество студентов и потоков. Данная работа осуществляется на вкладке «Формирование потоков», как продемонстрировано на рисунке 34.

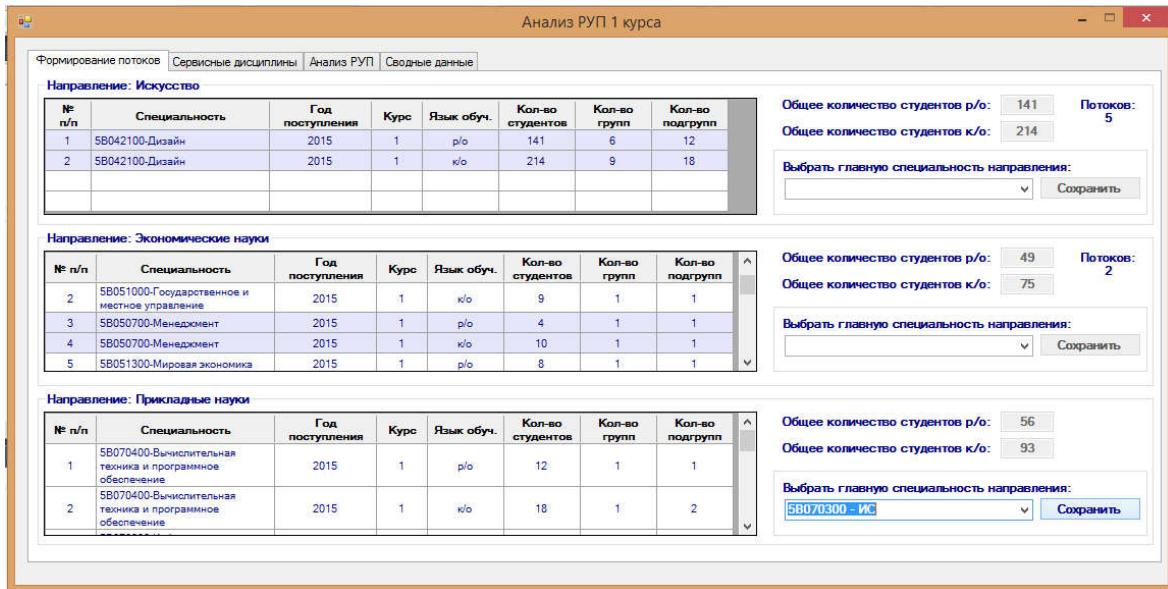


Рисунок 34 – Окно «Анализ РУП 1 курса», вкладка «Формирование потоков»

При загрузке диалогового окна осуществляется суммарный подсчет студенческого контингента по каждому из направлений. Для формирования потоков необходимо выбрать главную специальность факультета, по учебному плану которой далее будет производиться оптимизация педагогической нагрузки по сервисным дисциплинам. Количество потоков на факультете рассчитывается согласно норме заполняемости потока 90-100 студентов на каждом.

После определения количества потоков и ведущей специальности на каждом факультете, необходимо определить какие из дисциплин рабочих учебных планов относятся к сервисным. Для этого предусмотрена вкладка «Сервисные дисциплины» (рисунок 35).

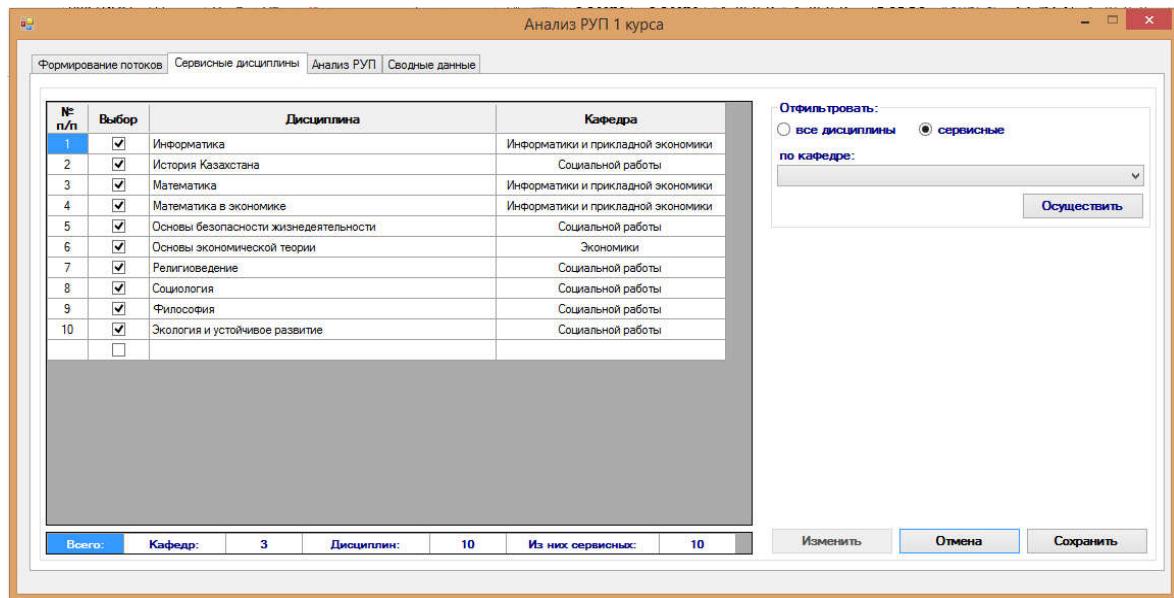


Рисунок 35 – Окно «Анализ РУП 1 курса», вкладка «Сервисные дисциплины»

На данной вкладке пользователю предоставляется возможность отметить и выбрать из общего списка дисциплин те, которые являются сервисными, а также просмотр списка дисциплин отдельной кафедры. Следует отметить, что пользователю в режиме «Изменить» предоставляется возможность полностью менять список сервисных дисциплин.

После выбора сервисных дисциплин можно перейти на вкладку «Анализ РУП» (рисунок 36). Сначала для работы пользователя доступна только кнопка

«Заполнить», при нажатии на которую формируются исходные данные по сервисным дисциплинам первого курса. Данные формируются из рабочих учебных планов первого курса на текущий учебный год, список обрабатываемых планов с указанием полного пути к файлу располагается в верхней части диалогового окна. При этом следует отметить, что заполнение исходных данных из учебных планов начинается только после того, как пользователем были определены ведущие специальности и рассчитано общее количество потоков на каждом из направлений.

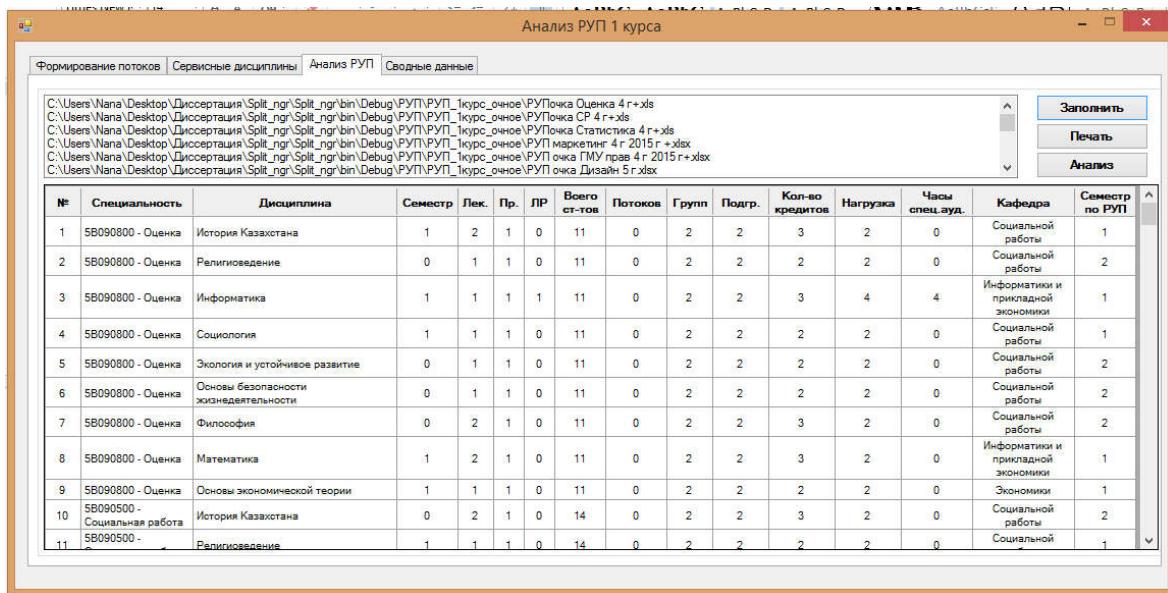


Рисунок 36 – Окно «Анализ РУП 1 курса», вкладка «Анализ РУП»

На подготовительном этапе формируются исходные данные, представляющие список сервисных дисциплин для первого курса по всем специальностям, исключая те дисциплины, которые ведутся в обоих семестрах учебного года. При этом из учебных планов специальностей отбираются только те дисциплины, которые отмечены как сервисные на вкладке «Сервисные дисциплины». После этого осуществляется предварительный расчет исходной нагрузки по кафедрам (исходя из данных рабочих учебных планов с учетом контингента обучающихся), который далее используется в качестве весов для целевой функции оптимизации (11).

После заполнения таблицы исходными данными на вкладке «Анализ РУП» становится доступна кнопка «Анализ», а также вкладка «Сводные данные» (рисунок 37). На вкладке «Сводные данные» отображаются расчетные показатели ограничений, вычисляемых по формулам (7) и (12).

