

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
«РАСПИСАНИЕ ЗАНЯТИЙ В ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК»**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная
информатика
очной формы обучения, группы 07001633
Азизовой Дианы Гаджикеримовны

Научный руководитель
кандидат технических наук,
доцент Маматов Е.М.

Рецензенты
доцент кафедры
информационных систем
НИУ «БелГУ», доктор
технических наук, доцент
Польщиков К.А.

БЕЛГОРОД 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	6
1.1 Особенности составления расписаний учебных занятий	6
1.2 Теоретические аспекты автоматизации процесса составления расписаний в ВУЗах	7
1.3 Анализ существующих программных продуктов для составления расписаний	16
2 АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ МЕТОДИЧЕСКИМ ОТДЕЛОМ ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК	30
2.1 Общая характеристика деятельности методического отдела	30
2.2 Оценка существующего метода составления расписаний	31
2.3 Обоснование потребности в проектировании автоматизированной информационной системы составления расписаний учебных занятий	39
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	41
3.1 Формулировка основных требований к проектируемой автоматизированной информационной системе	41
3.2 Проектирование алгоритмов функционирования и структуры хранения данных автоматизированной информационной системы	43
3.3 Расчет планируемой фактической эффективности от внедрения проектируемой информационной системы	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ	61

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день мировое сообщество вступило в эпоху информатизации. Согласно Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы Информационное общество – общество, в котором информация и уровень ее применения и доступности кардинальным образом влияют на экономические и социокультурные условия жизни граждан. В России информационное общество характеризуется широким распространением и доступностью мобильных устройств (в среднем на одного россиянина приходится два абонентских номера мобильной связи), а также беспроводных технологий, сетей связи [14].

Информационные технологии стали неотъемлемой частью не только повседневной жизни людей, но и деятельности институтов государственной власти и бизнеса. Также активное и рациональное использование информационных технологий позволяет организации не зависимо от ее размеров, сферы и масштабов деятельности поддерживать высокий уровень конкурентоспособности. Таким образом, для таких организаций в условиях быстрого и постоянного развития информационных технологий существует необходимость совершенствования как материальных ресурсов и используемого программного обеспечения в отдельности, так и всей информационной архитектуры в целом.

Не остаются в стороне и учебные заведения, как бюджетные, так и частные. Огромное количество процессов подлежит автоматизации в настоящих условиях информатизации, в том числе и процесс составления расписания, являющийся одним из основных организационных в учебных заведениях, который и будет исследован в данной работе.

Научные исследования процесса составления расписания начинаются с середины прошлого века. Составление расписаний встречается не только в сфере образования, но и в сфере транспортных перевозок, промышленности, массового обслуживания и т.д. Задачу составления оптимального расписания

решить обычным перебором возможно только при определении небольшого количества критериев и вариантов выбора. Решение данной задачи в условиях реальности почти невозможно, т.к. необходимо предусмотреть все, часто конфликтующие между собой, ограничения организационного и психофизиологического характера.

В последнее время предпринимаются попытки автоматизации процесса составления расписания при помощи вычислительной техники и Microsoft Excel. Внедрение полноценных автоматизированных информационных систем составления расписаний позволяют себе лишь единичные ВУЗы.

Целью данной диссертации является повышение эффективности деятельности методического отдела за счет проектирования автоматизированной информационной системы составления расписаний в учебных заведениях на примере Института инженерных технологий и естественных наук.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Рассмотреть и изучить теоретические аспекты, а также особенности процесса составления расписаний в учебных заведениях.
- 2) Проанализировать существующие программные продукты, автоматизирующие процесс составления расписаний.
- 3) Исследовать существующий процесс составления расписаний в институте инженерных технологий и естественных наук.
- 4) Спроектировать автоматизированную информационную систему составления расписания в учебных заведениях.
- 5) Провести оценку эффективности от планируемого внедрения спроектированной автоматизированной информационной системы.

Объектом исследования выступает деятельность методического отдела Института инженерных технологий и естественных наук.

Предметом исследования является процесс составления расписаний в Институте инженерных технологий и естественных наук.

Актуальность заключается в необходимости автоматизации процесса составления расписания для быстрого нахождения самого оптимального варианта расписания

Научная новизна заключается в комбинировании жадного алгоритма и спискового метода теории расписания с целью разработки алгоритма составления расписания, который позволит автоматизировать процесс составления расписания, составить оптимальное расписание за допустимое время в рамках заранее заданных условий.

Магистерская диссертация включает в себя введение, 3 главы и заключение. Введение раскрывает актуальность темы выпускной квалификационной работы, определяет объект и предмет исследования, его цели и задачи.

В первой главе рассматриваются теоретические сведения о составлении расписаний учебных занятий в учебных заведениях.

Во второй главе проводится анализ деятельности методического отдела Института инженерных технологий и естественных наук в области составления расписаний.

В третьей главе описывается непосредственно проектирование автоматизированной информационной системы составления расписаний, а также производится предполагаемая оценка эффективности от планируемого внедрения спроектированной информационной системы.

В заключении подводятся итоги о достижении поставленной цели квалификационной работы.

1 Исследование процесса составления расписаний учебных занятий

1.1 Особенности составления расписаний учебных занятий

Как известно, процесс составления расписаний является наиболее важным в деятельности учебного заведения в целом и каждого института в частности. Хорошо разработанное расписание может стать основой для реализации научно-педагогического потенциала учебных курсов и для лучшей усвояемости материала студентами. Следует заметить, что данная тема не является новой, но оптимального решения для процесса составления расписаний до сих пор не найдено.

Задача по составлению расписаний не так проста, какой кажется на первый взгляд. Было сделано большое количество попыток ее решить. К сожалению, ни один способ на сегодняшний день не обладает необходимой универсальностью и не удовлетворяет потребностям всех учебных заведений.

Для процесса составления расписаний необходимы следующие составляющие: потоки обучения (одна или несколько групп/подгрупп), преподаватели (основной компонент системы), дисциплины (количество и вид определяются учебным планом), аудитории.

Во многих работах задача планирования расписаний решается перебором всевозможных вариантов для всех исходных данных процесса планирования с нахождением оптимума по критерию соответствия заданным требованиям к расписанию. Такой подход характеризуется высоким уровнем сложности, так как при решении появляется экспоненциальный рост количества сочетаний.

Задача планирования расписания учебных занятий — это задача на составление расписания комбинаторного типа, характерной особенностью которой является огромная размерность и наличие большого числа ограничений сложной формы [37]. В настоящее время, универсальные методы решения таких задач отсутствуют. Математическая теория

расписаний охватывает лишь узкий круг хорошо формализуемых проблем, которые обычно сводятся к задачам коммивояжера, транспортной и т.п. Прямое применение данных методов к задаче составления расписания учебных занятий не представляется возможным. Тем не менее есть ряд эвристических и переборных методов, которые вполне поддаются программированию. Подробнее о существующих методах в разделе 1.2 на странице 7.

На сегодняшний день бумажный способ составления расписаний почти себя изжил, все чаще учебные заведения пользуются средствами Microsoft Excel для упрощения задачи перебора. В интернете можно найти уже готовые процедуры для выполнения перебора, после работы которых необходима еще ручная оптимизация.

Гораздо реже учебные заведения внедряют уже готовые программные решения. Анализ достоинств и недостатков программных продуктов приведен в разделе 1.3 на странице 16.

1.2 Теоретические аспекты автоматизации процесса составления расписаний в вузах

Существующие задачи составления учебного расписания различаются числом и видом учитываемых ограничений и критериев оптимальности. К тому же часто эти задачи являются NP-трудными, поэтому для их решения применяются разнообразные подходы и методы. Единой классификации всех существующих методов решения таких задач автору не встречалось, поэтому далее рассмотрим существующие классификации методов составления учебного расписания и отдельные классификационные признаки, отмеченные в работах, посвященных составлению учебного расписания. Условная классификация методов приводится в работах, где все методы условно делятся на четыре группы: последовательны методы; кластерные методы; метод распространения ограничений; мета-эвристически методы. Согласно

данной классификации, смысл последовательных методов заключается в последовательном поочередном размещении дисциплин в сетку расписания до тех пор, пока не будет заполнена вся сетка часов. При этом часто система ограничений задачи представляется в виде графа, вершинами которого являются отдельные дисциплины, а условия совместности по времени отражаются с помощью дуг между вершинами. Таким образом, если два занятия несовместны по времени, то между вершинами, соответствующими этим двум занятиям, в графе ограничений задачи будет присутствовать дуга. При составлении расписания для всех расставляемых в часовую сетку дисциплин должны выполняться условия совместности по времени. Потому часто задача на составление расписания сводится к задаче о раскраске графа [51]. Для решения такой задачи применяются различные эвристики, например, следующие.

1) *Largest degree first*. Сначала в часовую сетку расписания расставляются занятия, которые имеют наибольшее количество несовместных с ними по времени занятий. Идея данной эвристики в данном случае заключается в том, что занятия, которые несовместны по времени с большим числом занятий, сложнее расставить в сетку расписания;

2) *Largest weighted degree*. Модифицированный вариант первой эвристики, где при упорядочивании число занятий, несовместных по времени с данным занятием, умножается на весовой коэффициент, соответствующий числу студентов, задействованных в данном занятии.

3) *Saturation degree* - в качестве занятия для расстановки на каждом шагу выбирается занятие, для которого в часовой сетке расписания имеется минимальное количество свободных периодов времени;

4) *Color degree*. В первую очередь в часовую сетку расписания расставляются занятия, несовместные с большим числом занятий из числа уже расставленных в часовую сетку расписания.

Описанный подход к решению задачи составления учебного расписания был предложен исследователям задач составления учебного

расписания одним из первых. В настоящее время известны недостатки такого подхода. Например, отмечено, что при сведении задач составления учебного расписания задач о раскраске графа затруднен выбор и построение эвристик, учитывающих особенности конкретной задачи. Это снижает привлекательность использования описанного подхода к решению задачи, так как результативность работы эвристических методов поиска решения существенно зависит от возможности учета особенностей конкретной задачи в применяемом алгоритме решения.

Группа так называемых кластерных методов основывается на использовании декомпозиции исходной задачи на подзадачи меньшего размера (кластеры). Полученные подзадачи решаются последовательно, и из частных решений составляется решение исходной задачи. Декомпозиция проводится по различным признакам, например, по дням недели, учебным сменам, по месту проведения занятий. В каждом случае способ декомпозиции обосновывается исходя из условий конкретной задачи. Недостатком данной группы методов является сложность доказательств оптимальности полученного решения. Решение исходной задачи складывается последовательно из решений подзадач, поэтому часто параметром оптимизации исходной задачи в процессе решения имеют фиксированные значения. В общем случае, при наличии большого числа параметров оптимизации и ограничений в задаче, это ведет к получению только суб-оптимальных решений. Несмотря на это, использование декомпозиции в реальных задачах составления учебного расписания представляется автору необходимым. Задача составления учебного расписания с размерностью вектор параметров до 100-150 переменных решаются при использовании только переборных алгоритмов и простых эвристик, а при дальнейшем увеличении размерности задачи необходимо применение декомпозиции. Существующие задачи составления учебного расписания обычно имеют размерность свыше 500 переменных, поэтому для

решения таких задач применение декомпозиции становится практически обязательным.

Группа методов, называемых методами распространения ограничений, представляет собой формализованное подмножество алгоритмов эвристического поиска и предназначена для решения задачи поиска с ограничениями. Такая задача обычно формулируется как тройка элементов (V, D, C) , где: V - множество переменных (параметров задачи), каждая из которых может принимать конечное множество значений D ; C - множество ограничений, которое формально можно представить, как некоторые запрещенные значения из D , заданные для различных подмножеств переменных из V . Такие задачи называют задачами распространения ограничений. Решением задачи распространения ограничений является такое присвоение значений из D для всех переменных V , чтобы выполнялся набор ограничений C . Если сопоставить две задачи, задачу распространения ограничений и задачу составления учебного расписания, то в первом множестве V соответствует вектор X параметров второй задачи, множеству D соответствует множество периодов времени часовой сетки расписаний D . В работах, посвященных решению задач составления учебного расписания методами распространения ограничений, ограничения C обычно делятся на бинарные и глобальные ограничения. Бинарными называют ограничения, включающие только две переменные из V . Ограничения, включающие более двух переменных, называют глобальными. Поиск решения задачи распространения ограничений осуществляется следующим образом: переборным алгоритмом (например, перебором с возвратом, методом ветвей и границ и др.) поочередно назначаются различные значения из D для переменных из V . При этом выбор следующей рассматриваемой переменной производится с помощью эвристики. Каждый перебираемый вариант проверяется на выполнение ограничений C .

Общий объем вычислений, необходимый для получения решения, складывается из вычислительных затрат на перебор вариантов и

вычислительных расходов на проверку выполнения ограничений С. Использование глобальных ограничений совместно со специальными алгоритмами проверки и выполнения (называемыми иначе фильтрующими алгоритмами) позволяет существенно (на порядки) уменьшить количество вычислений, необходимых для нахождения решения в задачах большой размерности [27].

Метод распространения ограничений часто используются для составления школьных учебных расписаний уроков. Преимущество этой группы методов заключается в том, что составление учебного расписания при помощи этих методов как правило требуется относительно небольшое количество машинного времени. Еще одним достоинством является возможность предварительной оценки всех возможных решений задачи. Если решение найдено, то ясно, что множество решений исходной задачи не вырождено. Если решение задачи не было найдено, то существует возможность изменить набор ограничений и повторить процесс решения, чтобы определить, какое из ограничений значительно сужает множество решений задачи [48]. К недостаткам данного подхода можно отнести то, что оптимальность полученных расписаний может быть не высокой с точки зрения заранее определенных критериев оптимальности, так как эти критерии не учитываются в процесс поиска решения. Однако, если рассматривать метод распространения ограничений как возможность оценки допустимого множества решений задачи, и получения некоторого начального приближения, то такой метод выглядит достаточно перспективным. Еще одним преимуществом данного метода является возможность встраивания в алгоритм эвристик, отражающих специфику конкретной задачи, что в свою очередь повышает эффективность применения метода для решения задачи составления расписания занятий.

