Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«___»_____20__г.

# МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Модификация метода автоматизированной балансировки состава учебного плана подготовки ИТ-специалистов»
тема

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»
код и наименование магистерской программы

| | | | |
|---|---|---|---|
| Научный руководитель | подпись, дата | доцент МБК ПФиКТ, канд.техн.наук<br>должность, ученая степень | В.А. Углев<br>инициалы, фамилия |
| Выпускник | подпись, дата | | С.А. Куклева<br>инициалы, фамилия |
| Рецензент | подпись, дата | начальник сектора, отдел 102 АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнева», канд.техн.наук<br>должность, ученая степень | Е.В. Ислентьев<br>инициалы, фамилия |
| Нормоконтролер | подпись, дата | профессор МБК ПФиКТ, д-р техн.наук, доцент<br>должность, ученая степень | В.Е. Чеботарев<br>инициалы, фамилия |

Красноярск 2021

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«___»_____20__г.

**ЗАДАНИЕ**
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**
в форме магистерской диссертации

Студенту: Куклевой Светлане Андреевне.

Группа: КИ19-01-03М.

Направление (специальность): 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

Тема выпускной квалификационной работы: «Модификация метода автоматизированной балансировки состава учебного плана подготовки ИТ-специалистов».

Утверждена приказом по университету № 3227/с от 10.03.2021.

Руководитель ВКР: Углев Виктор Александрович, доцент, канд. техн. наук, МБК «Прикладная физика и космические технологии».

Исходные данные для ВКР: учебные планы магистратуры направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»; экспертные оценки.

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР): обзор предметной области; существующие методы визуализации многомерных данных; метод унифицированного графического воплощения активности; модификация метода автоматизированной балансировки состава учебного плана; подготовка к эксперименту; анализ полученных результатов.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей состоит из 24 слайдов.

Руководитель ВКР _____ канд. техн. наук. Углев В. А.
подпись

Задание принял к исполнению _____ Куклева С.А.
подпись

«17» февраля 2021 г.

# РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Модификация метода автоматизированной балансировки состава учебного плана подготовки ИТ-специалистов» содержит 94 страницы текстового документа, 24 иллюстраций, 5 формул, 4 таблицы, 3 приложения, 26 использованных источников.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН, БАЛАНСИРОВКА СОСТАВА УЧЕБНОГО ПЛАНА, МЕТОД УНИФИЦИРОВАННОГО ГРАФИЧЕСКОГО ВОПЛОЩЕНИЯ АКТИВНОСТИ, КОМПЕТЕНЦИЯ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА.

Объект исследования: учебный план.

Цель работы: повысить наглядность сравнения учебных планов за счет модификации метода унифицированного графического воплощения активности и адаптации его к направлению «информатика и вычислительная техника».

Задачи:

Разработать частную модель для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника».

Модифицировать метод унифицированного графического воплощения активности для использования показателей объема нагрузки и формы контроля.

Экспериментально проверить метод для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника».

Сформулировать тенденции и предложить рекомендации для специальности 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами».

В результате для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника» был сформирован частный визуальный образ в нотации UGVA, метод UGVA был модифицирован с учетом объема нагрузки и формы контроля.

В итоге были выявлены некоторые тенденции для направления и сформулирован ряд рекомендаций для специализации 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами».

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение ..... 7
1 Предметная область ..... 10
1.1 Высшее образование в России ..... 10
1.2 Магистратура направления «информатика и вычислительная техника» .. 14
1.3 Визуальные методы представления многомерных данных ..... 22
1.4 Метод унифицированного графического воплощения активности ..... 29
1.5 Постановка задачи ..... 37
1.6 Выводы по главе ..... 38
2 Модификация метода автоматизированной балансировки состава учебного плана ..... 40
2.1 Разработка частной модели образа в нотации UGVA для направления магистратуры «информатика и вычислительная техника» ..... 40
2.2 Модификация метода унифицированного графического воплощения активности ..... 44
2.3 Выводы по главе ..... 50
3 Экспериментальная проверка модифицированного метода UGVA на направлении подготовки магистром «информатика и вычислительная техника» ..... 52
3.1 Организация вычислительного эксперимента ..... 52
3.1.1 Программное обеспечение эксперимента ..... 52
3.1.2 Исходные данные ..... 57
3.2 Анализ результатов эксперимента ..... 63
3.3 Формирование рекомендаций для специальности «информационные технологии космических аппаратов и центров управления полетами» ..... 64
3.4 Выводы по главе ..... 67
Заключение ..... 69
Список сокращений ..... 71
Список использованных источников ..... 72

Приложение А Таблица с заполненными данными по специальности магистратуры СФУ 09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами» для метода UGVA ..... 75
Приложение Б Расчетные данные для учебных планов направления магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»……78
Приложение В Визуализации учебных балансировки знаний в учебных планов в нотации UGVA ..... 90