№ п/п	Код кафедры	Наименование кафедры	Всего по РУП 1 семестр		Всего по РУП 2 семестр		Всего	1 сем. (после изм.)	2 сем. (после изм.)	Разница м/у семестрами
			18	22	40	0				
1	1	Экономики	18	22	40	0	0	0	0	0
2	2	Финансов	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	Учета и аудита	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	Туризма и сервиса	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	Маркетинга и права	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6	Менеджмента	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	Информатики и прикладной экономики	61	77	138	0	0	0	0	0
8	8	Мировых языков	0	0	0	0	0	0	0	0
9	9	Банковского дела	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	Социальной работы	189	159	348	0	0	0	0	0
11	11	Дизайна	0	0	0	0	0	0	0	0
12	12	Сектор по работе с молодежью	0	0	0	0	0	0	0	0

Всего по РУП 1 семестр	Всего по РУП 2 семестр	Всего	1 семестр (после изм.)	2 семестр (после изм.)	Разница м/у семестрами
46	86	132	0	0	0

№ п/п	Код спец-ти	Шифр / Наименование	Kr (D1)
1	1	SB050600 - Экономика	0
2	2	SB050900 - Финансы	0
3	3	SB050800 - Учет и аудит	0
4	4	SB090200 - Туризм	0
5	5	SB030400 - Таможенное дело	0
6	6	SB051200 - Статистика	0
7	7	SB090500 - Социальная работа	0
8	8	SB090400 - Социально-культурный сервис	0
9	9	SB090800 - Оценка	0
10	10	SB051300 - Мировая экономика	0
11	11	SB050700 - Менеджмент	0
12	12	SB051100 - Маркетинг	0
13	13	SB070300 - Информационные системы	0
14	14	SB051000 - Государственное и местное управление	0
15	15	SB070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение	0

Рисунок 37 – Окно «Анализ РУП 1 курса», вкладка «Сводные данные»

Так, на первоначальном этапе заполняется таблица, демонстрирующая исходную нагрузку кафедр по семестрам. При этом, кафедры, которые имеют педагогическую нагрузку по сервисным дисциплинам, выделяются другим цветом. После некоторых перемещений и подбора оптимального решения заполняются оставшиеся столбцы таблицы (нагрузка за первый и второй семестры после возможных изменений в РУП, разница между семестровой нагрузкой). Так, из представленной таблицы видно, что основную нагрузку по сервисным дисциплинам для студентов первого курса обучения выполняют три кафедры – «Экономика», «Информатика и прикладная экономика», «Социальная работа».

С другой стороны, кафедра мировых языков (8 строка таблицы), как уже отмечалось ранее, не учитывается при анализе учебных планов, поскольку имеют сервисные дисциплины, которые ведутся в обоих семестрах (Иностранные языки, Русский/Казахский язык), перемещение дисциплин в данном случае не даст

никаких результатов по улучшению. Поэтому дисциплины этой кафедры не рассматриваются для улучшения.

Для некоторых кафедр, таких как, например, «Маркетинг и право» (5 строка таблицы), добиться равномерности по семестрам проблематично ввиду того, что кафедра ведет как сервисные дисциплины (Основы права), так и специализированные дисциплины как выпускающая кафедра.

Достоверность ограничения (12) для целевой функции (11) проверяется для учебного плана каждой специальности (таблица справа на рисунке 37). Как видно из рисунка 35, до начала анализа учебных планов с целью оптимизации для всех специальностей ограничение (12) достоверно.

На рисунке 38 представлен фрагмент алгоритма для определения параметра D, рассчитываемого в ограничении (12) для определения отклонения в случае изменения семестра.

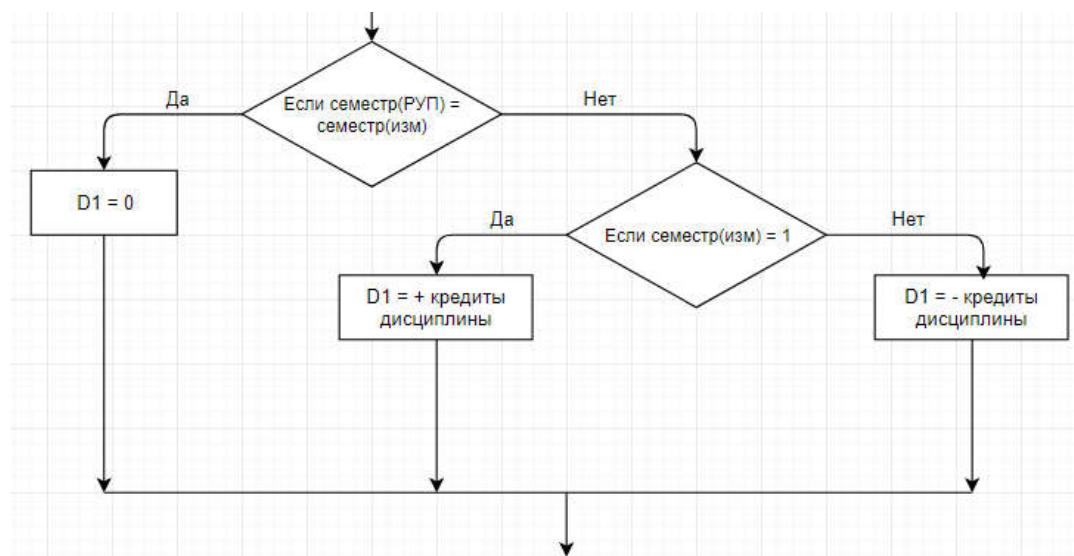


Рисунок 38 – Фрагмент алгоритма для определения параметра D

В нижней части вкладки «Сводные данные» представлены предварительные расчеты по загруженности специализированных аудиторий по семестрам согласно ограничения (7). Для проверки выполнения ограничение (7) на этапе оптимизации учебных планов определяется предполагаемая загруженность

специализированных аудиторий (для проведения таких дисциплин, например, как «Информационные и коммуникационные технологии» или «Информатика») [28].

Как видно из рисунка 37, на начальном этапе после расчета предварительной нагрузки основная часть загруженности специализированных аудиторий (около 2/3) приходится на второй семестр, что может привести к недопустимой длине аудиторного расписания. Поэтому и возникает необходимость в оптимизации учебных планов и распределения таких дисциплин более равномерно по семестрам.

После проведения анализа учебных планов и поиска оптимального решения [60], то есть в данном случае такого распределения сервисных дисциплин по семестрам, что достигается оптимальное значение целевой функции (11) при условии достоверности ограничений (7) и (12), варианты оптимальных размещений сервисных дисциплин выгружаются в шаблон MS Excel, как представлено на рисунке 39.

№ варианта / дисциплина	140939	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	# направления	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Кол-во кредитов	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Рисунок 39 – Формирование выходных данных

Как видно из рисунка 39, вариантов перемещения, дающих одинаковое оптимальное значение нагрузки может быть несколько. В этой связи и было принято решение не вносить изменения в учебные планы автоматически, а лишь формировать выходной файл с возможными вариантами оптимизации.

В конечном итоге решение о переносе дисциплин для проведения в другом семестре принимается сотрудниками учебной части после согласования с соответствующими кафедрами [59].

3.5. Формирование педагогической нагрузки кафедр

После того как принято решение об окончательном формировании учебных планов, а также после устранения всех выявленных на этапе анализа технических ошибок, должна быть определена общая педагогическая нагрузка по каждой из кафедр. Для этих целей в системе предусмотрено сначала сохранение данных по педагогической нагрузке в базу данных. Данная функция доступна пользователю в диалоговом окне «Нагрузка на основании РУП» (рисунок 30) на вкладке «Формирование нагрузки» при нажатии на кнопку «Сохранить». В результате данные по часам из всех рабочих представленных на анализ учебных планов будут сохранены в отдельную таблицу базы данных автоматизированной системы.

Решение о введение сводных часов в систему было принято в целях экономии времени и упрощения алгоритма обработки данных, поскольку многократное обращение и открытие внешних файлов MS Excel, а также поиск в них требуемой информации значительно усложняет процесс обработки и анализа. Кроме того, загрузка данных из таблицы базы данных позволяет уже на этапе формирования запроса отсортировать и сгруппировать сводные данные в требуемой последовательности [46].

После того, как сводные данные сохранены в автоматизированной системе, можно приступать к формированию педагогической нагрузки по отдельным кафедрам. Для этого предусмотрено диалоговое окно «Нагрузка кафедры», доступ к которому можно получить из главного меню системы по ссылке Нагрузка – Кафедры. В результате откроется диалоговое окно как представлено на рисунке 40.

Как видно из рисунка 40 окно разделено на следующие основные функциональные области. В верхней части представлен список дисциплин, которые не закреплены ни за одной из кафедр, а также выпадающий список для выбора кафедры, по которой будет осуществляться формирование нагрузки. Список незакрепленных дисциплин необходим для наглядной демонстрации перечня нераспределенных дисциплин, которые соответственно при формировании нагрузки будут потеряны. Чтобы избежать данной ситуации достаточно вернуться к форме закрепления дисциплин за кафедрами (рисунок 27) и завершить распределение дисциплин [14].