К четвертой группе мета-эвристических методов относятся методы локального поиска, включающие в себя поиск с запретами и стохастический поиск, а также генетический алгоритм. Основной особенностью данной

группы методов является возможность получения нескольких оптимальных либо суб-оптимальных решений и использование «черновых» решений в начале поиска. Поиск оптимального решения производится путем последовательного улучшения каждого из предыдущих решений. Как правило в таких алгоритмах предусматривается возможность выхода в процессе оптимизации из точек локальных минимумов оптимизируемой функции. Мета-эвристические методы широко применяются в настоящее время для составления расписания занятий. Следует отметить, что в работах, посвященных решению задач составления учебного расписания, эти методы иногда называются эволюционными. Преимущество этой группы методов заключается в том, что оптимизация производится сразу для некоторого множества решений, и возможен выбор наилучшего расписания из множества допустимых. Кроме преимуществ, рассматриваемые методы имеют и недостатки. Например, к недостаткам генетических алгоритмов можно отнести недоказанность сходимости в общем случае к оптимальному решению задачи. Также отмечено, что в задачах составления расписания занятий, решаемых с помощью генетических алгоритмов, на результат оптимизации влияет выбор оператора мутации. В отличие от генетических алгоритмов, методы стохастического поиска в некоторых случаях имеют математическое доказательство сходимости к оптимальному решению задачи. Например, для метода, называемого в зарубежной литературе *Pareto simulated annealing*, для двухкритериальной задачи оптимизации доказана сходимость по вероятностной мере решения к множеству Парето оптимальных решений исходной задачи. Также существует адаптивный алгоритм стохастического поиска типа *simulated annealing*, в котором параметры метода подбираются автоматически в процессе решения конкретной задачи.

Описанная выше классификация методов не является полной, но отражает основные группы существующих методов составления расписания занятий. При выборе метода решения следует учитывать следующие важные

свойства. Одним из важнейших свойств метода комбинаторной оптимизации можно назвать его полноту. Полный метод гарантирует нахождение решения задачи в случае его существования. Но при этом не исключена ситуация, когда решение будет найдено в самом конце поиска, что при большой размерности поиска в задаче может быть неприемлемо из практических соображений. К полным методам можно отнести методы математического программирования, метод ветвей и границ, метод поиска в графе в глубину и в ширину, а также методы, основанные на теории потоков в сетях. Перечисленные методы многократно использовались для решения задач составления расписания занятий. При этом исследователи, использовавшие перечисленные методы для решения реально существующих задач составления учебного расписания, отмечают следующие особенности. При использовании метода целочисленного программирования линейный формализм, применяемых для записи ограничений, недостаточно гибок для успешной формулировки существующих в реальных задачах ограничений. Хотя практически любое ограничение может быть сформулировано как линейное, в некоторых случаях может потребоваться переформулировка вектора параметров оптимизации задачи, что повышает размерность задач и затрудняет ее решение. С точки зрения построения автоматизированной системы составления оптимального учебного расписания, ограничения также желательно задавать с помощью одного и того же вектора параметров оптимизации, иначе все ограничения в задаче придется переформулировать. Большинство ограничений в задаче составления оптимального учебного расписания могут формулироваться с помощью некоторого алгебраико-логического выражения, состоящего из алгебраических операций и логических операций над предикатами. Такой общий вид ограничений обоснован теоретико-множественно природой задач составления учебного расписания [52]. Как было отмечено ранее, переборные алгоритмы, например, метод ветвей и границ, не способны за приемлемое время решать существующие задачи составления оптимального учебного расписания

большой размерности без использования эвристик и применения декомпозиции исходной задачи. Если же эвристики или декомпозиция исходной задачи используется, то осложняется доказательство полноты используемого метода. Метод эвристического поиска, в отличие от рассмотренных выше методов, в основном являются неполными, хотя существуют и исключения. В качестве примера можно привести гибридный алгоритм. Этот алгоритм основан на сочетании метода ветвей и границ и метода локального поиска. Недостатком является сложность выбора параметров настройки для решения конкретной задачи.

Приведенный пример выделяет еще одно важное свойство алгоритмов комбинаторной оптимизации - это возможность сочетания различных методов оптимизации. Под гибридным алгоритмом понимается алгоритм, в котором сочетаются несколько подходов к решению задачи составления оптимального учебного расписания [31]. Эффективность гибридного алгоритма может быть выше суммарной эффективности входящих в него отдельных алгоритмов. Это возможно, если отдельные алгоритмы, входящие в гибридный, сочетаются таким образом, что недостатки некоторых из них устраняются преимуществами других. В качестве примеров гибридных алгоритмов, успешно применявшихся для составления оптимальных учебных расписаний можно отметить меметический алгоритм, являющийся гибридом генетических алгоритмов и методом локального поиска, для которого отмечено, что для большинства задач составления учебного расписания при заданных критериях оптимальности он дает более оптимальные расписания, чем большинство существующих генетических алгоритмов, применяемых отдельно.

Кроме возможности гибридизации алгоритмов решения, существуют другие приемы повышения эффективности используемых алгоритмов. Например, исследователям задач составления учебного расписания отмечалась эффективность применения специальных эвристик «починки» решения в методах локального поиска. Подходы с обучением дают обычно

лучшие результаты, чем без него. Для решения задачи составления оптимального учебного расписания применялись такие подходы с обучением, как нейронные сети, системы вывода на основе базы правил (возможно, нечетких), метод с обучением по базе случаев. Для организации интерактивного режима выбора оптимального варианта решения предложено использовать метод критик кандидата.

Результаты работы какого-либо алгоритма могут быть улучшены при построении кооперативного решателя. Кооперативным называется решатель, в котором присутствует несколько поисковых агентов, и он тем или иным образом обмениваются друг с другом информацией в процессе решения задачи. Поисковым агентом является один член популяции в генетических алгоритмах либо одни точки и множества точек в пространстве параметров оптимизации, используемых в методах стохастического поиска. Обмен информацией между агентами может быть организован по-разному, например, строится специальная матрица, в которой накапливается статистическая информация о положительных и отрицательных результатах, достигнутых в процессе поиска. Поисковые агенты используют эту информацию для дальнейшего поиска решения, и, получая некоторые новые сведения о состоянии поиска, записывают их в эту общую для всех поисковых агентов матрицу [21].

Построение параллельных решателей, в которых тем или иным образом решение исходной задачи распараллеливается, также может принести положительный эффект в случае, если образовательное учреждение имеет компьютерные классы, объединенные локальной сетью. Преимуществом параллельного решателя является возможность сокращения времени расчетов при одинаковом качестве результатов (по сравнению с обычным решателем), либо улучшение качества результатов при одинаковом времени расчетов.

1.3 Анализ существующих программных продуктов для составления расписаний

Сегодня существует большое множество программных продуктов для составления расписания занятий, как российских, так и зарубежных. Приведем краткие характеристики и возможности некоторых наиболее удачных программных комплексов и систем составления расписаний, разработанных в нашей стране.

Система «АВТОР-2000» («автоматическое расписание») предназначена для составления расписания занятий в средних, средних специальных и высших учебных заведениях. Система «АВТОР-2000» позволяет: строить оптимальные расписания с учетом «окон», выходных и методических дней, диапазона рабочих и учебных часов; находить оптимальное размещение занятий по аудиториям с учетом особенностей учебных групп, преподавателей и предметов; учитывать характер работы и пожелания как штатных сотрудников, так и совместителей; соединять несколько групп в поток при проведении занятий по любым предметам; разделять группу на любое количество подгрупп; вводить помимо основных предметов спецкурсы и факультативы; находить ежедневные замены временно отсутствующих преподавателей.

Систем «АВТОР-2+» предназначена для составления расписания занятий и сопровождения их в течение всего учебного года. «АВТОР-2+» - универсальная система. Есть несколько версий программы, рассчитанных на любые учебные заведения: средние и специализированные школы, лицеи, гимназии; техникумы, училищ и колледжи; ВУЗы с одним учебным корпусом; ВУЗы с несколькими учебными корпусами. Программа отличается уникальным и мощным алгоритмом построения и оптимизации расписания. Расписание, полученное в результате работы программы, практически не требует ручной доработки, даже при очень сложных и жестких условиях автоматически размещаются все возможные занятия. Если в заданных

ограничениях имеются неразрешимые противоречия, то их можно обнаружить и устранить при помощи специального блока анализа. Программный продукт позволяет: минимизировать «окна» в расписании; учитывать требуемый диапазон дней/часов как для учебных групп, так и для преподавателей; оптимально размещать занятия по аудиториям с учетом особенностей аудиторий, предметов, преподавателей и вместимости аудиторий; учитывать характер работ и пожелания как постоянных преподавателей, так и совместителей-почасовиков; в программе легко соединять несколько учебных групп в поток при проведении любого типа занятий; разделять группы при проведении занятий по любым предметам до десяти подгрупп; вводить в расписание спецкурсы и факультативы; оптимизировать равномерность и трудоемкость расписания. В системе «АВТОР-2+» существует возможность учета двух критериев оптимальности - минимизации числа «окон» в расписании и некоторой функции, отвечающей за равномерность распределения учебной нагрузки в расписании. Имеется возможность анализа системы исходных данных. Принят следующий порядок составления расписаний: автоматически составляется допустимое расписание, а если оно не составляется, то в интерактивном режиме имеется возможность устранения ошибок, выявленных блоком анализа исходных данных, либо возможность работы в ручном режиме. Автоматическое отменять или ослаблять ограничения система не умеет.

Программа «Школьный диспетчер» предназначена для составления расписаний занятий в средних учебных заведениях. Учитываются особенности, связанные с учителями, кабинетами, предметами, классами, уроками. Программа не имеет никаких ограничений по количеству вводимых классов, учителей, кабинетов, подгрупп и смен. Постоянно контролируется выполнение учебной нагрузки. Имеет полный и постоянный контроль за соблюдением санитарных правил в ходе составления расписания.

В разработке «АР Администратор школы» критерии оптимальности в явном виде не учитываются, а критерий отсутствия «окон» в расписании

задан как ограничение. С одной стороны, расписания, получаемые в результате работы программы, должны обладать отсутствием «окон» в принципе. С другой стороны, в действительности в расписаниях «окна» обязательно есть, поэтому такое ограничение на практике является слишком жестким. Также в данной разработке указано на программное определение методических дней преподавателей, то есть в алгоритм заложена некая эвристика, способная оценивать возможность выделения свободного от занятий методического дня для преподавателя. В описании данной программы указано, что применяемый алгоритм ограничен в размерности решаемых задач.

Программа «Директор школы» предназначена для составления расписаний уроков для обычных школ и школ с углубленным изучением иностранных языков. Предусмотрен учет пожеланий учителей, планирование работы в 2-3 смены, деление классов на две или три группы. При работе с программой возможно применение трех методов составления расписания: ручной подбор расписаний, автоматический подбор расписаний с применением эффективного алгоритма поиска; комбинированный метод, сочетающий ручной и автоматический подборы. Во всех случаях программа автоматически выполняет контроль, исключающий любые пересечения. Результатами работы с программой являются: оптимальное расписание уроков для классов; сводное расписание всех учителей; индивидуальные расписания учителей; анализ загрузки кабинетов.

Программа «Ректор 3.8» обеспечивает поиск только допустимых расписаний без оптимизации, при этом указывается на возможность уменьшения числа «окон» в расписании преподавателей. Во всех режимах работы: ручном, автоматическом и интерактивном - отслеживается допустимость расписания.

Программа «Расписание – Замены» предназначена для составления расписаний занятий в школах, гимназиях, лицеях. Программа автоматически размещает уроки в сетке расписания; позволяет дорабатывать составленное

расписание; учитывает разбиение учебного класса на произвольное количество подгрупп при проведении занятий по некоторым дисциплинам; может расставлять уроки одинарными и сдвоенными часами; умеет составлять расписания для многосменной работы и расписаний с периодом в несколько недель, учитывает необходимость выделения свободных часов у учителей и классов, позволяет размещать занятия, проводимые у нескольких классов в одном кабинете одновременно. В течение учебного периода программа позволяет оперативно находить замены учителей и кабинетов, позволяет вести журнал замен. Основной особенностью программы «Расписание – Замены» является способность «настройки» автоматического составителя расписания на практически любые требования. Можно вводить вручную как начальное расписание, так и производить редактирование уже составленного расписания, что позволяет учитывать некоторые моменты, специфичным для данного конкретного учебного заведения. Данная версия автоматически составляет расписание без «окон» у классов и допускает некоторое количество «окон» у учителей, оговоренное при настройке функции автоматического размещения уроков.

В информационной системе «Расписание занятий» предлагается автоматическая расстановка занятий, а далее ручная доводка пользователем. Критерии оптимальности отсутствуют, но существует возможность учета равномерности распределения учебной нагрузки по дням с помощью встроенной эвристики. Применение данной разработки ограничено отсутствием учета личных предпочтений преподавателей.

Программный комплекс «Расписание 2000» предназначен для составления расписаний занятий в учебных заведениях школьного типа - школах, лицеях, гимназиях, интерната и т.п. «Расписание 2000» позволяет составлять расписание различной структуры, как периодический - с периодом в один или несколько недель, так и одноразовый - по заданным датам, например, расписание консультаций и экзаменов. Поддерживаются как стандартные 5-и, 6-и 7-дневные недели, так и любые нестандартные

варианты. Программное обеспечение позволяет учесть многочисленные и разнообразные требования, предъявляемые к расписанию (индивидуальные возможности каждого из учителей, учебные группы, учебные дисциплины, кабинеты). «Расписание 2000» предусматривает гибкую работу с подгруппами. Количество подгрупп и количество типов подгрупп потенциально не ограничено. Программное обеспечение поддерживает специализации учебных групп, позволяя иметь несколько учебных планов. Имеется возможность формировать занятия лекционного и смешанного типа, когда в одной аудитории один преподаватель проводит занятия с несколькими группами или подгруппами. Программа имеет режим автоматической расстановки занятий, который позволяет быстро получить предварительный вариант расписания, которое затем может быть доработано в ручном режиме. Гибкое сочетание автоматической и ручной расстановки уроков позволяет в короткие сроки получать высококачественные результаты в самых сложных случаях. Количество преподавателей, учебных групп, кабинетов, учебных дисциплин и т.п. ограничивается только возможностями ПК и временем, которое отводится на решение задачи. Программа организует и поддерживает архив, в котором могут храниться как готовые расписания, так и варианты решений текущей задачи.