# ВВЕДЕНИЕ

Магистратура позволяет углубить специализацию по выбранному направлению, в том числе, направление магистратуры «информатика и вычислительная техника» может готовить специалистов ракетно-космической отрасли. Так, для нужд АО «Информационные спутниковые системы» (АО «ИСС») Сибирский федеральный университет (СФУ) подготавливает будущих специалистов по специальности «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами». На данный момент АО «ИСС» является ведущим предприятием Российской Федерации по производству некоторых видов космических аппаратов, которые поставляются и в другие страны. Для поддержания конкурентоспособности предприятия ему требуются высококвалифицированные специалисты, которые как раз и готовятся в магистратуре. Таким образом, предлагается проанализировать программы подготовки по направлению магистратуры «информатика и вычислительная техника», с целью разработки рекомендаций для повышения уровня подготовки будущих специалистов ракетно-космической отрасли.

Организация учебного процесса в учебных заведениях происходит с помощью учебного плана, который составляется учебным заведением самостоятельно и учитывает действующий Федеральный государственный образовательный стандарт и примерную образовательную программу. Но при этом, благодаря переходу системы образования к компетентностному подходу была увеличена степень свободы вузов при разработке образовательных программ. В связи с этим, программы по одному направлению в разных высших учебных заведениях значительно отличаются и, соответственно, результат обучения тоже различен. Для анализа содержания учебных планов предлагается их сравнивать между собой с помощью метода унифицированного графического воплощения активности (метод UGVA), который позволяет представлять профессиональный профиль подготовки в виде антропоморфного образа, визуально демонстриро-

вать особенности  содержания подготовки, а также сравнить различные профили между собой.

Использование метода UGVA для определенных направлений требует разработки частного визуального образа, для чего необходимо проводить целое исследование, так, направление магистратуры «информатика и вычислительная техника» визуальный образ в нотации UGVA не имеет. Также, метод UGVA работает на уровне дисциплин и не учитывает другие параметры, поэтому для повышения чувствительности метода к исходным данным требуется его модифицировать, чтобы использовать показатели объема нагрузки и формы контроля.

Целью данного диссертационного исследования является повышение наглядности сравнения учебных планов за счет модификации метода унифицированного графического воплощения активности и адаптации его к направлению «информатика и вычислительная техника».

Для достижения данной цели нужно решить следующие задачи:

1) разработать частную модель для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»;

2) модифицировать метод для использования показателей объема нагрузки и формы контроля;

3) экспериментально проверить метод для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»;

4) сформулировать тенденции и предложить рекомендации для специальности 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами».

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников.

В первой главе рассмотрена предметная область процесса обучения магистров по направлению 09.04.01 «информатика и вычислительная техника». Рассмотрены методы визуального представления многомерных данных для использования их при анализе и сравнении учебных планов. Более подробно рас-

смотрен для данной задачи метод унифицированного графического воплощения активности, с помощью которого будет происходить дальнейшая работа.

Во второй главе диссертации разработана частная модель для направления «информатика и вычислительная техника» и произведена модификация метода относительно учета объема нагрузки и формы контроля.

В третьей главе описан веб-сервис, с помощью которого проводился эксперимент, а также проведена проверка модифицированного метода UGVA для учебных планов направления магистратуры «информатика и вычислительная техника». Расчеты и получившиеся визуализации балансировки состава учебного плана представлены в данной главе.

# 1 Предметная область

## 1.1 Высшее образование в России

Образование является одной из важных систем современного общества, осуществляющая совершенствование и развитие человеческого потенциала, в свою очередь который оказывает все большее воздействие на конкурентоспособность страны. Помимо этого, на систему образование влияют и другие факторы, например, социальная политика государства, экономическое развитие, общие тенденции мирового развития и т.п. В связи с чем, образовательная система постоянно совершенствуется и трансформируется не только в России, но и в других развитых и развивающихся странах [1].

За последние двадцать пять лет система образования в России претерпела существенные качественные и количественные изменения, носящие содержательный и институциональный характер. Наиболее кардинальные изменения произошли после присоединения России к Болонскому процессу в 2003г. В России по положению Болонской декларации ввелось двухуровневое образование: базовое – бакалавриат и «степенное» - магистратура. Переход к новой системе произошел в 2007г. с выходом Федерального закона №232 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с изменением структуры Федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих полномочия в сфере образования и науки». В итоге, образовательные программы высшего профессионального образования были разделены на три группы: программы бакалавриата, магистратуры и специалитета, а с 2008 г. в России формируется новая архитектура системы образования, состоящая из федеральных университетов, национальных исследовательских университетов и опорных вузов [2].

В пользу многоуровневой структуры образования послужило его ориентированность на рынок услуг, повышающая конкурентоспособность человека.