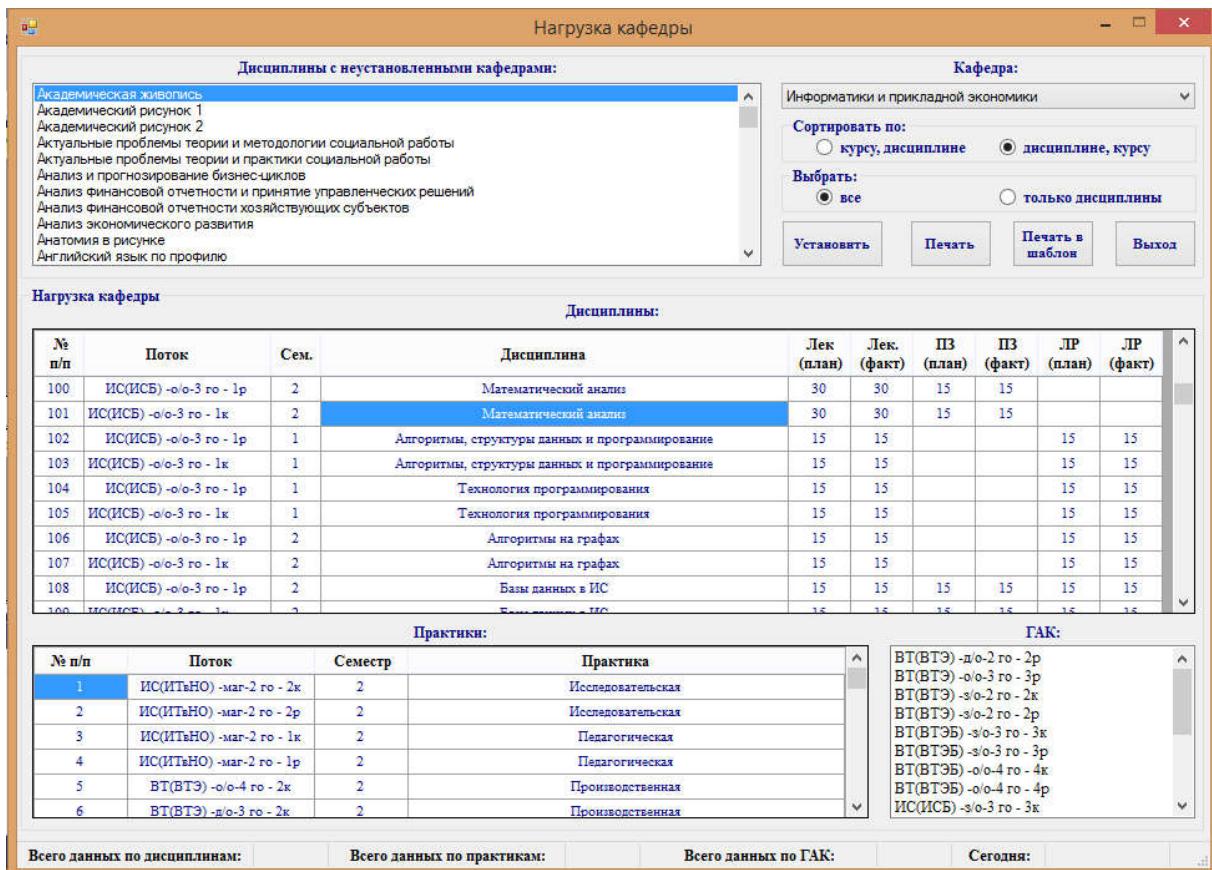


Рисунок 40 – Диалоговое окно «Нагрузка кафедры»

Кроме того, пользователю предоставляется возможность выбора последовательности сортировки дисциплин в сводном файле нагрузки: сначала по

курсу, затем по дисциплине, либо наоборот. По умолчанию предусмотрена сортировка по дисциплинам, а затем по курсу обучения.

Далее следуют сводные данные о педагогической нагрузке выбранной кафедры, разделенные на три основные части: аудиторная нагрузка, практики по всем потокам обучения и нагрузка, предусмотренная для работы государственной аттестационной комиссии. Причем данные заполняются после выбора определенной кафедры и при нажатии на кнопку «Установить».

После того как данные по нагрузке сформированы, пользователю доступны кнопки «Печать» и «Печать в шаблон». Чтобы сформировать сводные данные по нагрузке кафедры в отдельном файле необходимо нажать на кнопку «Печать в шаблон». В результате будет осуществлена выгрузка всех данных в подготовленный шаблон MS Excel, который представлен на рисунке 41.

Рисунок 41 – Шаблон MS Excel со сводными данными по нагрузке

Данные в шаблон выгружаются уже отсортированные по семестрам, а также в зависимости от выбранного пользователем порядка по курсу и дисциплине. Кроме того, данные по нагрузке распределяются по отдельным листам согласно уровню подготовки обучающихся: бакалавриат очной формы обучения, бакалавриат заочной и дистанционной формы обучения, магистратура [16].

Таким образом, пользователь получает файл с данными, готовыми к распределению педагогической нагрузки по преподавателям конкретной кафедры.

Кроме того, автоматизированное заполнение шаблона для распределения педагогической нагрузки исключает возможность технических ошибок при переносе данных из учебных планов в сводный файл нагрузки кафедры, а также потерю дисциплин и, соответственно, аудиторной нагрузки кафедры. Основная задача пользователя на данном этапе сводится к формированию папки, содержащей учебные планы по всем формам обучения для каждого уровня подготовки обучающихся [35].

3.6. Формирование индивидуальной нагрузки преподавателей кафедры

Анализ учебных планов представляется как длительный и трудоемкий процесс, который нацелен на оптимизацию блока исходных данных, предназначенного для формирования педагогической нагрузки преподавателей вуза. Предварительный анализ учебных планов с представлением возможных альтернатив их оптимизации более эффективно осуществлять с помощью автоматизированной системы с последующим выбором наиболее удобных вариантов [18].

Поскольку непосредственно процесс распределения педагогической нагрузки представляется как задача, зависящая от множества факторов, предварительный анализ с последующей оптимизацией учебных планов позволяет исключить некоторые из них, например, такие как дублирование дисциплин, чтение одной и той же дисциплины в разных семестрах (особенно для малочисленных потоков и групп) и другие.

После того, как шаблоны индивидуальной нагрузки заполнены исходными данными и выделена дополнительная часть нагрузки (по средством алгоритма, описанного в параграфе 2.3), можно сформировать отдельные книги с преподавательской нагрузкой. Программный код для реализации этой функции

закреплен за кнопкой «Индивидуальная нагрузка». Используя шаблон «Sh_IndBook», будет получен список файлов с нагрузками всех преподавателей.

Существует характерная особенность при использовании программной реализации данной функции – имя файла должно соответствовать фамилии преподавателя, но при этом содержание специфических символов казахского алфавита недопустимо, поскольку они вызывают ошибку при копировании файла. Для исключения данной ошибки в программе предусмотрено на главной странице сводных данных в отдельной строке формируется список фамилий преподавателей непосредственно для создания файла индивидуальной нагрузки.

Рассмотрим детально, как выглядят данные в отдельных файлах (рисунок 42).

Кафедра "Вычислительная техника" Персональная нагрузка на 2016/2017 учебный год																							
и.о. доцента, к.т.н. Абдураимова Б.К. (1 ставка)																							
№ п/п	Наименование дисциплины		Код специальности	Код специальности	Код	Количество групп	Количество																
			семестр по РУП	семестр по РУП	курс	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов									
1	Роботының, күйен жобалуу	58070400	7	3	4	0	1	22	кад	30	2,00	30	1,00	9,00	0,60	11,00	0,35	1,00	0,03	84,00	2,80		
2	Дипломдык жобалуу (жыныс) жетекші	58070400	7		4	6	11	7	рус											60,25	3,85		
	Микропроцессорлук жүйелөр жобалуу жана																			81,00	3,98		
	Дипломдык жобалуу	64070400	1	3	1	1	0		7	рус	30	2,00	15	1,00	9,00	0,60	3,60	0,11	1,00	0,03	1,75	0,11	
	Итого за 1 семестр									68	4,00	15	1,00	30	1,00	18,00	1,20	14,50	0,46	2,00	0,86	1,75	0,11
	Занятия и практика	58070400	6	2	3	0	0	98	кад	15	1,00					6,00	0,40	49,00	1,57	4,00	0,12	74,00	3,09
	Компьютерлук жүйелөр баядаламалуу	58070400	6	3	3	0	0	74	рус	30	2,00					9,00	0,60	37,00	1,16	3,00	0,09	85,50	5,06
	Происходственная практика	58070400	6	2	3	2	2	5	рус												5,00	0,75	
	Физическая практика	64070400	0		1	2	6	7	рус												14,00	2,10	
	Научные выступления архитектурного факультета	58070400	2	2	1	0	1		7	рус	15	1,00									57,25	2,65	
	Научные выступления факультета архитектурного факультета	64070400	2	2	1	1	1	1	кад												15,00	0,50	
	Гимн-шоу жарысы	64070400	2		1	1	1	1	кад												8,50	0,28	
	Монография диссертация жетекші	64070400	2		1	1	1	1	кад												15,00	0,50	
	Итого за 2 семестр									68	4,00	0	0,00	30	1,00	21,00	1,40	89,50	2,86	8,00	0,24	20,25	1,30
	Итого за год									120	8,00	15	1,00	60	2,00	39,00	2,60	104,00	3,33	10,00	0,30	22,00	1,41
																				496,50	25,07		

Кафедра "Вычислительная техника" Персональная нагрузка на 2016/2017 учебный год																							
и.о. доцента, к.т.н. Абдураимова Б.К. (0,5 ставки)																							
№ п/п	Наименование дисциплины		Код специальности	Код специальности	Код	Количество групп	Количество																
			семестр по РУП	семестр по РУП	курс	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов	код-кодов									
1	Микропроцессорлук жобаламалуу	58070400	7	3	4	0	1	22	рус	30	2,00									86,50	4,33		
2	Гимн-шоу жарысы	64070400	1		1	1	1	1	кад											15,00	0,50		
3	Монография диссертация жетекші	64070400	1		1	1	1	1	кад											8,50	0,28		
	Итого за 1 семестр									30	2,00	0	0,00	30	1,00	9,00	0,60	11,00	0,35	1,00	0,03		
	1. Аудиториялук жаңыларлар	58070400	6	3	3	0	0	98	рус	15	1,00									101,50	4,86		
	2. Дипломдык жобалуу (жыныс) жетекші	58070400	8	1	4	3	5	7	рус											84,00	2,80		
	Итого за 2 семестр									15	1,00	0	0,00	0	0,00	9,00	0,60	49,00	1,57	4,00	0,12	24,50	1,57
	Итого за год									45	3,00	0	0,00	30	1,00	18,00	1,20	60,00	1,92	5,00	0,15	30,00	1,92
																				8,50	0,28		
	Общий итог									165	11,00	15	1,00	90	3,00	57,00	3,80	164,00	5,25	15,00	0,45	52,00	3,33
																				17,00	0,57		
																				19,00	2,85		
																				30,00	1,00		
																				792,00	37,84		

Зав. кафедрой	Ташатов Н.Н.
Декан факультета	Нурбекова Ж.К.