Программа «Расписание 4.0» ориентирована на составление школьного расписания. Основные возможности программы: разбиение классов на подгруппы; возможность организации комбинированных занятий; разбиение классов на подгруппы по специализации; составление расписания сразу на две смены; дифференцированный контроль «окон» в расписании для преподавателей и многое другое. Составление расписаний производится полностью автоматически. Процесс автоматической расстановки занятий разбит на четыре отдельных последовательных шага: предварительная проверка корректности исходных данных; планирование распределения нагрузки между днями; расстановка занятий в соответствии с полученным распределением; автоматическая доводка полученного расписания.

Программа «Расписание ПРО» предназначена для составления расписаний занятий школ и ВУЗов в ручном и автоматическом режимах. «Расписание ПРО» позволяет учесть все требования, касающиеся нагрузки преподавателей, использования специальных аудиторий/кабинетов и пр., а также избежать накладок. Удобство программы обусловлено используемой технологией - представление процесса разработки расписаний в виде древовидной структуры. Составителю расписаний необходимо пройти последовательно по «веткам» этого дерева сверху вниз. Каждый вариант расписаний рассматривается как отдельный проект. Введя однажды исходные данные, можно в дальнейшем делать копии проекта и работать с ней. Программа «Расписание ПРО» позволяет в любой момент внести изменения в расписание и распечатать его, также легко и удобно экспортировать таблицу в Excel для последующего редактирования и оформления. Программа поддерживает два режима управления данными: ручной и автоматический.

Ручной режим предназначен для опытных преподавателей, у которых сложились свои технологии составления расписаний и которым нужен лишь удобный инструмент для этих технологий. В этом режиме программа выводит чистую таблицу, в которую методом «перетащить и бросить» нужно заносить соответствующие предметы. Все ограничения, заданные на этапе ввода исходных данных программа или, отображает на экране, или отслеживает при работе.

Автоматический режим. Поскольку строгих алгоритмов составления расписаний не существует, то в этом режиме предлагаются лишь варианты автоматического расчета. После получения приемлемого варианта можно редактировать его в ручном режиме. Если необходимо дополнительное оформление внешнего вида расписания, можно произвести экспорт результатов в Microsoft Excel.

Разработка «5Pm: расписание» - адаптированная к условиям задачи составления расписаний для школ система решения задач календарного

планирования. В основе работы программного продукта лежит генетический алгоритм. Возможности генетических алгоритмов по составлению учебного расписания очень сильно зависят от выбора оператора мутации и применяющихся для селекции решений методик. Поэтому, хотя данный подход является гибким и предоставляет возможность решения любых задач оптимизации, при большой размерности задач решение может быть найдено очень поздно, так как нет строгих гарантий сходимости результатов работы генетического алгоритма к решению задачи. Кроме этого, с помощью гибрида генетического алгоритма и алгоритмов локального поиска может быть получено решение лучшее, чем с помощью большинства известных генетических алгоритмов. Кроме этого, данная разработка не имеет поддержки ограничений, связанных с требованиями СанПиН. То есть, хотя некоторая возможность задавать критерии оптимизации есть, возможность задавать произвольные ограничения в задаче отсутствует.

Программа «НИКА» предназначена для составления расписаний занятий для общеобразовательной школы. Программный продукт «НИКА» полностью автоматизирует процесс составления недельного расписания занятий в общеобразовательных учреждениях различного статуса и профиля, учитывая особенности учебных планов и организации учебного процесса, а также требований методического, санитарно-гигиенического и индивидуально-психологического характера. Программа может учитывать: наличие в школе второй смены, пяти или шестидневной форм обучения; методические дни учителей; желательные и нежелательные часы работы учителей; максимально допустимое число часов по определенному предмету в день. Программа помогает обеспечить: задание максимального количества уроков в день; разделение классов на обучающихся по пяти или шестидневке; разбиение классов на два и более групп по заданным предметам; разбиение классов на группы с разными предметами; сдваивание, страивание и т.д. заданного количества часов; объединение классов в потоки; преподавание одним учителем двух и более предметов; разведение по

разным дням недели «легких» предметов; составление расписаний для учителей, единолично ведущих занятия в двух группах одного класса; отображение и печать расписаний занятий по учителям и по предметам, а также в удобной форме по учителям для администрации школы; удобный инструмент для почасового контроля расписаний отдельных учителей, а также интуитивно понятный интерфейс для ручного редактирования составленного расписания.

Авторы программы «Ника» при построении решателя учли следующую особенность: диспетчер не может долго ждать решения, получаемого в результате работы программы оптимизации, так как часто что-либо в полученном расписании диспетчера не устраивает и задачу приходится решать вновь, ожидая получения нового решения. Предлагаемый авторами подход заключается в том, что решатель строится только с использованием так называемых методов распространения ограничений, которые не дают возможностей оптимизации, но позволяют получать допустимые решения, которые выступают черновыми вариантами расписания. Диспетчер при этом должен решить, что в получаемом варианте решения его не устраивает, и попытаться в соответствии с этим ослабить некоторые ограничения. Преимуществом данного подхода представляется заложенная интерактивность и возможность оценки диспетчером получаемых решений. Однако данный подход имеет и свои недостатки. Главный недостаток заключается в том, что диспетчер является человеком, и его возможности по анализу вариантов расписаний ограничены. Система поддержки принятия решений не должна полностью полагаться на эксперта и не приводить к сильной умственной перегрузке человека. Данный подход можно считать адекватным, если задача составления расписаний достаточно проста, имеет небольшое число ограничений и малую размерность. Однако на практике задача обычно имеет противоположные свойства, поэтому качество составления расписаний будет зависеть только от возможностей диспетчера [17]. Кроме того, так как применяются методы распространения

ограничений, то говорить о получении некоторого оптимального варианта не приходится. В целом, предложенное средство хорошо для предварительного анализа ограничений в задаче. Однако ослаблять ограничения диспетчер должен вручную, а при их большом количестве не известно, какое ограничение в конкретной ситуации потребует ослабить.

Программный пакет «ХРОНОГРАФ» представляет собой сочетание автоматического и ручного алгоритмов составления расписаний учебного заведения с широкими возможностями ввода, обработки и вывода информации на печать. Программа полностью ориентирована на учебные заведения общего среднего образования. Составление расписания с помощью «Хронографа» выполняется по следующему алгоритму: ввод общей информации о школе; корректировка учебного плана; ввод общих данных о преподавателях; распределение недельных нагрузок по классам; составление расписания; распределение кабинетов. О каждом преподавателе школы вводятся следующие данные: предметы, которые он ведет, классное руководство (если есть), совместительство, сменность, обязательные и желательные свободные дни, и часы, а также номер закрепленного кабинета и его предварительная занятость. В данном случае под «закреплением» кабинета имеется в виду только предметное или личное «тяготение» преподавателя. Составление расписания всех преподавателей по каждому классу осуществляется при помощи как «ручного», так и автоматического режимов. Интерактивный алгоритм автоматического составления расписаний работает в постоянном диалоге человека и компьютера и берет на себя выполнение максимально возможного количества рутинной работы по расстановке уроков в сетке часов. Во всех случаях, когда «по мнению» программы, он не может принять однозначное решение автомат предлагает человеку принять решение самостоятельно. В уже составленное расписание выполняется расстановка кабинетов в двух режимах: «преподаватели» и «уроки». Режим «уроки» применяется для назначения кабинета конкретному

преподавателю на конкретный урок. Режим «преподаватели» применяется для назначения кабинета конкретному преподавателю на весь день.

В системе редактирования расписаний «ХРОНОГРАФ 2.0» реализованы средства поддержки процесса составления расписания, включая расчет нагрузки, различные способы представления информации в процессе составления расписания, но не предполагается автоматического составления оптимального расписания. Из интеллектуальных средств расстановки занятий в систему включено средство подсказки диспетчеру оптимального времени расстановки текущего занятия.

Более совершенной версией редактора расписаний является «ХРОНОГРАФ 3.0. Мастер», причем указано, что введенные ограничения учитываются в ходе построения допустимого решения, а оптимизация не предусмотрена.

Система «Пенал» позволяет составлять только допустимое расписание, не имеет возможностей оптимизации. При этом используемая для расстановки занятий эвристика может настраиваться под конкретную задачу с помощью весовых коэффициентов для каждого преподавателя по следующим признакам: соблюдение последовательности занятий при проведении их в параллелях учебных групп, число «окон», равномерность нагрузки в расписании преподавателя и учет его пожеланий. Недостатком данного программного продукта является ограничение на размерность решаемых задач. Данная система ориентирована на использование операционной системы DOS, которая на сегодняшний день используется в единичных учреждениях. Кроме этого, «Пенал» был разработан 1991 году и не учитывает современные требования СанПиН.

Система «АСПРУ 8.0.» рассчитана на составление расписаний в ВУЗе, предполагает большую размерность задачи и учитывает специфики ВУЗа с несколькими корпусами. Программа предлагает оптимизацию по шести критериям. Есть функция «постоптимизации», пытающаяся устранить «окна» в полученном расписании. Дополнительными опциями оптимизации

являются возможности уменьшения числа переходов между корпусами и максимизации пропускной способности аудиторий. Имеются статистические оценки получаемого расписания, например, коэффициент загрузки аудиторий. Недостатком системы является отсутствие возможности учета личных предпочтений преподавателей, невозможность задания произвольного критерия оптимальности и необходимости ослабления ограничений вручную.

Программа «Динар» предназначена для составления школьного расписания. Предусмотрен режим полностью автоматической расстановки всех назначенных уроков, а также ручной и комбинированный режимы. Это позволяет создать приемлемый вариант расписания в самых сложных случаях. Также в программе реализован полуавтоматический механизм замен учителей в готовом расписании с учётом специальности в случае невыхода учителя на работу. В «Динаре» существуют разнообразные методы отслеживания ошибок ввода данных и применена предварительная проверка возможности составления расписания с учётом всех или только выбранных условий. Это исключает потерю времени на попытки «объять необъятное», и позволяет практически всегда при автозаполнении уроков получить полностью готовое расписание. На этапе ручного введения обязательных или запрещённых уроков и выходных дней программа "на лету" отслеживает соответствие расставляемых уроков изначально заданным условиям и предупреждает об ошибках, экономя время на последующих этапах проверки. Естественно, возможны случаи, когда даже после прохождения проверки на возможность составления расписания с учётом всех условий, процесс автозаполнения «застревает» на каком-то этапе. Для такой ситуации в программе предусмотрена возможность визуального наблюдения за тем, какие уроки не установлены в текущий момент и ведётся статистика сложности установки для каждого класса, предмета, учителя и для каждого отдельного урока. Процесс автозаполнения может быть прерван в любой момент и запущен вновь после проведения корректировки условий с того же

самого места, что существенно экономит время. В общем, программный продукт ориентирован на составление полностью готового расписания в максимально ограниченных условиях. Кроме того, для готового расписания реализован механизм «улучшения» расписания, заключающийся в уменьшении существующего количества «окон» между уроками и одиночным уроком у учителей.

Система «Методист» выпускается в двух версиях.

Версия «Virtual» выпускается без модуля автоматического составления расписания. Возможности версии virtual: - быстрый поиск в списках преподавателей, аудиторий, групп, дисциплин, корпусов; получение справочной информации по каждому найденному элементу списка; контроль и возможность перераспределения часов между неделями по любой дисциплине учебной группы; автоматическая проверка возможных ошибок ввода данных; возможность систематизированного хранения дополнительной информации, быстрое получение полной информации по сочетанию факторов, возможность заказать в любой момент модуль формирования расписаний для подготовленных данных; возможность изменения настроек, контроля, правки и т.п.

Версия «Стандарт» более расширена и помимо возможностей версии «Virtual» включает в себя: модуль автоматического составления расписания; распределение контроля учебной нагрузки; учет методических рекомендаций и личных пожеланий преподавателей; строгое выдерживание последовательности прохождения дисциплины; составление расписаний для любого типа учебного заведения: недельно или семестрово; учет объединения групп в поток и/или разбиение их на подгруппы; закрепление специальных аудиторий; учет занятости преподавателей и аудиторий; учет времени переходов между корпусами; выходные и праздничные дни - общие и для отдельных учебных групп; указание причин «неудачного назначения» занятий с возможностью их «ручного» исправления; возможность многократного автоматического «улучшения» расписания; возможность

изменения значимости учитываемых при составлении расписания факторов; возможность введения приоритетов преподавателей степени учета и индивидуальных пожеланий. Ограничения функциональности «Методиста»: многосменные расписания ограничены максимальным количеством уроков в день - 7; занятия всегда начинаются с первого урока/пары; не учитывается время перемен (например, для проверки возможности перехода между корпусами); не учитывается «уровень сложности» занятий для их рационального распределения по неделе; продолжительность занятий постоянна.

Программа «АСТРА» (Автоматизированное Составление Расписания) - одна из наиболее современных разработок для составления школьного расписания. Программ «АСТРА» предназначена для применения в качестве инструмента при составлении расписаний занятий в средних учебных заведениях различного профиля, которые работают в одной или двух сменах и в которых продолжительность цикла занятий в учебном процессе составляет одну неделю.