Предполагалось, что широкопрофильный бакалавриат позволит проще трудоустроится, так как бакалавр может претендовать на больший спектр вакансий в отличие от узкопрофильного специалиста. Также, бакалавр способен быстрее осваивать новые виды профессиональной деятельности при изменении условий рынка труда, что придает ему гибкость. Но вместо предполагаемого улучшения произошел разрыв содержания подготовки специалиста на две части и образовательные программы бакалавриата приобрели усеченный характер. В наше время многие работодатели относятся к бакалавру как к недоученному специалисту, что приводит выпускников бакалавриата к повышенному вниманию к программам магистратуры [2].

В рейтинге ООН на 2020г. Российская Федерация занимает 52-е место по индексу человеческого развития среди 189 государств мира и находится в группе с очень высоким уровнем человеческого развития. Данный индекс формируется на статистике по странам по трем ключевым параметрам человеческого развития: ожидаемая продолжительность жизни (долголетие), показатель валового национального дохода по паритету покупательной способности на душу населения и уровень грамотности населении страны [3].

В настоящее время осуществление образовательной деятельности регламентируется государственными стандартами, которые представляют совокупность обязательных требований при реализации образовательных программ различного уровня [1].

При этом Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) – это совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ начального общего, основного общего, среднего (полного) общего, начального профессионального, среднего профессионального и высшего профессионального образования образовательными учреждениями, имеющими государственную аккредитацию [4].

Федеральные государственные образовательные стандарты обеспечивают:

- единство образовательного пространства Российской Федерации;

– преемственность основных образовательных программ начального общего, основного общего, среднего (полного) общего, начального профессионального, среднего профессионального и высшего профессионального образования.

Каждый стандарт включает 3 вида требований [4]:

1) требования к структуре основных образовательных программ, в том числе требования к соотношению частей основной образовательной программы и их объёму, а также к соотношению обязательной части основной образовательной программы и части, формируемой участниками образовательного процесса;

2) требования к условиям реализации основных образовательных программ, в том числе кадровым, финансовым, материально-техническим и иным условиям;

3) требования к результатам освоения основных образовательных программ.

В основу действующих ФГОС положен компетентностный подход. Так, компетентностный подход, по мнению О. Е. Лебедева [5] – это совокупность общих принципов определения целей образования, отбора содержания образования, организации образовательного процесса и оценки образовательных результатов. К числу таких принципов относятся следующие положения:

– смысл образования заключается в развитии у обучаемых способности самостоятельно решать проблемы в различных сферах и видах деятельности на основе использования социального опыта, элементом которого является и собственный опыт учащихся;

– содержание образования представляет собой дидактически адаптированный социальный опыт решения познавательных, мировоззренческих, нравственных, политических и иных проблем;

– смысл организации образовательного процесса заключается в создании условий для формирования у обучаемых опыта самостоятельного решения

познавательных, коммуникативных, организационных, нравственных и иных проблем, составляющих содержание образования;

– оценка образовательных результатов основывается на анализе уровней образованности, достигнутых учащимися на определенном этапе обучения.

Компетентностный подход предполагает целостный опыт решения жизненных проблем, выполнения профессиональных и ключевых функций, социальных ролей, компетенций [6].

Но как указывает Д.А.Севостьянов в своей статье, текстуально компетенции нередко выглядят достаточно общими и неконкретными. Поэтому происходит распределение компетенций по нескольким преподаваемым дисциплинам, что в итоге носит формальный характер. По факту не дисциплины распределяются по компетенциям, заявленным в федеральном государственном стандарте, а именно компетенции распределяются по преподаваемым дисциплинам. При этом перечни компетенций, прописанные в стандарте, не имеют видимой взаимосвязи с преподаваемыми дисциплинами. В силу этого компетенции, распределяемые по существующим дисциплинам, лишь с определённым трудом стыкуются с ними [7].

## 1.2 Магистратура направления «информатика и вычислительная техника»

В современном мире магистратура сфокусирована на подготовке выпускников, владеющих приемами и методами научного, технического и организационного обеспечения эффективного развития организаций. Программа подготовки магистра является основной образовательной программой, которая соответствует второму уровню в системе высшего образования и предполагает получение углубленных профессиональных знаний, умений и навыков в соответствующих областях деятельности. Основы проектирования содержания профессиональной подготовки в магистратуре определяются основной концепцией содержания образования в целом, методологическими подходами, целями профессиональной подготовки, спецификой познавательного, жизненного и профессионального опыта преподавателей и студентов магистратуры [8].

Согласно словарю, созданному академиком Российской академии образования А.М. Новиковым [9], «содержание образования – специально отобранная система элементов человеческой культуры, которой должны овладеть выпускники при подготовке в учебном заведении и усвоение которой необходимо для успешной жизни и деятельности человека, включая деятельность в избранной им сфере общественно-полезной практики; содержание обучения – совокупность подлежащих изучению учебных предметов, разделов, тем, модулей, зачетных единиц и т. д., из которых складывается программа или курс образовательного учреждения».