Рисунок 42 – Индивидуальная нагрузка в отдельном файле

Данные по основной и дополнительной нагрузкам впечатываются в разные таблицы. Более того, незаполненные строки шаблона для удобства скрываются. Также скрываются столбцы, содержащие нулевые суммы, которые определяются

по результатам за учебный год, для чего в шаблоне была введена дополнительная строка с общим итогом.

Программное формирование отдельных файлов занимает в среднем несколько минут, тогда как обычное заполнение требует нескольких дней работы и тщательной проверки правильности заполнения.

После формирования индивидуальных данных по преподавателям, следует осуществить планирование объема учебной работы и штатного расписания.

Таблица планирования учебной работы формируется на отдельном листе с использованием простых ссылок (рисунок 43).

Наименование видов учебных работ	1-ое полугодие							
	Бакалавриат		Магистратура		Докторантура		Всего	
	ак. часы	кр.	ак. часы	кр.	ак. часы	кр.	ак. часы	кр.
Лекции	1545	103	600	40	195	13	2340	156
Семинарские, практические занятия	255	17	300	20	45	3	600	40
Лабораторные занятия	5580	186	0	0	150	5	5730	191
СРОП для обучающихся	513	34,2	180	12	63	4,2	756	50,4
Рубежный контроль	1110	35,52	60,5	1,94	3	0,096	1173,5	37,55
Обзорные лекции для выпускного курса							0	0
Консультации	108	3,24	20	0,6	8	0,24	136	4,08
Экзамены	364	23,30	18,75	1,20	3	0,19	385,75	24,69
Курсовые работы	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Руководство дипломными проектами (работами)	1464	48,8					1464	48,8
Руководство магистерскими диссертациями			306	10,20			306	10,2
Руководство докторскими диссертациями Ph.D					82,5	2,75	82,5	2,75
Заведование кафедрой	150	5					150	5
Учебная практика							0	0
Педагогическая практика			104,65	6,279	29,75	1,785	134,4	8,064
Исследовательская практика					0	0	0	0
Производственная практика							0	0
Участие в ГЭ (4 членам ГАК)							0	0
Защита дипломной работы (4 членам ГАК)							0	0
Участие в КЭ магистрантов (4 членам ГАК)							0	0
Защита магистерских диссертаций (4 членам ГАК)							0	0
Участие в КЭ докторантов (4 членам ГАК)							0	0
Работа дизайнера для бакалавриата и магистратуры	90	3	30	1			120	4
НИРМ (2-х годичек)			540	18			540	18
НИРД					225	7,5	225	7,5
Нормоконтроль							0	0
Итого:	11179,00	459,06	2159,90	111,22	804,25	37,76	14143,2	608,03

Рисунок 43 – Планирование учебной работы

Кроме сводной таблицы по планированию учебной нагрузки формируются таблицы по семестровым и годовой нагрузкам преподавателей по всем видам занятий.

Таблицы имеют такой же вид, как и в отчете о выполнении нагрузки, с той лишь разницей, что записывается только плановая нагрузка, которая сверяется с суммарной нагрузкой на главном листе (рисунок 44).

Дополнительной возможностью программного приложения является формирование шаблона отчета о выполнении учебной нагрузки. Форма отчета по выполнению учебной нагрузки за каждый семестр имеет утвержденный в университете вид, и включает три составляющих: отчет за одну ставку, отчет за дополнительную долю ставки штатных преподавателей и отчет по совместителям.

№	ФИО	Должность	Ставок	Лекции	ИИИМ (1,1,5 год)		ИИИМ (2 года)	ИИИД	Всего часы	Всего кредит	Факт часы	Факт кредиты
					ИИИМ (1 год)	ИИИМ (2 года)						
1	Ташатов Н. Н.	доцент	1,5	90	120,00	120,00	1038,68	40,72	1038,68	40,72317		
2	Искаков К.Т.	проф.	1,5	135	90,00	135,00	856,50	38,90	856,5	38,89734		
3	Атанов С.К.	и.о. проф.	1,5	135	90,00	60,00	857,15	38,64	857,15	38,64034		
4	Садыков А.А.	и.о. проф.	1	75	60,00	30,00	580,70	25,74	580,7	25,73933		
5	Сатыбалдина Д. Ж.	и.о. проф.	1,5	150	90,00	90,00	811,50	38,52	811,5	38,51534		
6	Балабеков Б.Ч.	доцент	1,5	150	90,00		881,00	38,46	881	38,46033		
7	Джузбакеева Б. Г.	и.о. доцента	1	105	60,00		528,18	25,87	528,175	25,8675		
8	Жумадиллаева А. К.	и.о. доцента	1	90	90,00		561,03	25,95	561,025	25,9485		

Рисунок 44 – Сводная таблица нагрузки

Особо следует отметить, что в этих списках важен порядок следования преподавателей. Именно поэтому на странице итоговых данных для правильного порядка предусмотрен номер по порядку при формировании сводных данных по преподавателям. Кроме того, согласно шаблону именно для таких сводных данных требуется полное ФИО преподавателя, тогда как в других таблицах необходимы только инициалы.

При формировании отчета графа плана заполняется автоматически, причем отдельно по основной (одна ставке или меньше) и дополнительной долям нагрузки. Следует отметить, что для удобства расчетов данные заполняются в часах, и только в последних суммарных столбцах вводится количество кредитов. Поскольку на странице индивидуальной нагрузки по всем видам работ для основной и дополнительной нагрузки получены часы и кредиты, то суммарные данные по ним вводятся в таблицу отчета. Особо следует отметить, что правильно вычисляется суммарное количество кредитов. Это важно, поскольку

формируемые данные не целые, и при округлении и дальнейшем суммировании дают некоторую погрешность. Именно применение программного подхода позволяет избежать ошибок и записать данные верно.

Индивидуальные книги с нагрузкой преподавателей генерируются в отдельной папке «ИндНагрузка» (рисунок 45) и сохраняются под именем соответствующего преподавателя, а продолжительность данного процесса не превышает 5-7 минут.

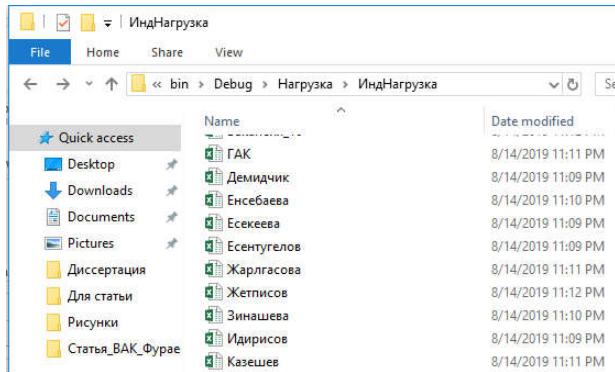


Рисунок 45 – Папка с индивидуальными книгами нагрузки преподавателей

Так как таблицы индивидуальной нагрузки полностью заполнены и строки со сводными данными по каждому преподавателю известны, то можно подготовить все данные по всем листам сводного характера, такие как сводные данные по преподавателям, сводный итог по нагрузке кафедры, сводная таблица для расписания. Шаблон листа со сводными данными по преподавателям, заполненный программно, представлен на рисунке 46.

Штатные преподаватели, совместители, вакансии, ГАК и почасовая отмечены на странице, с которой собиралась вся списочная информация. Это позволяет собрать суммарные данные для ГАК, вакансий и почасовой, а данные по штатным преподавателям и совместителям расположить в нужных строках сводной таблицы. Аналогичные таблицы формируются для первого и второго семестров. Перед заполнением указанных таблиц необходимо очистить таблицы от прежних значений. Для неактивного листа эта процедура производится с помощью цикла по строкам и столбцам с записью в ячейку пустого значения. Процедура очистки обязательна.

Сводная таблица распределения учебной нагрузки кафедры "Информатика и прикладная экономика" на 2016/17 уч.г.