Основные возможности программы «АСТРА»: настройка на условия конкретного применения; кабинетная и/или классно-урочная система обучения; любое количество учебных дней (от 1 до 6) как для учебного заведения в целом, так и для отдельных классов; 100-процентное размещение занятий в автоматическом режиме; настройки параметров распределения занятий; проведение занятий продолжительностью 1, 2 и/или 3 учебных часа; учет требований и ограничений по времени проведения занятий; учет гигиенических требований СЭС, а также сложность предметов для оптимального чередования занятий в течение учебного дня; учет индивидуальных требований и пожеланий преподавателей; программное определение свободных дней преподавателей; отсутствие «окон» у классов; разделение класса на несколько (д 4-х) групп и объединение нескольких (д 4-х) классов в поток по любым предметам, возможно одновременное разделение и объединение классов и/или групп классов; рациональное

использование аудиторного фонда; ручная корректировка расписаний после автоматической расстановки занятий; быстрый поиск замен временно отсутствующим преподавателям.

Дополнительные возможности программы «АСТРА»: встроенное руководство, одновременно являющееся контекстно-зависимой помощью по всем функциям программы; выдача разнообразной аналитической информации для разрешения конфликтных ситуаций; выдача гистограмм распределения нагрузки по дням учебной недели отдельно для классов, преподавателей и аудиторий; выдача гистограмм распределения суммы баллов СЭС по дням учебной недели для классов; ведение архива расписаний вместе с соответствующими исходными данными; резервное копирование/восстановление данных; парольная защита при входе в программу.

Программ «АСТРА» является одной из наиболее современных разработок для составления школьного расписания. В программе заложено 6 критериев оптимальности расписания: равномерность распределения нагрузки классов, преподавателей, смешанной нагрузки, минимального количества уроков/пар в классах, обеспечение разброса занятий по одному предмету, обеспечение требований СЭС. Для каждого из критериев задается приоритет от 0 до 6. Режим разброса занятий делится на частные требования, которые могут учитываться жестко, мягко или по критерию оптимальности. Поиск производится алгоритмом перебора с возвратом при ограниченной глубине перебора, которая может задаваться. В таком случае очень большую роль играют заложенные в алгоритм эвристики, и если они не соответствуют решаемой задаче, то решение, если оно существует, будет найдено при переборе в последнюю очередь, либо, не будет найдено никогда. Ослаблять ограничения диспетчер должен вручную, хотя в программу и встроен блок анализа. К недостаткам программы «АСТРА» можно отнести и то, что расширить набор ограничений нельзя, а потому программа может оказаться непригодной для решения конкретной задачи.

2 Анализ процесса составления расписаний методическим отделом института инженерных технологий и естественных наук

2.1 Общая характеристика деятельности методического отдела

Основные цели и задачи методического отдела:

Основная цель методического отдела института инженерных технологий и естественных наук – обеспечение качества образовательной деятельности университета на основе эффективного методического сопровождения реализации основных образовательных программ высшего профессионального образования.

Для достижения поставленной цели методический отдел решает следующие задачи:

1) формирование единой стратегии методического сопровождения реализации основных образовательных программ высшего профессионального образования и регламентация учебно-методической работы института;

2) методическое сопровождение реализации основных образовательных программ высшего профессионального образования;

3) анализ состояния и результатов методической работы в институте, определение направлений ее совершенствования.

Одним из форм регламентации учебно-методической работы института является процесс составления расписания учебных занятий, который является предметом данного исследования.

Структура организации – способ взаимосвязи всех разнородных и разноориентированных элементов организационной системы. Более адекватным специфике организации как целевой социальной системы и распространенным представляется определение структуры организации как способа распределения и соединения разнородных видов деятельности,

координации и контроля, а также способа распределения власти и компетенции в организации.

Организационная структура Института инженерных технологий и естественных наук представлена в Приложении.

В структуру Института отделы, кафедры, научно-образовательные центры и лаборатории, соответствующие направлению деятельности (инженерно-физическое направление, биолого-химическое направление, направление математики и информатики), а также другие структурные подразделения. С 2015 г. Институт осуществлял свою деятельность в рамках пилотного проекта «Разработка и внедрение новой организационной структуры управления Института инженерных технологий и естественных наук (ИИТиЕН)», на основании которого факультеты были упрощены в научные направления. В августе этого 2017 г. проект был успешно защищён на Заседании ученого совета Университета, после чего институт продолжает свою работу, как структурное подразделение. Данная структура является эффективной. Выполнение поставленных задач происходит в указанные сроки.

2.2 Оценка существующего метода составления расписаний

НИУ «БелГУ» имеет достаточно развитую информационную архитектуру. Информационная среда представлена такими автоматизированными системами, как Интегрированная информационная система управления НИУ «БелГУ», Информационная система мониторинга использования оборудования, МегаПро: Библиотека, Антиплагиат.ВУЗ, ИнфоСЭД: Управление документами, ИнфоБелГУ: Управление документами/Дело, СЭО «Пегас», ИнфоБелГУ: Социально-воспитательная работа, ИнфоБелГУ: Университет, ИнфоБелгу: Учебный процесс.

Процесс составления расписания для институтов реализован в модуле ИнфоБелГУ: Учебный процесс. Данным модулем пользуется, в том числе и институт инженерных технологий и естественных наук.

Модуль ИнфоБелГУ: Учебный процесс предназначен для автоматизации управления учебным процессом, планирования и организации проведения учебной деятельности подразделениями университета; основан на модульной динамической учебной среде «Moodle».

«Moodle» - расшифровывается как Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, что в переводе с английского объектно-ориентированная динамическая учебная среда. Большим достоинством данной платформы является ее распространение по лицензии GPL (General Public License – лицензия на свободное программное обеспечение), это позволяет свободно использовать платформу в качестве «скелета», не нарушая авторских прав.

В целом, платформа универсальна и удовлетворяет общим потребностям учебных заведений. К достоинствам можно отнести модульность, которая позволяет настраивать систему электронного обучения индивидуально для каждого учебного заведения. К недостаткам стоит отнести необходимость проектирования и «допрограммирования», т.к. платформа не является самостоятельной единицей. От качества «допрограммирования» зависит полнота охвата тех или иных автоматизируемых функций.

В ИнфоБелГУ: Учебный процесс составление расписания реализован не полностью и характеризуется ручным перебором комбинаций Дисциплина-Преподаватель-Группа-Аудитория.

Рассмотрим далее подробнее процесс составления расписания в ИнфоБелГУ: Учебный процесс.

Итак, после прохождения процедуры авторизации в системе диспетчеру необходимо выбрать учебный год, институт, полугодие и курс, для которых будет далее заполняться расписание, пример на рисунке 2.1.

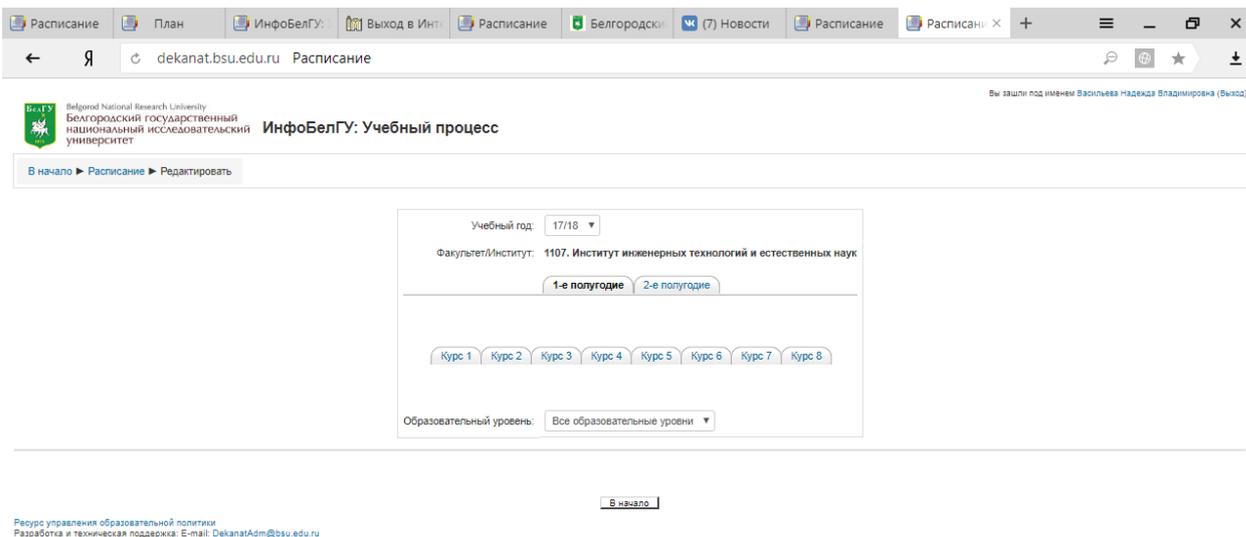


Рисунок 2.1 – Выбор учебного года, института, полугодия, курса

Далее выбирается группа или, при необходимости, несколько групп (рисунок 2.2).

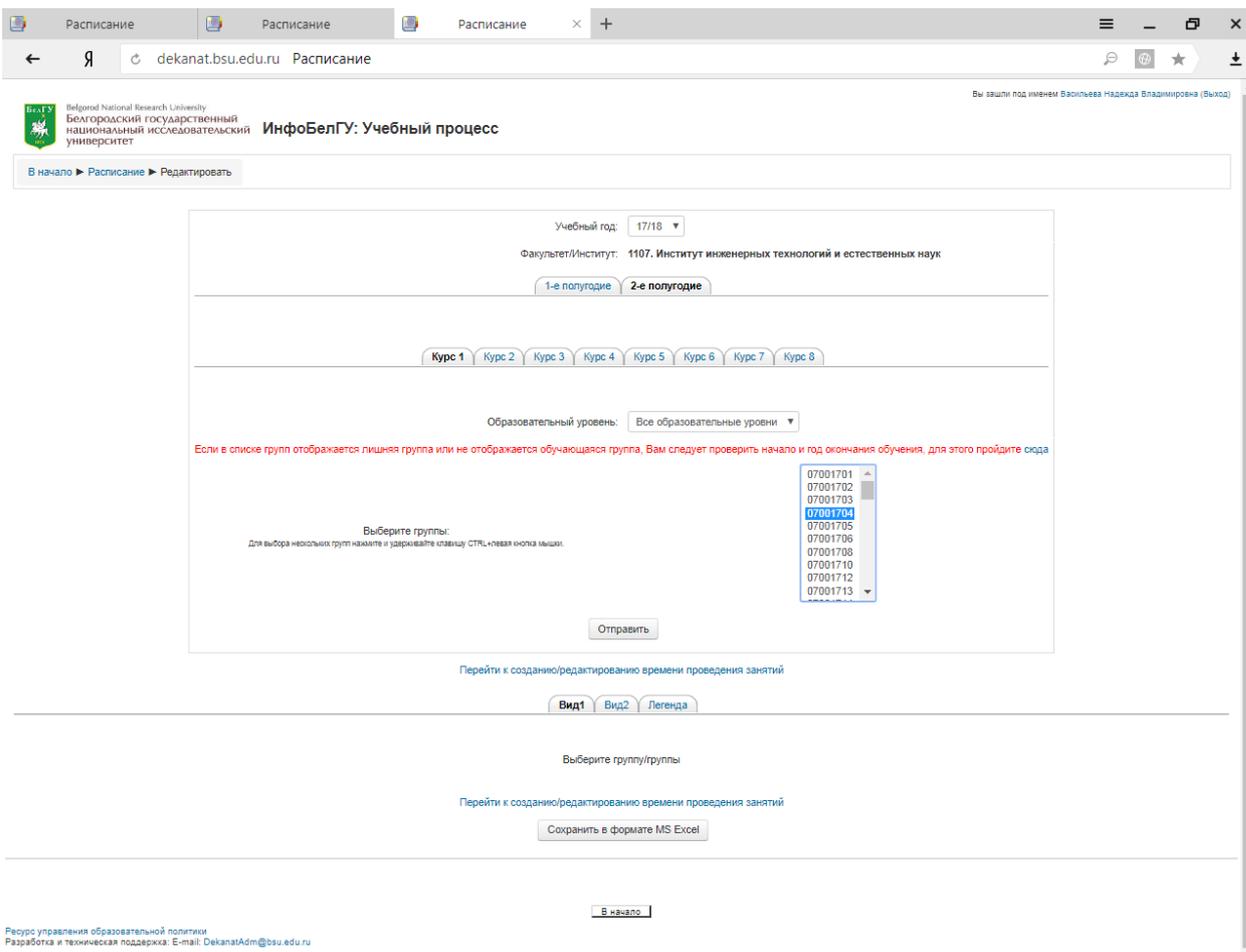


Рисунок 2.2 – Выбор группы/потока

После того, как выбрана группа, по нажатию кнопки «Перейти к созданию/редактированию времени проведения занятий» создаем/редактируем запись в расписании для выбранной ранее группы (рисунок 2.3). Далее выбираем день недели, пару, дисциплину, подгруппу, тип занятия, корпус, аудиторию, тип аудитории:

Изменение расписания для групп: 07001704. (5 - студента(ов)).
Время: понедельник, 5-я пара (15:45-17:20)

День недели:

Пара:

Дисциплина:

Подгруппа:

Тип занятия:

Локация:

Строения:

Аудитория:

Аудиторное занятие: Если занятие не аудиторное, укажите, где проходит занятие:

Время занятия: с час мин. по час мин.

Преподаватель:

Периодичность занятия:

Начало обучения: [Изменить период семестра](#)

Количество пар:

Нагрузка групп/подгрупп

№ п/п	Группа	День недели	Номер пары	Ч / З	Дисциплина	Преподаватель	Аудитория	С	По
-------	--------	-------------	------------	-------	------------	---------------	-----------	---	----

Рисунок 2.3 – Выбор дня недели, пары, дисциплины, подгруппы, типа занятия, корпуса, аудитории, типа аудитории

После выбираем преподавателя из раскрывающегося списка, периодичность занятий и период обучения (рисунок 2.4).