На сегодняшний день информационные технологии используются практически повсеместно, они проникли практически во все сферы нашей жизни. Поэтому, в настоящее время информационные технологии играют важную роль в решении многих разнообразных задач в том числе и социально-экономической сферы. Развитие информационно-технической отрасли в России – одна из наиболее актуальных проблем для российского рынка труда. По состоянию на 2020 год в списке наиболее востребованных в России профессий

неизменное лидерство сохраняют IT-специалисты, спрос на которых многократно превышает предложение. В связи с этим государство выделяет большую долю бюджета на подготовку работников в сфере информационных технологий [10]. В том числе и при реализации программ магистратуры.

Магистратура включает следующие блоки [4]:

- дисциплины;
- практика;
- государственная итоговая аттестация.

При разработке программы магистратуры обучающие могут освоить элективные дисциплины (по выбору обучающегося) и факультативные дисциплины. При этом факультативные дисциплины не включаются в объем программы магистатуры.

В рамках магистратуры выделяется обязательная часть и вариативная. К обязательной части относятся дисциплины и практики, обеспечивающие формирование всех универсальных компетенций, общепрофессиональных компетенций, а также профессиональных компетенций, установленных реестром примерных образовательных программ (ПООП) высшего образования.

Объем обязательной части при этом не менее 40 процентов общего объема программы магистратуры.

В результате прохождения магистратуры у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, установленные программой магистратуры [11].

К группам универсальных компетенций относятся:

- системное и критическое мышление;
- разработка и реализация проектов;
- командная работа и лидерство;
- коммуникация;
- межкультурное взаимодействие;
- самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение).

К общепрофессиональным компетенциям относят:

– ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

– ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;

– ОПК-3. Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

– ОПК-4. Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований;

– ОПК-5. Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем;

– ОПК-6. Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования;

– ОПК-7. Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий;

– ОПК-8. Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов.

В ПООП обязательные профессиональные компетенции выпускников не установлены [11].

Рекомендуемые профессиональные компетенции в ПООП разделены на своего рода блоки по типу задач профессиональной деятельности и содержат следующие компетенции:

Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический:

– ПК-1. Способен управлять развитием БД;

– ПК-2. Способен осуществлять Управление сервисами информационных технологий;

– ПК-3. Способен осуществлять технологическую поддержку подготовки технических публикаций;

– ПК-4. Способен осуществлять администрирование систем управления базами данных инфокоммуникационной системы организации;

– ПК-5. Способен осуществлять администрирование системного программного обеспечения инфокоммуникационной системы организации;

– ПК-6. Способен осуществлять управление развитием инфокоммуникационной системы организации;

– ПК-7. Способен осуществлять администрирование процесса поиска и диагностики ошибок сетевых устройств и программного обеспечения;

– ПК-8. Способен осуществлять интеграцию разработанного системного программного обеспечения;

– ПК-9. Способен осуществлять научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ профессионального обучения, среднего профессионального образования и дополнительного профессионального образования.

Тип задач профессиональной деятельности: проектный:

– ПК-10. Способен проектировать сложные пользовательские интерфейсы;

– ПК-11. Способен разрабатывать системы управления базами данных;

– ПК-12. Способен осуществлять разработку операционных систем.

Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий:

– ПК-13. Способен управлять работами по сопровождению и проектами по созданию (модификации) информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы;

– ПК-14. Способен управлять проектами в области информационных технологий малого и среднего уровня сложности в условиях неопределенностей, порождаемых запросами на изменение, с применением формальных инструментов управления рисками и проблемами проекта;

– ПК-15. Способен управлять программно-техническими, технологическими и человеческими ресурсами;

– ПК-16. Способен руководить отделом технического документирования;

– ПК-17. Способен управлять аналитическими работами и подразделением;

– ПК-18. Способен организовывать разработки системного программного обеспечения;

– ПК-19. Способен осуществлять техническое руководство проектно-изыскательскими работами при проектировании объектов, ввод в действие и освоение проектных мощностей;

– ПК-20. Способен осуществлять руководство разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ.

Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский:

– ПК-21. Способен осуществлять экспертный анализ эргономических характеристик программных продуктов и/или аппаратных средств.

Планирование учебного процесса [4] по основным программам высшего образования осуществляется с помощью учебного плана (УП), который составляется на весь период обучения. Учебный план является обязательной частью образовательной программы высшего учебного заведения по соответствующе-

му направлению подготовки. Учебный план - это нормативный документ, в котором определен состав учебных предметов, объем рабочего времени, порядок следования и отдельные этапы подготовки учебных дисциплин, стажировок, факультативных занятий, учебных модулей и других видов практической образовательной деятельности. Вдобавок в нем указывается положения о промежуточной оценке студентов, если этого не определяет Федеральный закон об образовании.

Выпускник также должен обладать профессиональными компетенциями, которые устанавливаются под каждый тип профессиональной деятельности будущего специалиста. При отсутствии примерной образовательной программы они формируются на основе профессиональных стандартов, а также анализа рынка труда и запросов будущего работодателя.