№	ФИО	Должность	Ставок	Пакеты (исходно)				Рейтинговый контроль	Консультации	Экзамены	Рук-по дипл.работам	Практика		Работы и ГАК	Рационализация дипл.работ и маг. дис.	Другие виды работ	Всего
				Практические (исходно)	Лабораторные работы (исходно)	Рейтинговый контроль	Практические (исходно)					Педагогическая	Производственная				
Штатные:																	
1)Серимбетов Б.А.	доцент, к.т.н.	0,50	50	20	30			4,25		51	16,00	125,50				296,75	
2)Абдылмакапов С.А.	проф., д.п.н.	0,25	30	30				3,25		85	44,00				192,25		
3)Сагинтаева С.С.	проф., д.э.н.	0,50	30	15	15			4,75	23	102	38,00	12,00			239,75		
4)Байзаков С.Б.	проф., д.э.н.	0,25	45	30	30			5,25		85	36,00				231,25		
5)Есентүлесов А.Е.	проф., д.э.н.	0,25	30	30	30			2,75		102	44,00				238,75		
6)Григорьевич Г.Г.	преп., к.т.н.	0,50	50	20	30			5,75		51	16,00				296,75		
28)Семенковская А.А.	ст. преп., магистр	1,50	181	62	179			41,50	92		152,50			45	753,00		
29)Усланова А.И.	ст. преп., магистр	1,50	267	135	135			147,50	69	62	105,00			16	936,50		
30)Акпаров Ж.А.	ст. преп.	1,00	198	121	120			40,00	46		90,00				615,00		
31)Садукасов К.Б.	ст. преп.	1,50	251	117	323			66,75	46		127,50				931,25		
32)Ершев Ж.Ж.	преп., магистр	1,25		330	270					30	85,00			30	745,00		
33)Мейриман А.М.	преп., магистр	1,25		285	345					44	75,00			22	771,00		
ВСЕГО:			4935	4406	4571	0	0	1286	759	986	136	36	3032,50	417,50	0	407	20972,25
Совместители:																	
1)Оразбаев Б.Б.	проф., д.т.н.	0,50	114	84	39			9,00								246,00	
2)Акынова К.М.	доцент, к.ф.-м.н.	0,50	97	59	62			22,25							240,25		
3)Садвакасова К.Ж.	доцент, к.ф.н.	0,50	111	93	72			14,50							290,50		
4)Серик М.С.	доцент, д.п.н.	0,50	141	87	63			21,00							312,00		
5)Баенгизова А.С.	ст. преп., к.ф.-м.н.	0,50	105	30	120			32,00							286,00		
ВСЕГО:			568	353	356	0,00	0	98,75	0	0	0	0	0,00	0	0	1375,75	
Почасовая:																	
1)ГАК Печасовая														125,50	290	415,50	
2)Печасовая ВОУД															0,00		
3)Печасовая															0,00		
ВСЕГО:			0	0	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	125,50	290	0	415,50		
1)Вакансия			180	120	90			27,25	505		360,00				164	1447,25	
ИТОГО:			5683	4879	5017	0,00	0	1412,25	1265	986	136	36	3392,50	543,00	290	571	24210,75

Рисунок 46 – Сводная таблица по преподавателям

Сводные данные по нагрузке кафедры представлены в другом виде (рисунок 47).

Сводные данные о нагрузке по кафедре Информатики и прикладной экономики на 2016-2017 уч.г.																	
Форма обучения	осенний семестр															Всего часов	
	лекции	семинар	лабораторные	курсова-я работа	консуль-тации	рубеж-ный конт-роль	экзамен	руково-дство прак-тикой	руковод-др	ГЭК/ГАК	Эдвайз-ство	Обзор-ные лекции (+ ВОУД)	рук-маг дис	рук PhD	рецен-зиро-вание	рас-четно-граф., прочие	
БАКАЛАВРИАТ																	
очная	1875	1845	2190	0,00	0	0,00	632,75	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	6542,75	
заочная	597	132	462	0,00	0	0,00	110,50	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0,00	1301,50	
ДОТ	329	455	0	0,00	0	0,00	37,75	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0,00	821,75	
Вакансия	0	0	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	
Итого по бакалавриату	2801	2432	2652	0	0	0	781	0	0	0	0	0	0	0	0	8666,00	
Магистратура	435	420	105	0,00	0	0,00	39,00	96,00		48,00	0	0	204	0	0,00	1347,00	
Вакансия	45	30	15	0,00	0	0,00	5,00	0,00		12,00	0	72	0	60	0,00	239,00	
Докторантура																	
ВСЕГО по 1 семестру:	3281	2882	2772	0,00	0	0,00	825,00	96,00	0	60,00	0	72	204	60	0,00	10252,00	
весенний семестр																	
Форма обучения	весенний семестр															Всего часов	
	лекции	семинар	лабораторные	курсова-я работа	консуль-тации	рубеж-ный конт-роль	экзамен	руково-дство прак-тикой	руковод-др	ГЭК/ГАК	Эдвайз-ство	Обзор-ные лекции (+ ВОУД)	рук-маг дис	рук PhD	рецен-зиро-вание	рас-четно-граф., прочие	
БАКАЛАВРИАТ																	
очная	1140	1185	1590	0,00	0	0,00	392,00	2023,50	759	161,50	329	40	0	0,00	0,00	7620,00	
заочная	631	188	445	0,00	0	0,00	117,25	490,00	0	106,50	0				0,00	1977,75	
ДОТ	181	264	0	0,00	0	0,00	21,50	235,00	0	49,50	0				0,00	751,00	
Вакансия	60	30	60	0,00	0	0,00	15,25	360,00	506	100,50	0	0	0	165	0,00	1296,75	
Итого по бакалавриату	2012	1667	2095	0	0	0,00	546,00	3108,50	1265	418,00	329	40	0	0	165	0	11645,50
Магистратура	315	270	135	0,00	0	0,00	34,25	360,00		52,00	58	72	782	0	0,00	2078,25	
Вакансия	75	60	15	0,00	0	0,00	7,00	0,00	0	13,00	0	0	0	65	0,00	235,00	
Докторантура																	
ВСЕГО по 2 семестру:	2402	1997	2245	0,00	0	0,00	587,25	3468,50	1265	483,00	387	112	782	0	230	0,00	13958,75
Итого за год	5683	4879	5017	0,00	0	0,00	1412,25	3564,50	1265	543,00	387	184	986	0	290	0,00	24210,75

Рисунок 47 – Сводный итог

Почасовая и вакансия для всех листов записывается в отдельных строках, затем на основании полученных результатов вычисляются значения в таблице, формулы которой заранее настроены.

3.7. Анализ работы автоматизированной системы

В данном параграфе приведены результаты экспериментов по оценке эффективности предложенных алгоритмов анализа и рационализации рабочих учебных планов. Эксперимент проводился с использованием программного комплекса, разработанного в ходе диссертационного исследования, на базе анализа рабочих учебных планов Казахского университета экономики, финансов и международной торговли, а также Евразийского национального университета им.Л.Н.Гумилева.

На начальной стадии работа разработанных алгоритмов исследовалась на тестовом задании для различного контингента по факультетам с разными долями языков обучения. Так в таблице 1 приведен блок экспериментальных данных по общему контингенту ВУЗа, который распределен по 13 факультетам, включающим обучение по 72 специальностям.

Таблица 1 – Исходные данные по контингенту

Факультет / Контингент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000
Ф1	584	604	623	643	662	682	701	721	740	760	779
Ф2	378	390	403	415	428	440	453	466	478	491	503
Ф3	315	326	336	347	357	368	378	389	399	410	420
Ф4	208	214	221	228	235	242	249	256	263	270	277
Ф5	88	91	94	97	100	103	106	109	112	114	117
Ф6	161	167	172	177	183	188	194	199	204	210	215
Ф7	102	105	108	112	115	119	122	125	129	132	135
Ф8	200	207	214	220	227	234	240	247	254	260	267
Ф9	352	363	375	387	399	410	422	434	445	457	469
Ф10	122	126	130	134	138	142	146	150	154	159	163
Ф11	262	271	280	289	297	306	315	324	332	341	350
Ф12	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35
Ф13	201	208	215	222	228	235	242	248	255	262	269

Поскольку согласно алгоритму анализ учебных планов осуществляется с учетом языка обучения, кроме общего контингента также следует учитывать фактор разделения общего контингента по языку обучения. Как показал предварительный анализ исходных данных, соотношение контингента по языкам обучения не превышает 4:1. В таблице 2 приведены данные по изменению контингента на примере Факультета1.

Таблица 2 – Разделение контингента по долям языка обучения на примере Факультета1

Язык обучения 1					Язык обучения 2				
Общий контингент / Доля языка обучения (%)	1	2	3	4	1	2	3	4	
	95	90	85	80	5	10	15	20	
3000	558	532	506	479					
3100	577	550	523	496					
3200	595	567	539	511					
3300	614	585	557	528					
3400	632	603	573	544					
3500	652	621	591	560					
3600	670	638	607	576					
3700	689	657	624	592					
3800	707	674	641	608					
3900	726	692	658	624					
4000	744	709	674	640					

Аналогичным образом формируются исходные данные для других факультетов. На рисунке 48 приведен график зависимости изменения исходных данных по факультетам ВУЗа.

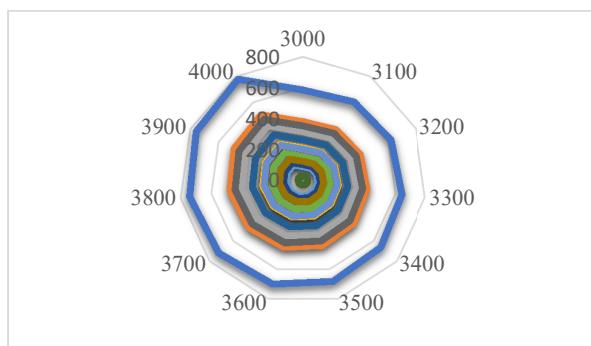


Рисунок 48 – График распределения исходных данных по факультетам вуза

На рисунке 49 представлен график исходных данных по академическим потокам обучения с учетом изменения процентной доли по языкам обучения.