Изменение расписания для групп: 07001704. (5 - студента(ов)).
 Время: понедельник, 5-я пара (15:45-17:20)

День недели: Понедельник
 Пара: 5-я пара
 Дисциплина: Алгоритмизация и программирование (Б1.Б)
 Подгруппа: Выберите подгруппу...
 Тип занятия: лабораторная работа

Локация: Учебный комплекс №1 по ул. Студенческая, 14
 Строения: Выберите корпус...
 Аудитория: Выберите аудиторию...
 Аудиторное занятие: Да. Если занятие не аудиторное, укажите, где проходит занятие:

Время занятия: с 15 час 45 мин по 17 час 20 мин.

Преподаватель: Сурушкин Максим Александрович (доц.), Surushkin@bsu.edu.ru
 Периодичность занятия: Каждую неделю
 Начало обучения: 05.02.2018 - знаменатель. Изменить период семестра

Количество пар: Вы выставили уже все пары.

Сохранить Отмена

Нагрузка групп/подгрупп

№ п/п	Группа	День недели	Номер пары	Ч / З	Дисциплина	Преподаватель	Аудитория	С	По

Рисунок 2.4 – Выбор преподавателя, периодичности занятий и периода обучения

При выборе некоторых параметров могут возникать пересечения в расписании.

Для примера рассмотрим ситуацию с выбором свободно аудитории. При выборе аудитории в основном диалоговом окне у диспетчера отсутствует возможность определить, свободна ли аудитория. В ИнфоБелГУ: Учебный процесс реализован просмотр таблицы аудиторий в отдельном окне (рисунок 2.5).

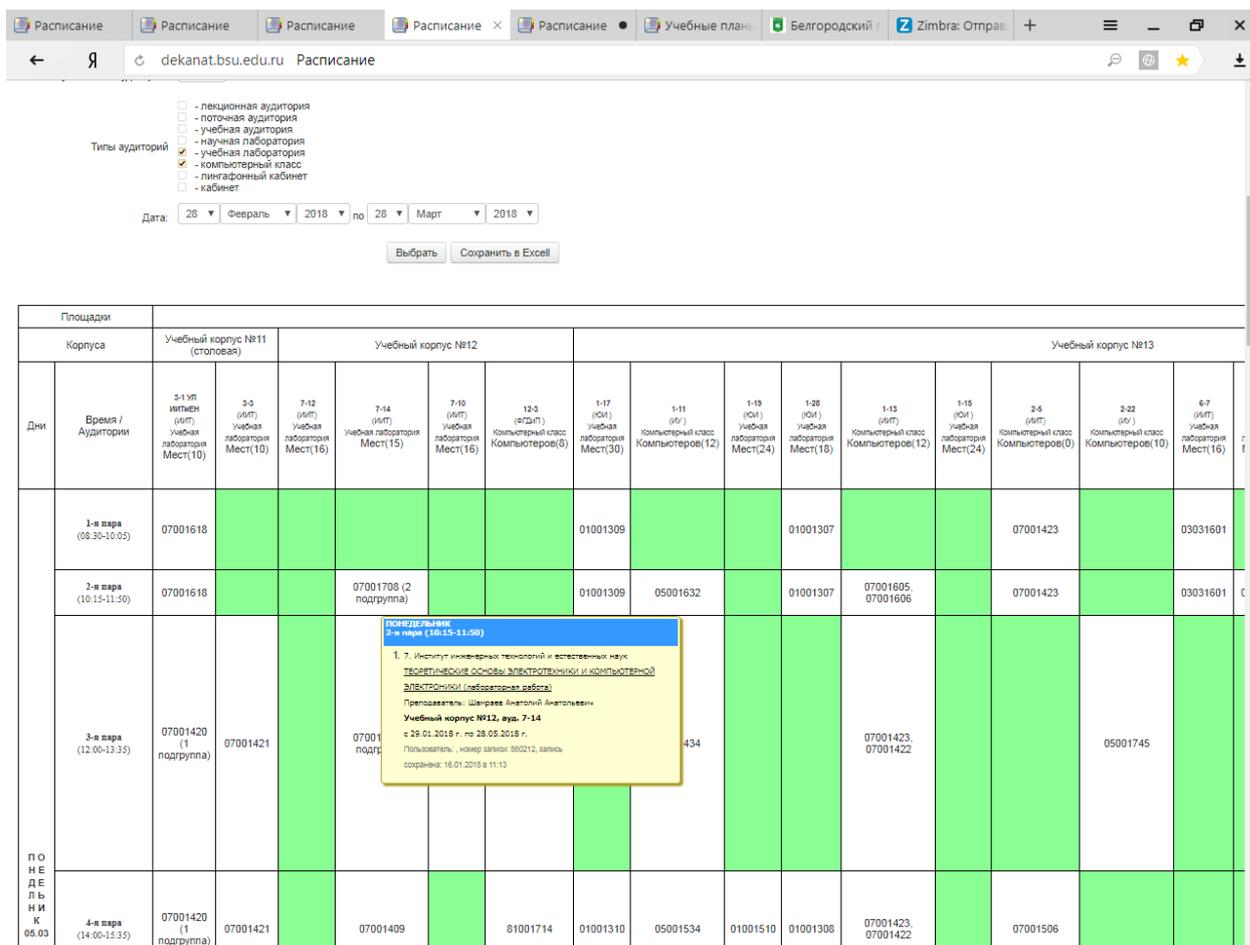


Рисунок 2.5 – Окно просмотра доступности аудиторий

Свободные аудитории для наглядности подсвечиваются зеленым цветом.

Далее диспетчеру необходимо вернуться в основное окно и из общего списка снова выбрать аудиторию.

То же самое происходит и с преподавателями (существует возможность открыть в отдельном окне таблицу нагрузки преподавателя), и с учебными группами (возможно открыть расписание указанной ранее учебной группы).

Опираясь на представленные скриншоты логично сделать вывод о существенном недостатке: интерфейс не является удобным. Система не оповещает о конфликтах в существующем окне, диспетчеру необходимо осуществлять проверки вручную. Кроме того, открываемые дополнительно

окна в браузере имеют одинаковое название «Расписание», что крайне неудобно при постоянном переключении между ними.

Как видно, весь процесс составления расписания сводится к ручному перебору дисциплин, преподавателей, групп и свободных аудиторий. Данный подход не является научным, очень трудоемкий и малоэффективный.

Далее рассмотрим на рисунке 2.6 блок-схему составления расписания в институте инженерных технологий и естественных наук:

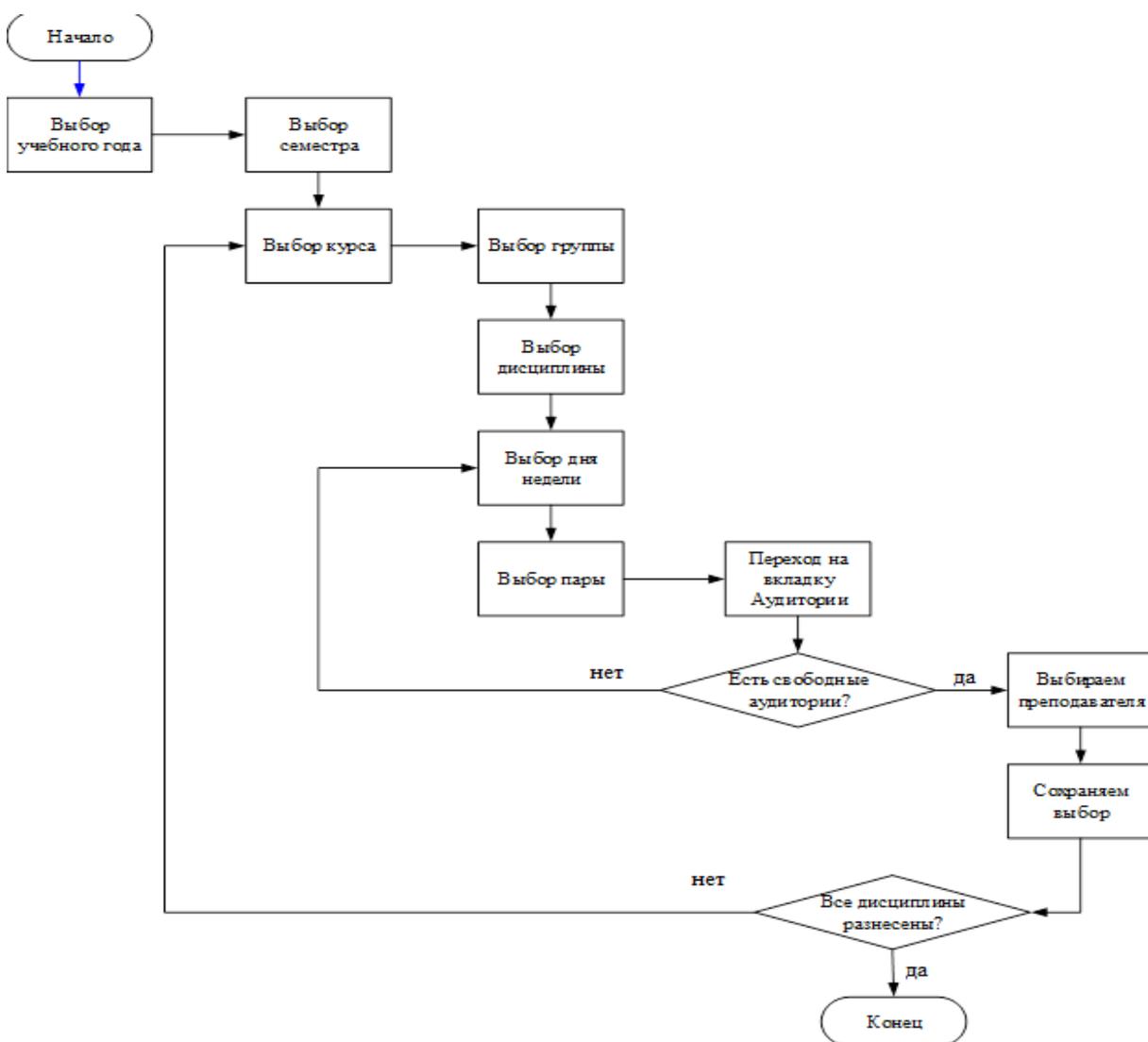


Рисунок 2.6 – Блок-схема процесса составления расписания «как есть»

На рисунке 2.7 представлена DFD-диаграмма процесса составления расписания в Институте инженерных технологий и естественных наук:

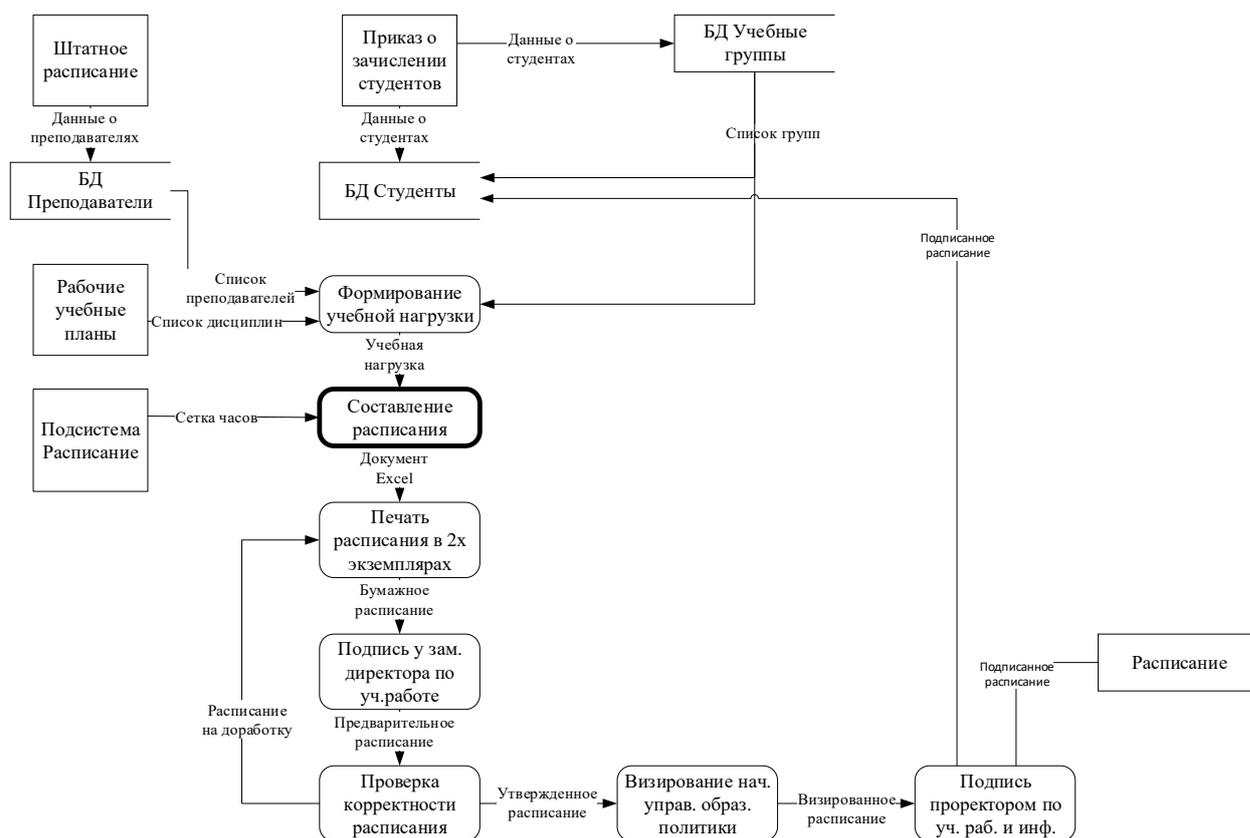


Рисунок 2.7 - DFD-диаграмма процесса составления расписания в Институте инженерных технологий и естественных наук

На диаграмме видно, что кроме существующего подхода к составлению расписания к недостаткам стоит отнести и способ его утверждения. Сегодня во многих организациях работает принцип «безбумажный офис», для этого разработано большое количество программных продуктов. При исследовании информационной архитектуры НИУ «БелГУ» было выявлено, что учебное заведение использует в своей работе модуль ИнфоБелГУ: Документооборот/Дело, который не интегрирован в процесс составления расписания. В связи с этим, расписание, напечатанное в двух экземплярах, претерпевает не малый путь: подпись у заместителя директора по учебной работе, проверка корректности расписания, визирование начальником управления образовательной политики, подпись проректором по учебной работе и информатизации. Данный путь занимает значительное количество времени, кроме того,

бумажный вариант расписания может быть утерян или испорчен, в таком случае его путь начинается заново.