Выпускающая кафедра составляет учебный план по структуре, которая включает план учебного процесса, устанавливающий перечень, трудоемкость, последовательность и распределение по периодом учебных предметов, курсов, дисциплин, практик, и иных видов деятельности, предусмотренных ФГОС3+ и ФГОС3++.

На 2020г. в Российской Федерации магистров направления «информатика и вычислительная техника» подготавливало 73 вуза по 751 программам. Также было выявлено, что большинство специалистов готовится в западной части России. Для направления магистратуры 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» в России было принято рассмотреть программы подготовки студентов в вузах, которые находятся в разных регионах страны. Территориальное расположение высших учебных заведений, программы которых были взяты для анализа, представлено на рисунке 1.1. Всего из общего количества вузов и программ были рассмотрены 73 учебных плана 22 вузов Российской Федерации.

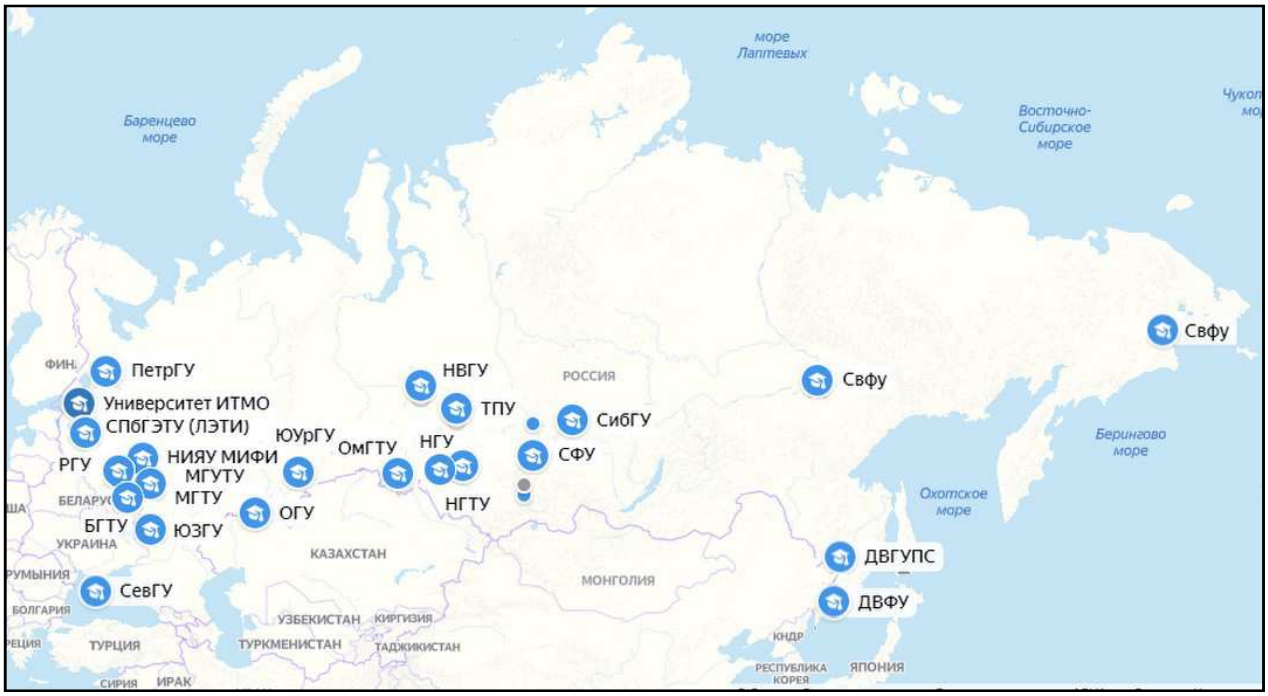



Рисунок 1.1 – Отобранные вузы для последующего анализа учебных планов магистратуры по направлению 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»

Таким образом, были проанализированы 73 учебных программ, в результате выявлено, что количество дисциплин в УП варьируется в пределах от 12 до 24 штук, а общий объем часов в УП – от 2160 до 3348. Данные представлены на рисунке 1.2 и на рисунке 1.3, в которых синий график показывает распределение базовой части, а красный – вариативной.

По представленным графикам видно, что распределение объемов часов и учебных дисциплин достаточно неравномерные, другими словами подготовка в вузах происходит по совершенно разным программам, и полученные знания и умения у выпускников учебных заведений соответственно различны.

Рисунок 1.2 – Распределение объема часов в учебных планах

Рисунок 1.3 – Распределение учебных дисциплин в учебных планах

Учебный план составляется на основе базового учебного плана, действующих ФГОСов и рекомендаций по его составлению. При этом на данный момент нет механизмов регулирующих состав учебного плана, что приводит к разночтениям и значительным отличиям в образовательных программах по одному направлению в разных вузах страны.