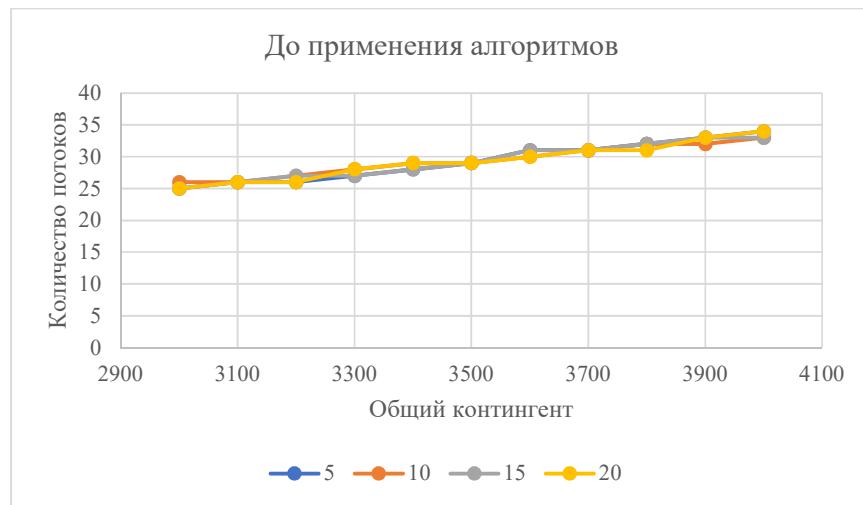


Рисунок 49 – График исходных данных по академическим потокам

В результате применения алгоритмов анализа учебных планов в качестве выходных данных определяется оптимальное формирование академических потоков (Таблица 3). Данный критерий выделен в качестве определяющего и основного критерия оптимизации поскольку именно он является наиболее важным с точки зрения сокращения потоков обучения, что ведет к оптимизации учебной нагрузки.

Таблица 3 – Наполняемость академических потоков до и после оптимизации учебных планов.

Исходные данные по потокам					После применения алгоритмов				
	5	10	15	20		5	10	15	20
3000	25	26	25	25	3000	25	23	19	21
3100	26	26	26	26	3100	25	26	24	20
3200	26	27	27	26	3200	18	27	27	20
3300	27	28	27	28	3300	19	27	27	26
3400	28	29	28	29	3400	19	27	28	28
3500	29	29	29	29	3500	20	21	28	29
3600	31	30	31	30	3600	20	21	28	30
3700	31	31	31	31	3700	18	21	23	30
3800	32	32	32	31	3800	17	21	23	30
3900	33	32	33	33	3900	14	19	23	31
4000	34	33	33	34	4000	26	15	23	31

На рисунке 50 представлен сравнительный график по формированию оптимального количества потоков с учетом изменения доли контингента.

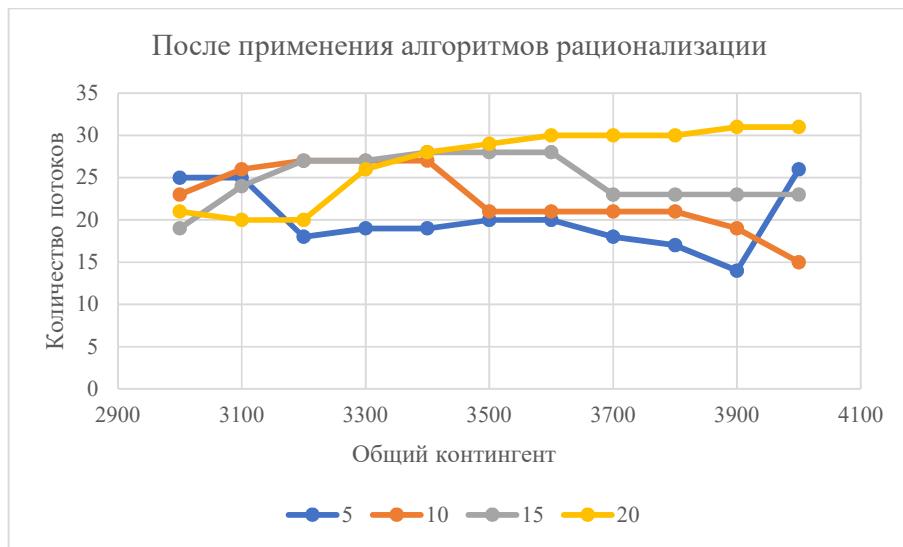


Рисунок 50 – График формирования выходных данных по академическим потокам после применения алгоритмов рационализации

На основе анализа и обработки полученных данных можно сделать вывод, что разработанные в диссертации алгоритмы устойчивы при изменении входных данных и позволяют найти оптимальное решение, заключающееся в минимизации потоков по языкам обучения.

После того, как принято решение о рационализации учебных планов на основе проведенного анализа и внесены соответствующие изменения, необходимо внести данные в систему.

Следующим шагом является непосредственное формирование педагогической нагрузки, который выполняется в диалоговом окне «Нагрузка кафедры» (рисунок 40). В данном окне выполняется выгрузка сводной педагогической нагрузки в подготовленный шаблон MS Excel. Так, на примере кафедры «Информатика и прикладная экономика» была осуществлена выгрузка данных по сводной педагогической нагрузке, разделенной на листах по формам обучения (очная, заочная, дистанционная формы для бакалавриата и магистратура).

После завершения процесса распределения педагогической нагрузки и формирования сводных данных по нагрузке преподавателей (что фактически

выполняется на первоначальном этапе и заполняется постепенно при непосредственном распределении часов), следует получить индивидуальные выписки по нагрузке.

После этого осуществляется заполнение таблиц индивидуальной нагрузки в следующей последовательности действий.

Сначала осуществляется подготовка справочных материалов: списки ФИО преподавателей, должностей, научных степеней и других данных, которые расположены на листе «Индивидуальная». Эти данные записываются в массив, чтобы не обращаться к неактивному листу постоянно, т.к. обращение к массиву выполняется быстрее.

Так как при распределении нагрузки могут быть обнаружены ошибки, то необходимо подготовить массив наименований столбцов. В программе обращение к столбцу происходит по его номеру, но при обнаружении ошибки следует печатать наименование столбца и номер строки, чтобы пользователю было удобно находить позицию ошибки.

Когда подготовлены все вспомогательные таблицы, удаляем с активного листа все данные, рассчитанные ранее. Далее следует заполнить ФИО, должности и степени преподавателей для всех скопированных шаблонов. Затем подготавливается массив с указанием номера строки для записи данных первого и второго семестра для каждого преподавателя.

После обработки всех листов распределения нагрузки вносятся сводные данные по работе в ГАК и кураторской работе.

Разработанный алгоритм не претендует на полноту и завершенность исследований по данной тематике, но может подтвердить, что выходные документы готовятся быстро и качественно. Так, для формирования индивидуальных выписок для 31 преподавателя кафедры (из них 26 штатных), а также выписок по вакантным часам в среднем занимает 4-5 минут.

После того, как были получены индивидуальные выписки по преподавателям, можно приступить к выделению основной и дополнительной частей нагрузки, а также генерированию отдельных файлов с нагрузкой каждого

преподавателя. Подробно алгоритмы данных функций описаны в параграфах 2.3 и 3.6.

Следует отметить, что разработанный алгоритм разделения нагрузки на основную и дополнительную части в условиях применения для состава кафедры не более 50 преподавателей показал себя как достаточно эффективный и устойчивый, демонстрируя в среднем результат выполнения не более 1 минуты.

3.8. Выводы

Представленный в данной главе комплекс программ позволяет реализовать следующие задачи, нацеленные на поддержание автоматизации процессов по анализу и рационализации рабочих учебных планов вуза:

1. Выполняется первичный анализ блока исходных данных, которые формируются из рабочих учебных планов на текущий год обучения, с целью выявления технических ошибок.
2. Осуществляется анализ скорректированного блока исходных данных с целью формирования вариантов рационализации рабочих учебных планов, нацеленного на уменьшение педагогической нагрузки вуза и сокращения учебных потоков.
3. Реализуется формирование сводной педагогической нагрузки выбранной кафедры на основании внесенных в систему рабочих учебных планов.
4. Осуществляется формирование индивидуальной педагогической нагрузки преподавателей кафедры, а также распределение нагрузки на основную и дополнительную части нагрузки.

Заключение

В соответствии с поставленной целью диссертационного исследования, заключающейся в разработке нового метода математического моделирования и методов оптимизации учебного процесса вуза в сфере задач формирования рабочих учебных планов, а также рационализации педагогической нагрузки, были получены следующие результаты:

1. Проведен анализ существующих решений автоматизации учебного процесса ВУЗа, а также задач, решаемых с помощью использования данных приложений. Показана необходимость совершенствования методов оптимизации учебного процесса вуза в вопросах формирования рабочих учебных планов.
2. Выявлены основные факторы, оказывающие влияние на рационализацию организации учебного процесса, в частности составление расписания учебных занятий и использование специализированного аудиторного фонда. В соответствии со сделанными выводами, разработан метод математического моделирования рационализации учебного процесса вуза на основе анализа рабочих учебных планов;
3. На основе предложенного метода моделирования и оптимизации разработаны вычислительные (численные) алгоритмы анализа и рационализации учебных планов вуза.
4. Реализован комплекс программ для анализа и рационализации учебных планов вуза.
5. Разработан вычислительный (численный) алгоритм и программное приложение по формированию индивидуальной нагрузки преподавателей.

6. Проведены вычислительные эксперименты, подтверждающие достоверность результатов и эффективность разработанных методов моделирования и алгоритмов анализа и оптимизации учебных планов вуза, демонстрирующие преимущества разработанного метода в сравнении с существующими аналогами.

Созданный комплекс программ может быть рекомендован к использованию в вузах России и Казахстана. На данный момент разработанные в диссертации алгоритмы внедрены в информационные системы управления учебным процессом Омского государственного университета им. Ф.М.Достоевского (г.Омск), Казахского университета экономики финансов и международной торговли (г.Нур-Султан), а также использованы при проектировании системы учета рабочего времени сотрудников строительной компании (г.Нур-Султан).