2.3 Обоснование потребности в проектировании автоматизированной информационной системы составления расписаний учебных занятий

Ранее были определены основные недостатки существующего процесса составления расписания:

- 1) Расписание составляется методом ручного перебора.
- 2) Интерфейс существующей информационной системы сложен и неудобен.
- 3) Отсутствует интеграция с модулем электронного документооборота.

Помимо основных недостатков, также можно определить и второстепенные:

- 1) Сложность учета пожеланий субъектов учебного процесса (студенты хотят меньше «окон» в расписании их групп, преподаватели хотят меньше «окон», больше методических дней и «особую» аудиторию).
- 2) Скорость публикации расписания составляет 3 часа.
- 3) Отсутствует возможность мгновенного оповещения субъектов учебного процесса об изменениях в расписании.
- 4) Некорректная и нечитабельная выгрузка составленного расписания в формат Microsoft Excel.

Все перечисленные ранее недостатки требуют существенного пересмотра подхода к составлению расписаний.

Существующая система составления расписаний не подходит для эффективного использования ни по одному параметру. Автоматизация процессов требуется от самого начала и до конца. В связи с этим совершенствования существующей системы недостаточно. Необходимо

сформулировать кардинально новые требования к информационной системе, на основе которых она будет спроектирована и разработана.

Так как информационная архитектура НИУ «БелГУ» построена в основном на платформе Moodle, то для разработки новой информационной системы может быть использована именно она. Окончательный выбор платформы для разработки выходит за рамки данной работы.

3 Проектирование автоматизированной информационной системы составления расписаний учебных занятий

3.1 Формулировка основных требований к проектируемой автоматизированной информационной системе

На основании выявленных ранее недостатков существующей системы составления расписания в Институте инженерных технологий и естественных наук можно сформулировать основные требования к проектируемой системе.

Первое и самое главное требование к проектируемой системе: ее автоматизированность. Это значит, что непосредственно сам процесс составления расписания должен осуществляться машиной, что позволит оптимизировать и значительно ускорить процесс составления расписания.

Вторым требованием по значимости определяем универсальность или мобильность системы. Проектируемая система должна иметь возможность ее развертывания как для института, так и для всего учебного заведения. Кроме того, в условиях резкого изменения подхода к работе с расписанием, должна существовать возможность ее быстрой перенастройки на новые условия.

Основной проблемой для пользователей существующей системы является интерфейс. Здесь стоит сформулировать следующее требование к системе: интуитивно-понятный интерфейс системы. Пользователями системы являются обычные сотрудники методического отдела, чаще всего не имеющие образования в информационной сфере и имеющие некоторые сложности во взаимодействии с компьютерной техникой. Отсюда, интерфейс должен быть прост и понятен для абсолютно любого пользователя с любой степенью владения компьютерной техникой.

Четвертым требованием можно определить интегрированность системы в информационную архитектуру учебного заведения. Процесс составления расписания достаточно трудоемкий, внесение некоторых данных

дублирует их внесение в другие системы университета, что значительно замедляет работу сотрудников. Кроме того, взаимодействие системы составления расписания с системой документооборота позволит избежать многих действий, связанных с ведением бумажного документооборота.

Следующее требование сформулируем как учет «пожеланий» участников процесса составления расписания. Составленное расписание должно быть максимально удобным для преподавателей и студентов, занятия, требующие наличие специализированных инструментов, должны проводиться в соответствующих аудиториях/классах/лабораториях.

Последним основным требованием выделим возможность своевременного уведомления участников процесса об изменениях в расписании.

Ранее были рассмотрены основные существующие программные продукты, реализовывающие автоматизированный процесс составления расписания. Каждая из описанных программ может быть индивидуально доработана и использована для Института инженерных технологий и естественных наук, но это потребует достаточных вложений на индивидуальную доработку и сопровождение. Кроме того, не каждый программный продукт удастся интегрировать в информационную архитектуру Института или удастся, но с большими трудностями.

В данной выпускной квалификационной работе предлагается спроектировать автоматизированную информационную систему для процесса составления расписания в Институте инженерных технологий и естественных наук на базе платформы Moodle, на которой построена основная часть информационной архитектуры всего Университета.

3.2 Проектирование алгоритмов функционирования и структуры хранения данных автоматизированной информационной системы

Задача формирования учебного расписания в ВУЗе относится к списку прикладных задач, решение которых заключается в нахождении разбиения множества элементов – ресурсов, каждый из которых обладает числовой характеристикой – размером, на заданное число непересекающихся подмножеств, у которых размеры наименее отличаются или наиболее близки друг к другу.

Одной из задач этого класса является задача «Распределения ресурсов», которая формулируется следующим образом.

Задано множество R ресурсов, где $r \in R$. Для любого $r \in R$ определен размер $p(r) \in R$. Требуется найти разбиение \bar{R}^* множества R на m подмножеств $R_1^*, R_2^*, \dots, R_m^*$ такое, что $F(p(R_1^*), p(R_2^*), \dots, p(R_m^*)) = \text{extr}_{R \in S} F(p(R_1), p(R_2), \dots, p(R_m))$, где S – множество всех разбиений \bar{R} множества R на m подмножеств R_1, R_2, \dots, R_m ; $p(R_i)$ – размер множества R_i , $i = \overline{1, m}$.

Сформулированная задача является NP-трудной, точного полиномиального алгоритма ее решения не существует. Нужно найти приближенный алгоритм.

Приближенный подход к решению сложных задач, заключающийся в декомпозиции сложной задачи на ряд более простых и в построении процедуры, позволяющей свести решение исходной сложной задачи к решению полученных простых, не нов и находит широкое применение в различных областях [38]. Применение этого подхода для решения комбинаторных оптимизационных задач вызвало появление так называемых жадных алгоритмов.

Жадные алгоритмы также, как и алгоритмы динамического программирования основываются на принципе оптимальности для подзадач, но они намного проще и работают намного быстрее, чем динамическое

программирование. Различие между жадными алгоритмами и алгоритмами динамического программирования можно объяснить так: на каждом шаге жадный алгоритм берет «самый удачный кусок», а потом уже пытается сделать наилучший выбор среди того, что осталось; алгоритм динамического программирования принимает решение, просчитав заранее последствия для всех вариантов. Алгоритм динамического программирования гарантирует получение оптимума применительно к данной задаче. Жадный алгоритм такой гарантии не дает [29]. Жадный алгоритм производит на каждом шаге локально оптимальный выбор, допуская, что итоговое решение окажется оптимальным. Однако, это не всегда так, и поэтому иногда бывает, что жадный алгоритм является не точным, а приближенным алгоритмом, но для некоторых задач жадные алгоритмы действительно дают оптимум.

Существуют две особенности, характерные для задач, решаемых жадными алгоритмами. Это принцип жадного выбора и свойство оптимальности для подзадач. Говорят, что к оптимизационной задаче применим принцип жадного выбора, если последовательность локально оптимальных выборов дает глобально оптимальное решение. Доказать, что жадный алгоритм дает оптимальное решение очень трудно. В типичном случае такое доказательство следует следующей схеме. Сначала необходимо доказать, что жадный выбор на первом шаге не закрывает пути к оптимальному решению: для всякого решения есть другое, согласованное с жадным выбором и не худшее первого. Затем поясняется, что подзадача, возникающая, после жадного выбора на первом шаге, аналогична исходной, и рассуждение завершается по индукции. Решаемые с помощью жадных алгоритмов задачи обладают свойством оптимальности для подзадач: оптимальное решение всей задачи содержит в себе оптимальные решения подзадач.

Под жадным алгоритмом распределения ресурсов понимается такой алгоритм, согласно которому процесс распределения ресурсов можно представить в виде последовательных шагов. На каждом шаге происходит

оптимальное при некоторых условиях распределение части ресурсов, которое в дальнейшем меняется. Так как оценить оптимальность жадного алгоритма очень трудно, существует потребность в одновременном применении еще одного метода.

В данной работе для гибридизации методов был выбран списковый метод. Отличительной особенностью алгоритмов данного метода является малая временная сложность.

Свое название списковые алгоритмы получили благодаря следующему обстоятельству. С точки зрения временной сложности их можно эффективнее реализовать, если не перебирать на каждом шаге все неразмещенные ресурсы с целью определения, какой из них следует размещать. Можно предварительно упорядочить все ресурсы в некотором списке и на каждом шаге выбирать очередной ресурс из головы списка.

Для реализации автоматизированного составления расписания необходимо создать актуальные справочники Преподаватели, Учебные группы, Аудиторная база, которые будут содержать необходимую информацию для выборки из них данных при составлении расписания.

Кроме справочников вручную необходимо заполнить таблицы «Рабочие учебные планы», «Заявки на включение в расписание».

Для упрощения задачи на этапе проектирования за каждой дисциплиной закрепляется конкретный преподаватель. На данном этапе проверка наличия окон у преподавателя произведена не будет.

Под словом дисциплина в данной работе следует понимать только один тип (лекция, практика, лабораторная работа) по выбранному предмету из учебного плана.

Для упрощения процесса составления расписания и учета окон для студенческих групп расписание следует разбить на 4 таблицы:

R_{11} – первая смена по числителю;

R_{12} – вторая смена по числителю;

R_{21} – первая смена по знаменателю;

R_{22} – вторая смена по знаменателю.

Количество пар в смену не может быть больше 5, это позволит учитывать в расписании не более 1 окна в день. Также записи по 4 и 5 парам будут производиться в одну из таблиц смены, при этом во вторую будут проставлены соответствующие ограничения.

Ограничения в системе будут отмечены символом Z. Система эту запись будет распознавать как заполненную запись. Таким образом заранее еще до формирования расписания можно задать ограничения: методические дни и время для преподавателей, дни для написания выпускных работ для студенческих групп, проведение научных мероприятий в определенных аудиториях в определенное время.

Далее на рисунке 3.1 рассмотрим и опишем логику алгоритма составления расписания в проектируемой автоматизированной информационной системе:

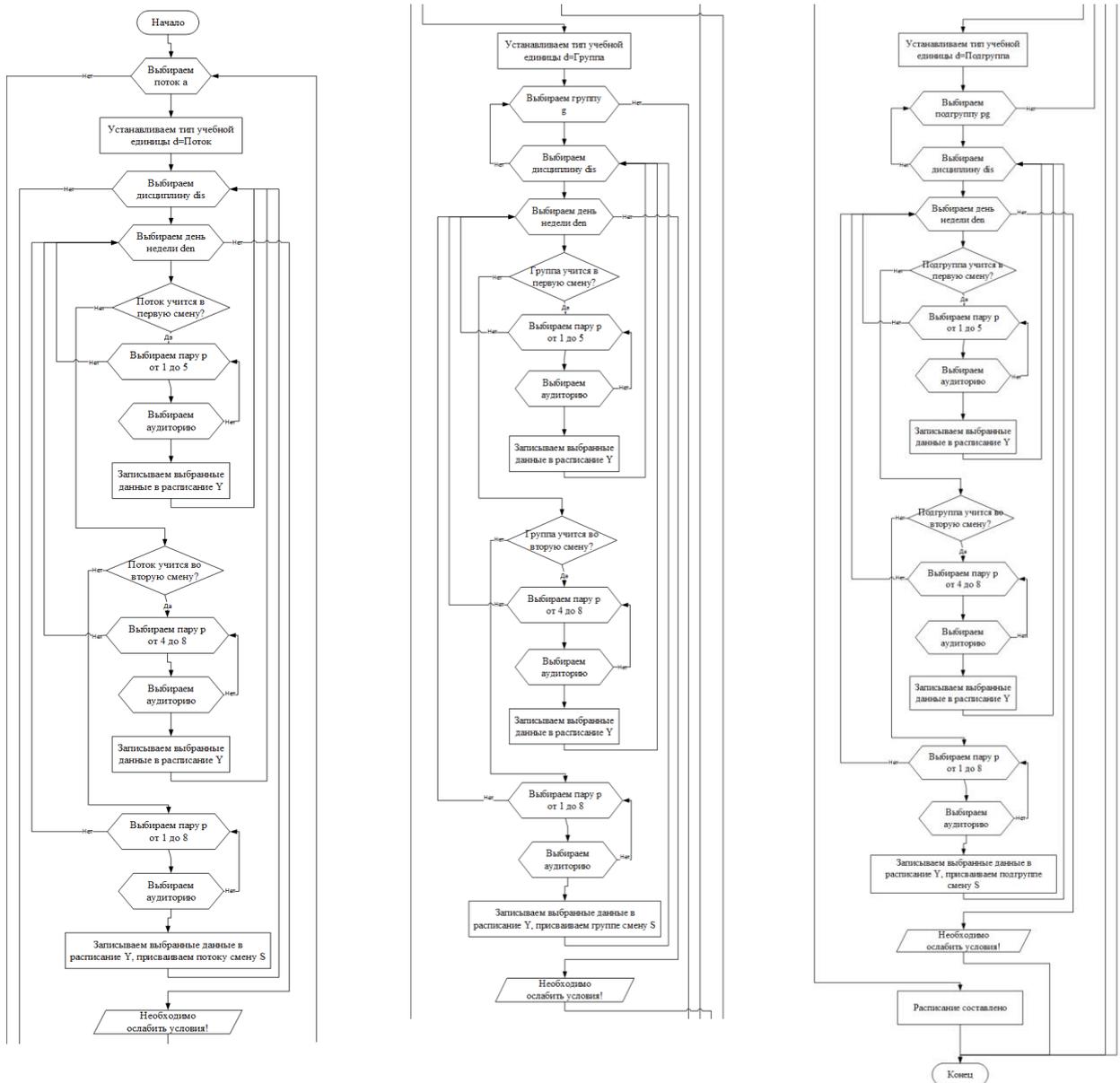


Рисунок 3.1 – Алгоритм составления расписания в проектируемой автоматизированной информационной системе

Весь алгоритм представляет собой последовательность циклов. Для начала мы выбираем поток, для которого будет составляться расписание. Далее присваиваем параметр, указывающий, какие из дисциплин являются поточными, и позволяющий отфильтровать необходимые дисциплины согласно рассматриваемых учебных дисциплин. На первом этапе речь идет о такой учебной единице как потоки, а значит отфильтруем в списке дисциплин занятия с типом Лекция и запишем в список L. Далее поочередно берем каждую из дисциплин и проверяем на занятость последовательно

каждую пару в каждом дне. Как только найдена свободная пара для потока выбираем аудиторию из списка k . Если подходящая аудитория не будет найдена, возвращаемся к поиску следующей допустимой пары. Как только будет найдена свободная пара и подходящая аудитория дисциплина будет записана в расписание. Если будут перебраны все возможные пары и аудитории, но подходящей комбинации так и не будет найдено, программа прекратит выполнение, и выведет диспетчеру ошибку о недопустимой жесткости условий. Диспетчеру будет необходимо пересмотреть условия составления расписания и повторно начать процедуру.