### 1.3 Визуальные методы представления многомерных данных

Учебный план является многопараметрическим объектом и для его анализа и сравнения нужны специальные методы представления данных. Так, для работы с учебным планом были выделены следующие параметры, по которым будет отбираться наиболее подходящий метод представления данных: многофакторность, число осей симметрии, общая оценка, оценка сбалансированности, адаптация для анализа учебных планов.

Данные, получаемые человеком, в табличном виде не всегда удобны для понимания и восприятия. Во множестве классификационных и математических формул достаточно сложно обнаружить новые знания и отследить какие-либо закономерности. Но человеческий глаз воспринимает визуальную информацию намного быстрее, чем текстовый или табличный вариант, а ученые Массачусетского университета выяснили, что мозг может обрабатывать изображение за 13 миллисекунд [12]. Соответственно, для облегчения понимания информации используются визуальные методы представления данных.

Визуализация данных [13] — это наглядное представление массивов различной информации. Существует несколько типов визуализации [14]:

1) схематичная форма визуального представления данных. К этому типу можно отнести круговые, линейные диаграммы, гистограммы, спектрограммы, таблицы и различные точечные графики;

2) концептуальная визуализация. С помощью данного типа разрабатывают сложные концепции, идеи и планы, например, с помощью концептуаль-

ных карт, диаграмм Ганта, графов с минимальным путем и других подобных видов диаграмм;

3) стратегическая визуализация. Данный тип переводит в визуальную форму различные данные об аспектах работы организаций, примером стратегических визуализаций являются диаграммы производительности, жизненного цикла и графики структур организаций;

4) метафорическая визуализация. Данный тип графически организовывает структурную информацию с помощью пирамид, деревьев и карт данных, например, карта метро;

5) комбинированная визуализация. Данный тип объединяет несколько сложных графиков в одну схему, например, карта с прогнозом погоды.

Также в мире проводятся многочисленные исследования относительно визуального восприятия человеком информации, которые выделяют следующие особенности [15]:

– 90% информации человек воспринимает через зрение;

– 70% сенсорных рецепторов находятся в глазах;

– около половины нейронов головного мозга человека задействованы в обработке визуальной информации;

– на 19% меньше при работе с визуальными данными используется когнитивная функция мозга, отвечающая за обработку и анализ информации;

– на 17% выше производительность человека, работающего с визуальной информацией;

– на 4,5% лучше вспоминаются подробные детали визуальной информации.

В российской литературе [16] дается следующее определение: графический метод — метод условных изображений статистических данных с помощью геометрических фигур, линий, точек и разнообразных символических образов.

В данном исследовании были рассмотрены следующие методы многомерной визуализации данных.

Для отображения структуры (состава) совокупности используются секторные диаграммы. Круговая секторная диаграмма строится путем разделения круга на секторы пропорционально удельному весу частей в целом.

Достаточно распространённым способом графического изображения структуры статистических совокупностей является секторная диаграмма, так как идея целого очень наглядно выражается кругом, который представляет всю совокупность. Относительная величина каждого значения изображается в виде сектора круга, площадь которого соответствует вкладу этого значения в сумму значений. Этот вид графиков удобно использовать, когда нужно показать долю каждой величины в общем объёме. Сектора могут изображаться как в общем круге, так и отдельно, расположенными на небольшом удалении друг от друга.

Круговая диаграмма сохраняет наглядность только в том случае, если количество частей совокупности диаграммы небольшое. Если частей диаграммы слишком много, её применение неэффективно по причине несущественного различия сравниваемых структур. Недостаток круговых диаграмм — малая ёмкость, невозможность отразить более широкий объём полезной информации. Пример круговой секторной диаграммы представлен на рисунке 1.4 (слева).

Радиальная секторная (лепестковая) диаграмма строится в полярных координатах, где началом отсчета служит центр окружности, а носителями масштабных шкал значений изучаемых показателей - радиус векторы круга. Часто радиальные диаграммы используются для отражения динамики повторяющихся годовых циклов с помесячными данными, делящими окружность на 12 равных частей радиус-векторами, расположение которых подобно циферблату часов. Пример радиальной диаграммы представлен на рисунке 1.4 (справа).