В качестве дальнейшей перспективы разрабатываемой темы можно указать учет территориальной рассредоточенности корпусов вуза.

Список использованной литературы

1. Андрейчиков, А. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. Учебное пособие. / А.Андрейчиков, О.Андрейчикова. – Москва: Ленанд, 2015. – 306с. – ISBN: 978-5-9710-1729-5.
2. Анисимов, Б.В. Применение ЭЦВМ для автоматизации процессов составления учебных планов и расписаний / Б.В.Анисимов, А.Я.Савельев, В.П.Власов, В.П.Карпов // Использование ЭВМ в организации и планировании учебного процесса. – Москва, 1972. – с. 191–192.
3. Баркер, Скотт Ф. Создание приложений баз данных в среде Visual Basic .Net и ADO.Net: советы, рекомендации, примеры: Пер. с англ. / Скотт Ф. Баркер. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 560с. – ISBN: 5-8459-0421-8.
4. Генералов, И.Г. Место «1С: Университет» среди информационных технологий / И.Г. Генералов, Л.А. Алексеева // Вестник НГИЭИ. – 2015. – №5 (48). – с.24-32.
5. Грин, Д. Математические методы анализа алгоритмов / Д. Грин, Д. Кнут. – Москва: Мир, 1987. – 120с. – ISBN: 978-5-458-26549-2.
6. Гусаков, В.П. Автоматизированная система поддержки принятия решений распределения аудиторного фонда / В.П. Гусаков, А.В. Шпак. // XIV Международная конференция- выставка «Информационные системы в образовании» (ИТО-2004). – Москва, 2004.
7. Гэри, М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. – М.: Книга по требованию, 2012. – 420с. – ISBN 978-5-458-26100-5.

8. Дейт, К. Введение в системы баз данных. 8-е издание: Пер. с англ. / К. Дейт. – Москва; Санкт-Петербург: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с. – ISBN: 5-8459-0788-8.
9. Карпенко, А. Современные алгоритмы оптимизации. Учебное пособие. / А.Карпенко. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017. – 448с. – ISBN: 978-5-7038-3949-2.
10. Клейнберг, Дж., Тардос Е. Алгоритмы: разработка и применение. Классика Computers Science / Дж. Клейнберг, Е.Тардос.Пер. с англ. Е.Матвеева. – Санкт-Петербург: Питер, 2016. – 800с. – ISBN: 978-5-496-01545-5.
11. Ковалев, М. Дискретная оптимизация. Целочисленное программирование. Изд. 3-е, стереотипное / М.Ковалев. – Москва: Едиториал УРСС, 2011. – 192с. – ISBN: 978-5-397-07394-3.
12. Кормен, Т. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е изд.: Пер. с англ. / Т.Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, Кл.Штайн. – Москва: Вильямс, 2016. – 1328 с. – ISBN: 978-5-8459-2016-4.
13. Лотов, А.В. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие / А.В.Лотов, И.И.Поспелова. – Москва: МАКС Пресс, 2008. – 197с.
14. Макарцова, Е.А. Средства моделирования и численные методы в задаче формирования начального расписания занятий: 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Макарцова Екатерина Алексеевна; Саратовский государственный технический университет. – Саратов, 2006. – 126 с.
15. Макдональд, М. Microsoft Visual Basic .NET: рецепты программирования. Мастер-класс: Пер. с англ. / М.Макдональд. – Москва: Русская редакция, 2004. – 704 с. – ISBN: 978-5-7502-0259-1.
16. Малибекова, М. Технология распределения учебной нагрузки кафедры / М.Малибекова, А.Горбунов. // Международный научный журнал «Высшая школа Казахстана», № 2, 2002.

17. Маслов, М.Г. Разработка моделей и алгоритмов составления расписаний в системах административно-организационного управления: 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Маслов Михаил Геннадьевич; Московский государственный университет прикладной биотехнологии. – Москва, 2004. – 207 с.
18. Павловский, Ю.Н. Компьютерное моделирование / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский. – Москва: ФизМатКнига, 2014. – 304с. – ISBN: 978-5-89155-247-0.
19. Пальмов, С.В. Генетическое программирование и генетические алгоритмы / С.В.Пальмов, А.В.Лушин. // Наука и мир. – Издательство «Научное обозрение», № 3 (43), 2017. – с.69-70.
20. Пантелеев, А. Метаэвристические алгоритмы поиска оптимального программного управления / А.Пантелеев, Е.Алешина, Д.Скавинская. – Москва: Инфра-М, 2016. – 396с. – ISBN: 978-5-16-011841-3.
21. Паронджанов, В. Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому. Как улучшить работу ума без лишних хлопот / В. Паронджанов. – Москва: ДМК-Пресс, 2016. – 464с. – ISBN: 978-5-94074-606-5.
22. Поликарпова, Н. И. Применение генетического программирования для реализации систем со сложным поведением / Н.И. Поликарпова, В.Н. Точилин, А.А. Шалыто // Сборник трудов IV-ой Международной научно-практической конференции «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте». Том 2. – Москва: Физматлит, 2007. – с. 598–604.
23. Портной, Г.П. Математический аппарат оптимизации учебных планов с использованием ЭЦВМ / Г.П. Портной // Применение ЭВМ в учебном процессе. – Москва, 1969.
24. Правосудов, В.В. Развитие решений на платформе «1С: Предприятие 8» для автоматизации ВУЗа / В.В. Правосудов //Применение технологий «1С» для формирования инновационной среды образования и бизнеса: сборник науч.тр. 3-4-февр.2015г. – Москва: 1С-Паблишинг, 2015. – Ч.2. – С.105-108.

25. Редикарцева, Е.Л. Системный подход к использованию информационно-коммуникационных технологий в управлении образовательными процессами вуза / Е.Л. Редикарцева, А.В. Шпак, Е.В. Шевчук // Сборник материалов международной научно-методической конференции «Интеграция образовательного пространства с реальным сектором экономики». Ч.1. – Новосибирск: СГГА, 2012. – с.36 – 40.

26. Решение задач управления высшей школой с использованием математических моделей / Под ред. Коваленко В.Е. – Москва: НИИВШ, 1990.

27. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д.Рутковская, М.Пилиньский, Л.Рутковский; Пер. с польск. И.Д.Рудинского. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452с. – ISBN: 5-93517-103-1.

28. Сайлер, Бр. Использование Visual Basic .Net. Специальное издание: Пер. с англ. / Бр.Сайлер, Дж.Споттс. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 752с. – ISBN: 978-0-7897-2572-1.

29. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018662771 Рос. Федерации. Автоматизированная система анализа и оптимизации учебных планов для расчета педагогической нагрузки ВУЗа: № 2018619485; заявл. 06.09.2018; зарег. 15.09.2018 / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева; заявители и патентообладатели А.А.Сеньковская, И.И.Фураева. – 1с.

30. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018661947 Рос. Федерации. Формирование сводных данных для распределения педагогической нагрузки кафедры по видам работ: № 2018619501; заявл. 06.09.2018; зарег. 24.09.2018 / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева; заявители и патентообладатели А.А.Сеньковская, И.И.Фураева. – 1с.

31. Сеньковская, А.А. Алгоритм формирования педагогической нагрузки на основе анализа и оптимизации рабочих учебных планов / А.А. Сеньковская // Материалы XXIX Международной конференции «Современные информационные технологии в образовании». – Москва-Троицк, 26 июня 2018. – с.39-41.

32. Сеньковская, А.А. Анализ учебных планов как предварительный этап расчета педагогической нагрузки / А.А. Сеньковская // Математическое и компьютерное моделирование: материалы III Международной научной конференции, Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского. – Омск, Россия, 2015. – с. 132-134.
33. Сеньковская, А.А. Моделирование сроков обучения на основе анализа рабочих учебных планов / А.А. Сеньковская // Математические структуры и моделирование («Mathematical Structures and Modeling»). – Омск: 2019. – № 3(51). – С.131-138.
34. Сеньковская, А.А. Построение математической модели оптимизации рабочих учебных планов для автоматизации расчетов педагогической нагрузки / А.А. Сеньковская // Математическое и компьютерное моделирование: материалы III Международной научной конференции, Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского. – Омск, Россия, 2015. – с.30-32.
35. Сеньковская, А.А. Разработка программного приложения с использованием жадного алгоритма для реализации задач по распределению педагогической нагрузки кафедры / А.А. Сеньковская // Проблемы и перспективы развития экспериментальной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (26 декабря 2018, г. Тюмень) / в 5 ч. Ч.3. – Уфа: Омега Сайнс, 2018. – с.193-196.
36. Сеньковская, А.А. Управление процессом расчета педагогической нагрузки кафедры в часах-кредитах с использованием программного приложения / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева // Фундаментальные и прикладные исследования: гипотезы, проблемы, результаты: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, Россия, 2018. – с.297-307.
37. Сеньковская, А.А. Алгоритмы оптимизации рабочих учебных планов / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева // Математическое и компьютерное моделирование: сборник материалов IV Международной научной конференции, Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского. – Омск, Россия, 2016. – с. 91-93.