После того, как все поточные дисциплины будут размещены в расписании, тип учебной единицы изменяется на группы и далее будут размещены дисциплины, которые проводятся отдельно для каждой из групп. Принцип размещения практических занятий аналогичен размещению лекций. Как только будут размещены все практические занятия, система перейдет к размещению лабораторных занятий, которые проводятся для подгрупп.

После размещения всех типов занятий для выбранного потока система переходит к следующему потоку и продолжает размещение дисциплин.

Прерывание работы системы и повторное размещение необходимы для соблюдения одинаковых условий для всего расписания. Частичное применение условий недопустимо.

Проявление применения жадного алгоритма заключается в переборе учебных единиц, дисциплин, дней, пар и аудиторий. Проявления спискового алгоритма заключается в прерывании перебора в случае успешного размещения дисциплины и осуществляется переход к следующей. Если возможно размещение выбранной дисциплины в конкретном дне, в конкретную пару и аудиторию, локальный результат считается оптимальным. Если удалось разместить все дисциплины в расписание, то результат считается глобально оптимальным.

Для эффективной работы алгоритма необходимо тщательно проработать структуру хранения данных. Алгоритм сложен за счет

огромного количества итераций, которое зависит от количества групп, дисциплин и периодов формирования расписания. Не малое время занимает и обращение к базе данных. Поэтому важно, чтобы все данные были упорядочены и структурированы. Время на чтение и запись должны быть минимальны.

В ходе разработки алгоритма была также разработана база данных (рисунок 3.2), позволяющая разделить данные согласно логики.

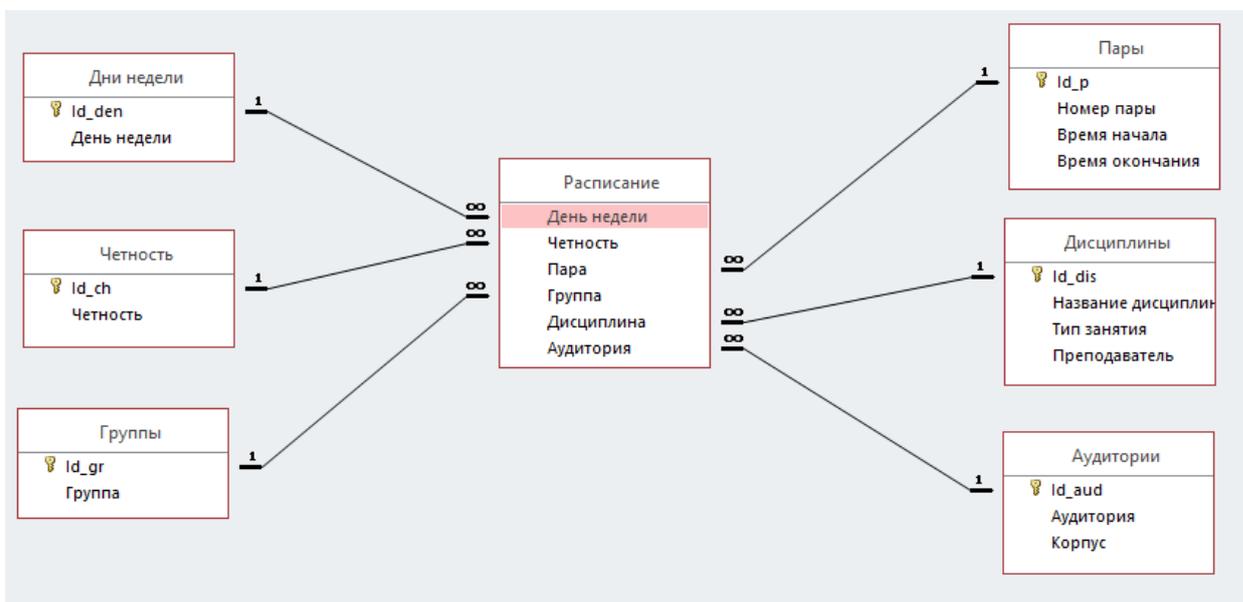


Рисунок 3.2 – Структура базы данных «Расписание»

База данных состоит из 7 таблиц. Таблицы Дни недели, Четность и Пары предопределены и не могут быть отредактированы, так как дней недели всегда 7, по четности недели всегда делятся на «Числитель» и «Знаменатель», количество пар в день и их время установлены внутренним регламентом ВУЗа. Таблица Аудитории заполняется/проверяется диспетчером в соответствии с аудиторным фондом ВУЗа. Данные о группах и дисциплинах вносятся диспетчером в соответствии с утвержденным учебным планом на весь период составления расписания и могут быть изменены на основании докладных записок заведующих кафедр. Таблица Расписание может быть отредактирована вручную, но в первую очередь

предусмотрена для заполнения результатами работы алгоритма, т.е. составленным расписанием. Все связи между таблицами типа Один-ко-многим, что говорит о том, что каждой записи из таблицы Расписание может соответствовать только одно значение из каждой другой таблицы. Таблицы, хранящие данные между собой, связей не имеют.

Итак, на данном этапе были разработаны алгоритм составления расписания на основе комбинирования спискового метода и жадного алгоритма, а также структура хранения данных.

3.3 Расчет планируемой фактической эффективности от внедрения проектируемой информационной системы

Эффективность любого проекта характеризуется соотношением затрат и результатов применительно к интересам его участников [43]. Для принятия решения о реализации ИТ-проекта, как правило, главным критерием считается не возврат инвестиций в информационные технологии, а эффективность систем в рамках повышения производительности труда.

Тем не менее, анализ финансовой стороны проекта также не маловажен. Т.к. Институт инженерных технологий и естественных наук не является коммерческой организацией, не занимается продажей чего-либо, говорить о прибыли нецелесообразно. В данном случае можем лишь говорить о сокращении издержек, т.к. уменьшается нагрузка на диспетчера, и его заработная плата может быть уменьшена, или нагрузка заменена другой деятельностью. В данном исследовании будем считать, что было принято решение о сокращении заработной платы диспетчеру, сокращение расходов будем считать, как условный доход. Далее необходимо произвести расчеты.

Затраты на реализацию проекта условно составят 50 000 рублей. На данный момент составлением расписания занимаются все 3 диспетчера методического отдела. Заработная плата каждого из них составляет 11 000 рублей.

Автоматизация процесса составления расписания позволит привлекать к этому процессу только одного диспетчера, а значит двум оставшимся целесообразно сократить заработную плату. Так как ручное составление расписания – это достаточно трудоемкий процесс, занимающий большее количество времени (расчеты приведены ниже), освобождение трудового времени приведет к снижению заработной платы диспетчеров на 3 000 рублей условно для каждого. Таким образом, можем составить следующую таблицу 3.1:

Таблица 3.1 – Расчет условного дохода от реализации системы

Штатная единица	Стандартная ставка, руб/мес	Ставка после реализации, руб/мес	Уменьшение затрат, руб/мес	Условный доход, руб/5 лет
Диспетчер1	11 000	8 000	3 000	180 000
Диспетчер2	11 000	8 000	3 000	180 000
Диспетчер3	11 000	11 000	0	0
		Итого:	6 000	360 000

Условный доход за 5 лет составит 360 000 рублей при затратах в 50 000 рублей.

Далее необходимо рассчитать эффективность, которая будет получена после реализации проекта. В данном случае основным критерием эффективности следует считать высвобожденное время диспетчеров, затрачиваемое ранее на ручное составление расписания. Высвобожденное время может быть использовано на решение других вопросов методического отдела, а также на работу со студентами и профессорско-преподавательским составом Института.

На данный момент составление расписания для одной группы у одного диспетчера в среднем занимает около 10 трудо-часов, а это больше одного рабочего дня при 8-часовом рабочем дне. В среднем в Институте обучается порядка 130 групп. А значит, время на составление расписания полностью занимает около 1300 часов или около 162 рабочих дней, при условии, что этим занимается один диспетчер. При делении работы на 3

диспетчеров, составление расписания занимает больше 50 дней – 1/3 часть семестра.

Внедрение автоматизированной системы составления расписания позволит значительно сократить время составления расписания. Время составления расписания для одной группы зависит от количества дисциплин, строгости условий и технического обеспечения. Планируется, что в среднем составление расписания для одной группы займет 30 минут с учетом ослабления условий. Тогда общее время составит 65 часов или около 10 рабочих дней.

Реализация проекта позволит сократить время составления расписания в 16 раз, и расходы на заработную плату условно на 360 000 рублей за 5 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из важнейших проблем качественной организации учебного процесса в ВУЗе является задача формирования качественного расписания учебных занятий. Эта задача является основной в деятельности методического отдела. Качественно составленное расписание должно обеспечить в очередном семестре равномерную загрузку как студенческих групп, так и профессорско-преподавательского состава.

Данная работа направлена на проектирование информационной системы, позволяющей составить качественное расписание занятий и за сравнительно короткий срок.

Среди результатов работы можно выделить следующие:

1) В результате рассмотрения особенностей составления расписаний было выделено, что задача планирования расписания учебных занятий – это задача на составление расписания комбинаторного типа, характерной особенностью которой является огромная размерность и наличие большого числа ограничений сложной формы. Кроме того, стоит отметить, что в настоящее время, универсальные методы решения таких задач отсутствуют.

2) В ходе рассмотрения классификации методов автоматизации процесса составления расписания были выделены следующие группы методов: последовательны методы, кластерные методы, метод распространения ограничений, мета-эвристически методы.

3) Была проанализирована работа методического отдела, направленная на составление расписания в Институте инженерных технологий и естественных наук. Выявлено, что расписание составляется вручную, в качестве сетки часов используется Microsoft Excel.

4) Были выбраны методы, при помощи которых был разработан алгоритм для автоматизации составления оптимального расписания, а также разработана структура хранения данных – база данных Расписание.

5) Был произведен расчет эффективности от реализации автоматизированной информационной системы составления расписания для Института инженерных технологий и естественных наук.

Целью выпускной квалификационной работы являлось повышение эффективности деятельности методического отдела за счет проектирования автоматизированной информационной системы составления расписаний в учебных заведениях. Автоматизированная информационная система составления расписаний спроектирована, эффективность от внедрения рассчитана и выражается в сокращении временных затрат на составление расписания до 10 рабочих дней, а также сокращение расходов на заработную плату диспетчерам в сумме условно 360 000 рублей за 5 лет использования системы.

По итогам рассмотрения пунктов можно сделать вывод о том, что цель была достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авторская страница Кокина А. В. / [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://avkokin.ru/documents/57n>, свободный.

2. Азизова, Д.Г., Автоматизация составления расписания в системе управления учебным процессом [Текст], / Маматов Е.М. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://journalpro.ru/articles/avtomatizatsiya-sostavleniya-raspisaniya-v-sisteme-upravleniya-uchebnym-protsessom>, свободный.

3. Азизова, Д.Г. Совершенствование процесса составления расписания на примере института инженерных технологий и естественных наук НИУ «БелГУ» [Текст], / Маматов Е.М. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://journalpro.ru/articles/avtomatizatsiya-sostavleniya-raspisaniya-v-sisteme-upravleniya-uchebnym-protsessom>, свободный.

4. Афанасьев М. Ю. Прикладные задачи исследования операций: Учебное пособие / М. Ю. Афанасьев, К. А. Багриновский, В. М. Матюшок. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 352 с.

5. Балашева С. Ю. Разработка оптимизационных моделей задач составления расписаний для систем конвейерного типа: автореф. дис. канд. Физ.-мат. Наук: 05.13.18 / С. Ю. Балашева. Воронеж, 2015. - 17 с.

6. Баптист Ф., Структурные свойства оптимальных расписаний с прерываниями операций // Дискретный анализ и исследование операций. — 2015. — Т 16, N 1. — С. 3–36.

7. Богатырев М. Ю. Генетические алгоритмы: принципы работы, моделирование, применение: Монография / М. Ю. Богатырев. - Тула: Тульский государственный университет, 2013. - 152 с.

8. Власов В. С. Метод ветвей и границ с эвристическими оценками для конвейерной задачи теории расписаний / В. С. Власов, М. Х. Прилуцкий // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2014. -№3. - С. 147-153.

9. Гимади Э. Х., Полиномиальная разрешимость задач календарного планирования со складываемыми ресурсами и директивными сроками // Дискретный анализ и исследование операций. Серия 2. — 2015. — Т. 7. N 1. — С. 9–34.