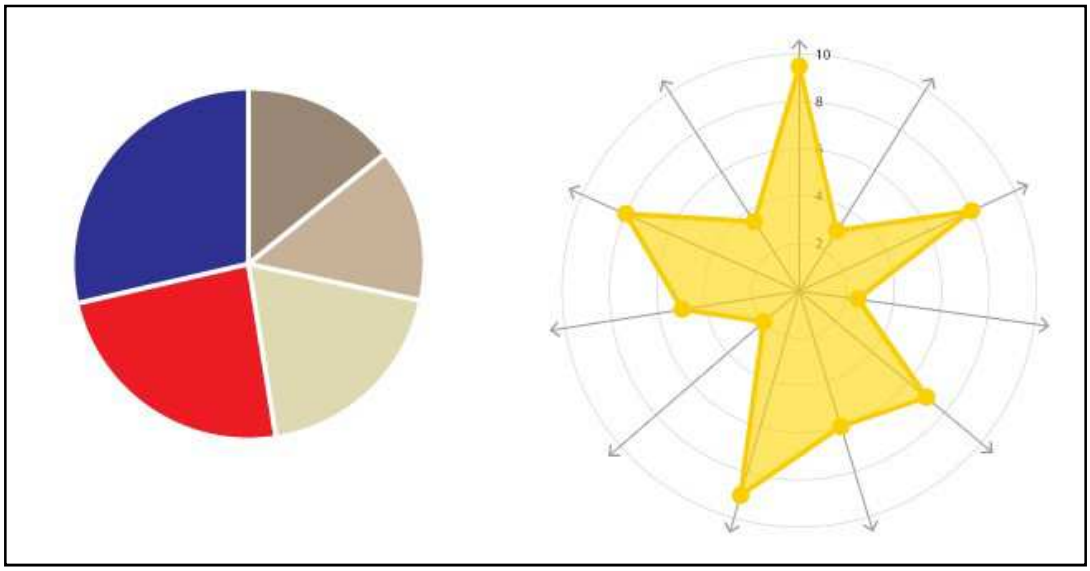



Рисунок 1.4 – Пример круговой диаграммы (слева) и радиальной секторной диаграммы (справа)

Для многофакторного анализа широкое распространение получил метод Германа Чернова лица Чернова. Лица Чернова [17] (Chernoff Faces) — это схема визуального представления мультивариативных данных в виде человеческого лица. Каждая часть лица: нос, глаза, рот — представляет собой значение определенной переменной, назначенной для этой части (всего 18). Кодирование образа по методу лица Чернова представлено на рисунке 1.5.

Эволюционно сложилось, что у человека развито наиболее сильно способность к восприятию лиц других людей, человек улавливает даже незначительные изменения в нем. Закодированный массив данных в виде набора человеческих лиц, предоставляет возможность решить задачи диагностики и сравнения.

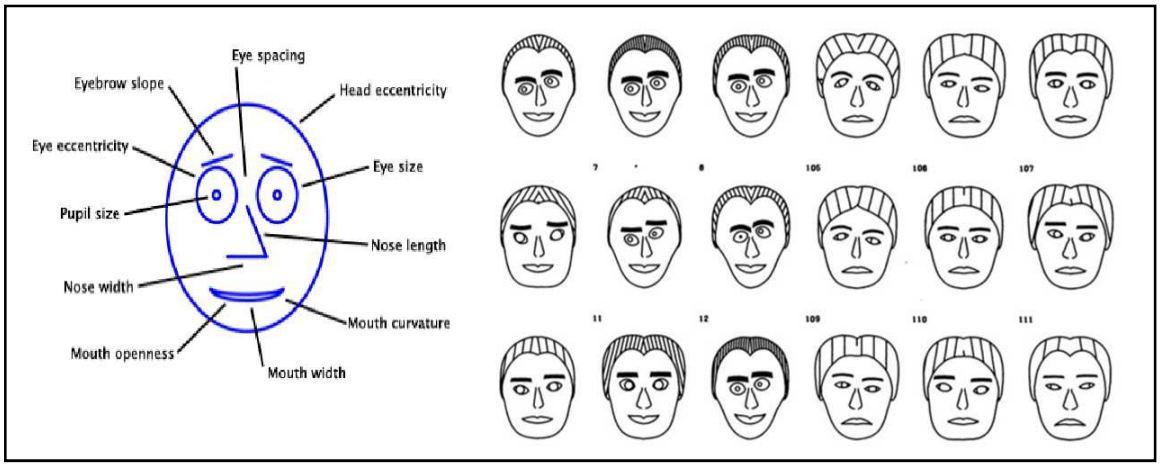



Рисунок 1.5 – Способ кодировки образа по методу лица Чернова (слева), вариант сравнения объектов (справа)

Примерно в одно время с Г.Черновым похожую идею выдвинул и Д.Джоунс [18] и представил концепцию фейкодера, образ которой представлен на рисунке 1.6. Его идея состояла в создании способа передачи по телефонному каналу выражения лиц собеседников, используя сжатие сигналов, используемое вокодером. Он также предложил использовать этот подход для представления оператору в динамике (в виде анимации) состояний компонентов технической системы.

Рисунок 1.6 – Пример фейкодеров Д.Джоунса из книги «Изобретения Дедала»

Но сравнение данных с эталоном с помощью вышеупомянутых методов не представляется возможность, поэтому данные идеи развил другой ученый – В.А.Филимонов [18]. Он предложил использовать для многофакторного анализа «бодикодер» - стилизованное изображение фигуры человека. «Бодикодер», представленный на рисунке 1.7, имеет 11 параметров по которым отслеживаются изменения.