38. Сеньковская, А.А. Концептуальное программирование и моделирование учебных процессов вуза с использованием возможностей среды программирования VB.NET и VBA. Монография / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева. – Астана: Мастер ПО, 2017. – 242с. – ISBN: 978-601-326-046-4.
39. Сеньковская, А.А. Математическое моделирование и оптимизация средствами MS EXCEL. Учебное пособие. / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева. – Астана: Мастер ПО, 2016. – 201с. – ISBN: 978-601-301-763-1.
40. Сеньковская, А.А. Анализ исходных данных в задаче оптимизации рабочих учебных планов / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева // Математические структуры и моделирование («Mathematical Structures and Modeling»). – Омск: 2019. – №2 (50). – с. 77-86.
41. Сеньковская, А.А. Моделирование и оптимизация процесса распределения человеческих ресурсов и аудиторного фонда ВУЗа на основе анализа учебных планов / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева // Математические структуры и моделирование («Mathematical Structures and Modeling»). – Омск: 2017. – №2 (42). – с.78-85.
42. Сеньковская, А.А. Моделирование процесса распределения учебной нагрузки кафедры с использованием жадного алгоритма / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева // Математические структуры и моделирование («Mathematical Structures and Modeling»). – Омск: 2017. – №4 (44). – с. 101-109.
43. Сеньковская, А.А. Описание модели распределения педагогической нагрузки на кафедре с использованием жадного алгоритма / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева // Математическое и компьютерное моделирование: сборник материалов V Международной научной конференции, Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского. – Омск, Россия, 2017. – с. 52-54.
44. Сеньковская, А.А. Формирование учебной нагрузки для профессорско-преподавательского состава кафедры в условиях кредитной технологии обучения / А.А.Сеньковская, И.И.Фураева // Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан - 2050»: сборник

материалов I Международной научно-практической конференции 7-8 июня 2013г. Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева. – Астана, Казахстан, 2013. – с. 237-240.

45. Сигал, И.Х. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы: Учеб. Пособие / И.Х.Сигал, А.П, Иванова. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 240с. – ISBN: 5-9221-0189-7.

46. Смолянов, А.Г. Управление кафедрой: автоматизированный расчет учебной нагрузки / А.Г. Смолянов // Международный журнал «Символ науки», № 10 (2), 2015. – с.45-51.

47. Стивенс, Р. Алгоритмы. Теория и практическое применение / Р.Стивенс. – Москва: Эксмо, 2016. – 544с. – ISBN: 978-5-699-81729-0.

48. Схрейвер, А. Теория линейного и целочисленного программирования: в 2-х т. / А. Схрейвер; Перевод с англ. С. А. Тарасова и др. – Москва: Мир, 1991. – Т. 1–2. ISBN: 5-03-002753-X (В пер.).

49. Танаев, В.С. Декомпозиция и агрегирование в задачах математического программирования / В.С. Танаев; Под. ред. А.Д. Закревского. – Минск: Наука и техника, 1987. – 183 с.

50. Токарев, В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Том 2. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность / В.В. Токарев. – Москва: Физматлит, 2012. – 420с. – ISBN: 978-5-9221-1400-4.

51. Токарев, В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Том 1. Общие положения. Математическое программирование / В.В. Токарев, А.В. Соколов. – Москва: Физматлит, 2012. – 564с. – ISBN: 978-5-9221-1399-1.

52. Финкельштейн, Ю.Ю. Приближенные методы и прикладные задачи дискретного программирования / Ю.Ю. Финкельштейн; Отв. ред. Корбут А.А. – Москва: Наука, 1976. – 264 с.

53. Фураева, И.И. Анализ исходных данных для задачи составления расписания / И.И. Фураева // Materiały czwartej międzynarodowej naukowej-haktycznej konferencji «Nauka: teoria i praktyka – 2007». tym 7 pedagogiczne nauki. – Przemysl. – 2007. – S. 47–49.

54. Шапцев, В.А. Информация. Информационная технология: актуальная точка зрения / В.А. Шапцев // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. № 10. – Тюмень: 2010. – с. 188-197.
55. Шевчук, Е.В. Экспертная система определения качества использования аудиторного фонда вуза / Е.В. Шевчук, А.В. Шпак // Материалы 3-й Алматинской Международной научно-практической конференции. Сборник статей. – Алматы: Кенже-Пресс-Медиа, 2002, 170с.
56. Шеховцов, А.В. Решение многокритериальной оптимизации с использованием адаптивных алгоритмов / А.В. Шеховцов, В.В. Крючковский, А.Н. Мельник // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2007. - №2 (20). – с.163-168.
57. Ширяев, В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации. 3-е изд. / В.И. Ширяев. – Москва: Ленанд, 2017. – 216с. – ISBN: 978-5-9710-4364-5.
58. Arora, S. Hardness of approximation / S. Arora, C. Lund // Approximation Algorithms for NP-Hard Problems; Ed. by S.D.Hochbaum. – PWS Publishing Company, 1995. – p.399–446.
59. Back, T. A Survey of Evolution Strategies / T.Back, F.Hoffmeister, H.P. Schwefel // Proceedings of the 4th International Conference on Genetic Algorithms (ICCA IV); ed. R.K. Belew and L.B. Booker. – San Diego: Morgan Kaufman Publishers, Inc., 1991. – p.2-9.
60. Cpalka, K. A New Approach to Design of Control Systems Using Genetic Programming / K. Cpalka, K. Papa, A. Przybyla // «Information technology and control» Journal. – Kaunas univ technology, V. 44, N. 44, 2015. – p.433-442.
61. Goldberg, D. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning / D. Goldberg. – Boston: Addison-Wesley, 1989. – ISBN: 978-0-201-15767-3.
62. Kardan, A. An efficacious dynamic mathematical modelling approach for creation of best collaborative groups. / A. Kardan, H. Sadeghi // Mathematical and computer modelling of dynamical systems. V. 22, N. 1. 2016. – p. 39-53.

63. Senkovskaya, A. Automated system for forming of teaching load of the department / A. Senkovskaya, A., I. Furayeva // Международная научно-практическая конференция «Наука, техника и высшее образование» (Science, Technology and Higher Education). – WestWood, Canada, 2014. – с. 418-427.

Приложение А

Свидетельства о регистрации авторских прав

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2018662771

Автоматизированная система анализа и оптимизации
учебных планов для расчета педагогической нагрузки ВУЗа

Правообладатели: Сеньковская Анастасия Александровна (КЗ),
Фураева Ирина Ивановна (КЗ)

Авторы: Сеньковская Анастасия Александровна (КЗ),
Фураева Ирина Ивановна (КЗ)

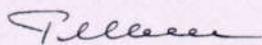
Заявка № 2018619485

Дата поступления 06 сентября 2018 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 15 октября 2018 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2018661947

**Формирование сводных данных для распределения
педагогической нагрузки кафедры по видам работ**

Правообладатели: **Сеньковская Анастасия Александровна (КЗ),
Фураева Ирина Ивановна (КЗ)**

Авторы: **Сеньковская Анастасия Александровна (КЗ),
Фураева Ирина Ивановна (КЗ)**

Заявка № 2018619501

Дата поступления **06 сентября 2018 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **24 сентября 2018 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Илиев Г.П. Илиев



Приложение Б

Акты внедрения

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по информационным технологиям



и комплексной защищенности инфраструктуры

университета

к.ф.-м.н., доцент

«28» мая 2019 г.

В.Б. Николаев

Акт о внедрении

Результаты, полученные в диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук А.А. Сеньковской, использовались при разработке и модернизации отдельных разделов Интегрированной информационно-аналитической системы «Учебный процесс» в Омском государственном университете им. Ф.М. Достоевского.

Алгоритмы и коды, созданные А.А. Сеньковской, позволяют осуществлять поддержку формирования и сопровождения процесса обучения, включающего подготовку и создание рабочих учебных планов, расчет педагогической нагрузки преподавателей вуза.

Начальник Управления
информатизации ОмГУ

О.Л. Епанчинцева

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по академической
деятельности и науке
КазУЭФМТЖаныбаева З.К.
04 2019г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Программный продукт «Формирование сводных данных для распределения педагогической нагрузки кафедры по видам работ», разработанный Сеньковской Анастасией Александровной и Фураевой Ириной Ивановной, прошел апробацию в период 2016-2017 учебного года. Программа поддерживает все необходимые формы сводных документов, принятых на факультете по формированию педагогической нагрузки.

Программа успешно внедрена на факультете Прикладных наук Казахского университета экономики, финансов и международной торговли.

Декан
к.п.н., доцент

А.Могильная

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по академической
деятельности и науке
КазУЭФМТЖаныбаева З.К.
04 2019г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Автоматизированная система анализа и оптимизации учебных планов для расчета педагогической нагрузки ВУЗа, разработанная Сеньковской Анастасией Александровной и Фураевой Ириной Ивановной, прошла апробацию в период 2016-2017 учебного года и успешно внедрена на факультете Прикладных наук Казахского университета экономики, финансов и международной торговли.

Декан
к.п.н., доцент

А.Могильная

Жауапкершілігі шектеулі
серіктестірі
«Алькор-НС»



Товарищество с ограниченной
ответственностью
«Алькор-НС»

г. Астана, район Есиль, жилой массив Ильинка, ул. Мэди, дом 19
ИНК КZ 73998BTB0000004398, Столичный филиал АО «Цеснабанк» г. Астана
БИК TSESKZKA, РНН 620 300 236 290, БИН 040 140 000 941
Свидетельство о поставке на учет по НДС: Серия 62001 №0018502 от 28.01.2013г.
Тел./факс: (8-7172) -49-47-45

Исх. № 54-1
от 16 06 20 20 г.

Акт о внедрении

Основные результаты работы, полученные в ходе диссертационного исследования на соискание ученой степени кандидата наук Сеньковской А.А., были использованы при разработке и модернизации автоматизированной системы по учету рабочего времени по видам работ для работников строительной компании.

Алгоритмы и программные коды, разработанные Сеньковской А.А., предоставляют возможность осуществить поддержку решений по сопровождению процесса учета рабочего времени на различных строительных объектах компании, учитывая виды выполненных работ и нормативы по их выполнению.

Директор «Алькор – НС»

Воскобойников А.А.