10. ГОСТ 34.003–1990 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения».

11. ГОСТ 34.602–89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы (АС)».

12. ГОСТ РВ 51987 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Типовые требования и показатели качества функционирования информационных систем. Общие положения».

13. ГОСТ Р 51954 (профиль прикладной среды организации вычислений на суперЭВМ).

14. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994г. (ред. от 23.05.2018).

15. Емельянов, В.В. Теория и практика эволюционного моделирования [Текст] / В. В. Емельянов, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 432 с.

16. Жданова, Е.Г. Теория расписаний / Е. Г. Жданова. - 2016. - 83 с. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.eup.ru/Documents/2004-03-22/29032.asp>, свободный.

17. Задача составления расписания / [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://dxdy.ru/topic24786.html>, свободный.

18. Задачи теории расписаний / [Электронный ресурс] – режим доступа: http://edu.alnam.ru/book_dpr.php?id=15, свободный.

19. Задачи теории расписаний. Методы решения: комбинаторный подход, эвристический и комбинаторные методы / [Электронный ресурс] – режим доступа: https://studopedia.ru/3_200683_zadachi-teorii-raspisaniy-metodi-

resheniya-kombinatorniy-podhod-evristicheskiy-i-kombinatorniy-metodi.html,
свободный.

20. Зак Ю. А. Прикладные задачи многокритериальной оптимизации / Ю. А. Зак. - М.: Экономика, 2014. - 455 с.

21. Зорич В. А. Математический анализ. Часть I. — 6-е изд. — М.: МЦНМО, 2014. — С. 289–290.

22. Казаковцева Е. А.,. Кредитование и анализ надежности расписаний в задаче календарного планирования проектов // Автоматика и телемеханика. — 2014. — Т. 7. — С. 87–98.

23. Калашников А. В. Параллельный алгоритм имитации отжига для построения многопроцессорных расписаний / А. В. Калашников, В. А. Костенко // Известия РАН. Теория и системы управления. 2013. - N.3-С. 101-110.

24. Каширина И. Л. Введение в эволюционное моделирование: учеб. Пособие / И. Л. Каширина. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2017. - 36 с.

25. Классификация задач теории расписаний / [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.scriu.com/14/61996461617.php>, свободный.

26. Козин, Р. Б. Обратные прикладные задачи и MatLab: Учебное пособие / Р. Б. Козин, В. И. Лебедев, Н. В. Иренкова. - СПб.: Лань П, 2016. - 256 с.

27. Кононов А.В. О цеховой задаче открытого типа на двух машинах с маршрутизацией в двухвершинной сети // Дискретный анализ и исследование операций. — 2017. — Т 19, N 2. — С. 54–74.

28. Красный Д. Г. Исследование неоднородных распределительных задач теории расписаний / Д. Г. Красный, Р. А. Нейдорф, В. Г. Кобак. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. - 184 с.

29. Красовский Д. В. Алгоритмы решения задачи составления оптимального расписания без прерываний: автореф. дис. канд. физ.-мат. – М.: Московский физико-технический институт, 2017. – С. 24.

30. Курейчик В. М. Генетические операторы, использующие фрактальные множества / В. М. Курейчик // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. 2016. - Т. 108. - № 7 С. 7-13.
31. Курейчик В. М. Гибридные генетические алгоритмы / В. М. Курейчик // Известия Южного Федерального университета. Технические науки. - 2017. - Т. 77. № 2 С. 5-12.
32. Лазарев, А. А., Гафаров Е. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова – Москва, 2015. – 222 с.
33. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB / А. В. Леоненков. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. -736 с.
34. Мартынова Е. А., О задаче календарного планирования проектов с использованием кредитов // Автоматика и телемеханика. — 2017. — Т. 3. — С. 107–116.
35. Матвеев М. Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике: учеб. пособие / М. Г. Матвеев, А. С. Свиридов, Н. А. Алейникова. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2014. -448 с.
36. Математические методы решения задачи составления цеховых расписаний / [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskie-metody-resheniya-zadachi-sostavleniya-tsehovyh-raspisaniy>, свободный.
37. Павленок П. Д. Основы социологии и политологии: учеб. пособие / П. Д. Павленок, Е. В. Куканова. - М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2017. 272 с.
38. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы: учеб. пособие / под. Ред. Ю. Ю. Тарасевича. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2017. - 87 с.
39. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 798 с.
40. Пересветов В.В. // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. 2014. - Т. 10. -№2 С. 13-21.

41. Петров Ю. Ю., Разработка и исследование математической модели генетического алгоритма для применения в технических системах: дис. канд. тех. наук: 05.13.18 / Ю. Ю. Петров. Ставрополь, 2013. - 284 с.
42. Прилуцкий М. Х. Многокритериальные многоиндексные задачи объёмно-календарного планирования // Известия АН. Теория и системы управления. 2017. № 1. С. 78-82.
43. Разумников С.В. Анализ существующих методов оценки эффективности информационных технологий для облачных ИТ-сервисов [Электронный ресурс] - режим доступа: www.science-education.ru/109-9548, свободный.
44. РД 50–34.698–90 «Требования к содержанию документов» и др.
45. Родькина М. Б. Генетические алгоритмы в теории расписаний / М. Б. Родькина // Сб. материалов конф. молодых преподавателей и студентов Лискинского филиала ВГУ. Воронеж: ВГПУ, 2013. - С. 50-55.
46. Романовский В. И. Избранные труды, том 2. Теория вероятностей, статистика и анализ / В. И. Романовский. - Москва, 2013. - 819 с.
47. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. М.: Горячая линия - Телеком, 2017. - 452 с.
48. Р 50.1.027 (Автоматизированный обмен технической информацией. Основные положения и общие требования).
49. Р 50.1.028 (Методология функционального моделирования).
50. Смагин С. И. Генетический алгоритм составления расписаний выполнения параллельных заданий в распределённой вычислительной системе / С. И. Смагин, Т. С. Шаповалов // Вычислительные технологии. - 2015. — Т. 15. № 5 С. 107-122.
51. Соломонов, Ю. С. Прикладные задачи механики композитных цилиндрических оболочек / Ю. С. Соломонов, В. П. Георгиевский, А. Я. Недбай и др. - М.: Физматлит, 2014. - 408 с.

52. Теория расписаний / [Электронный ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9, свободный.

53. Теория расписаний, задачи и алгоритмы / [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docplayer.ru/29022803-Teoriya-raspisaniy-zadachi-i-algoritmy.html>, свободный.

54. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017г. №203 «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы».

55. Федеральный закон от 07.07.2003г. №126-ФЗ (ред. от 18.04.2018) «О связи».

56. Шаповалов Т. С. Генетический алгоритм составления расписаний запуска параллельных заданий в GRID / Т. С. Шаповалов. // Информатика и системы управления. - 2015. - № 4 С. 115-126.

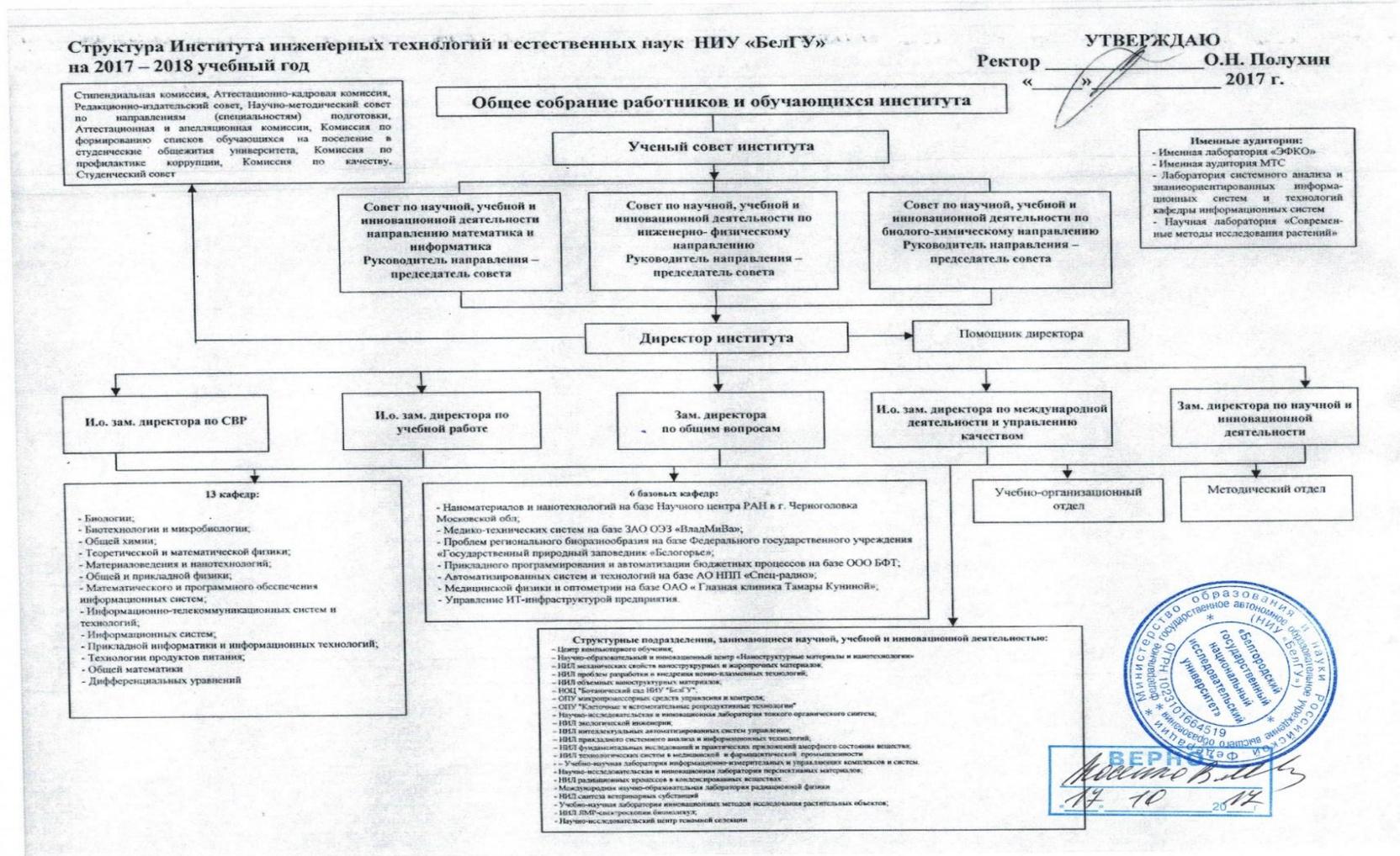
57. Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы: теория и применение /С. Д. Штовба // Программирование. 2015. - Т. 31. - № 4 С. 3-18.

58. Щеглов Б. А. Теоретические основы и прикладные задачи технологии композитов / Б. А. Щеглов, А.А. Сафонов. - М.: Ленанд, 2015. - 112 с.

59. Щепин Е. В. Теория расписаний. – М.: Школа Яндекса по анализу данных, 2017 / [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.mi.ras.ru/~scep/1-sched.pdf>, свободный.

60. Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». 2017. -С. 901-905.

ПРИЛОЖЕНИЕ



13 кафедр:

- Биологии;
- Биотехнологии и микробиологии;
- Общей химии;
- Теоретической и математической физики;
- Материаловедения и нанотехнологий;
- Общей и прикладной физики;
- Математического и программного обеспечения информационных систем;
- Информационно-телекоммуникационных систем и технологий;
- Информационных систем;
- Прикладной информатики и информационных технологий;
- Технологий продуктов питания;
- Общей математики
- Дифференциальных уравнений

6 базовых кафедр:

- Наноматериалов и нанотехнологий на базе Научного центра РАН в г. Черноголовка Московской обл.;
- Медико-технических систем на базе ЗАО ОЭЗ «ВладМиВа»;
- Проблем регионального биоразнообразия на базе Федерального государственного учреждения «Государственный природный заповедник «Белогорье»;
- Прикладного программирования и автоматизации бюджетных процессов на базе ООО БФТ;
- Автоматизированных систем и технологий на базе АО НИПТ «Спец-радио»;
- Медицинской физики и оптометрии на базе ОАО «Глазная клиника Тамары Кунинной»;
- Управление ИТ-инфраструктурой предприятия.

Структурные подразделения, занимающиеся научной, учебной и инновационной деятельностью:

- Центр компьютерного обучения;
- Научно-образовательный и инновационный центр «Матричные материалы и нанотехнологии»;
- НИИ неканальных связей, наноструктур и микропроцессорных материалов;
- НИИ проблем разработки и внедрения новых взаимосвязанных технологий;
- НИИ обычных наноструктурных материалов;
- НИИ «Биохимический сад НИУ «БелГУ»»;
- СГУ импортозамещения средств управления и контроля;
- СГУ «Классические и высокотехнологичные воспроизводимые технологии»;
- Научно-исследовательская и инновационная лаборатория тонкого органического синтеза;
- НИИ экологической инженерии;
- НИИ интеллектуальных автоматизированных систем управления;
- НИИ прикладного системного анализа и информационных технологий;
- НИИ фундаментальных исследований в практических приложениях агрегатного состояния веществ;
- НИИ технологических систем в медицинской и фармацевтической промышленности;
- Учебно-научная лаборатория информационно-энергетических и гибридных комплексов и систем;
- Научно-исследовательская и инновационная лаборатория перспективных материалов;
- НИИ радиационных процессов в конденсированных веществах;
- Многомерная научно-образовательная лаборатория радиационной физики;
- НИИ синтеза векторных субстанций;
- Учебно-научная лаборатория инновационных методов исследования растительных объектов;
- НИИ ЛПР «научное биомониторинг»;
- Научно-исследовательский центр геномной селекции

Учебно-организационный отдел

Методический отдел

Рисунок 1 – Организационная структура Института инженерных технологий и естественных наук