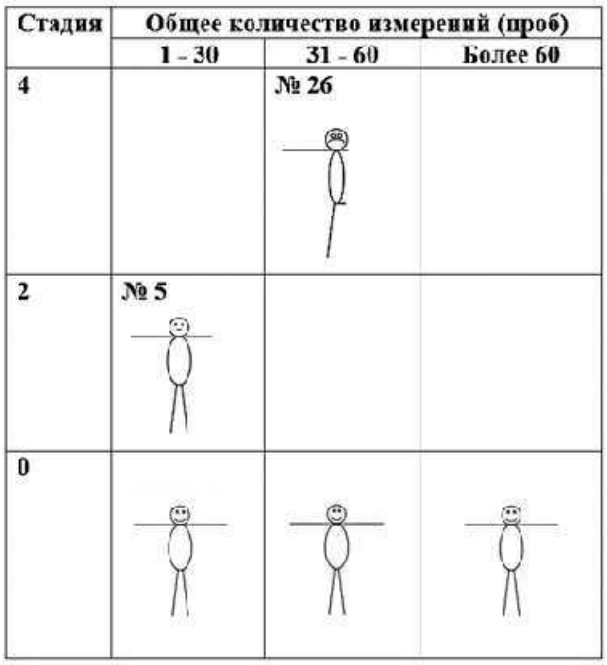



Рисунок 1.7 – Примеры измерений с помощью метода «бодикодера»

На основе вышеперечисленных методов был разработан В.А.Углевым метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA) [19], который позволяет анализировать учебную программу в рамках учебного процесса в виде антропоморфного образа, который представлен на рисунке 1.8.

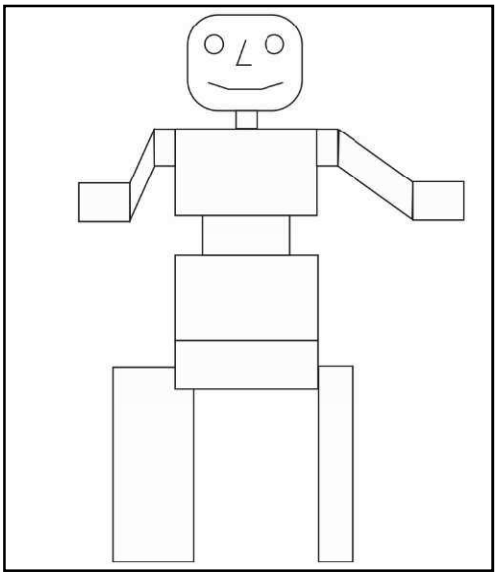


Рисунок 1.8 – Представление учебного плана в нотации UGVA

По параметрам отбора метода представления данных была составлена таблица 1.

Таблица 1 – Методы представления данных

| Методы | Многофакторность | Число осей симметрии | Общая оценка | Оценка сбалансированности | Адаптация для анализа учебных планов |
|---|---|---|---|---|---|
| Круговая диаграмма, 1801 г. | - | 0 | - | - | - |
| Радиальная диаграмма, 1877г. | +/- | 0 | - | - | - |
| Лица Г. Чернова, 1973г. | + | 1 | - | - | - |
| Фейкодер Д.Джоунса, 1973г. | + | 1 | + | - | - |
| Бодикодер В.А.Филимонова, 2001г. | + | 1 | + | - | - |
| Метод UGVA, 2019г. | + | 2 | + | + | +/- |

Таким образом, наиболее подходящим методом представления данных для анализа учебных программ является метод UGVA, который используется

для многофакторного анализа данных, имеет две оси симметрии, позволяет произвести как общую оценку, так оценку сбалансированности данных, относительно которых происходит анализ, и применим для анализа учебных планов.

## 1.4 Метод унифицированного графического воплощения активности

Метод «унифицированного графического воплощения активности» (UGVA) - это метод визуального представления профессионального профиля подготовки, выраженного в виде антропоморфного образа. Данный подход позволяет оценить баланс между специальностью и универсальностью в учебной программе, которая рассматривается системно [19].

Соотношение учебного материала в составе учебного плана рассматривается относительно двух групп профессиональных умений (ПУ), за которые отвечают общеобразовательная, общеотраслевая, а также профилирующая подготовка. В профилирующем блоке  могут быть выделены от 2 до 4 (можно и более) компонент содержания, которые должны иметь сопоставимые для получаемой специализации значения. Для каждой специальности и направления ПУ выделяются самостоятельно. По методу UGVA круг учебных дисциплин конкретизируется и объединяется в группы, отвечающие за ключевые для специальности подготовки профессиональные умения:

$ПУ_1$ – умения, формируемые на базе следующих дисциплин общеобразовательной/отраслевой подготовки:

– $ПУ_{1.1}$ – дисциплины, формирующие методические основы направления подготовки (какие-либо аспекты профессиональной деятельности);

– $ПУ_{1.2}$ – дисциплины, формирующие прикладные и отраслевые знания и умения в области профессиональной деятельности, не относящиеся к специализации;

– $ПУ_{1.3}$ – дисциплины, формирующие общекультурные и общенаучные знания и умения, не относящиеся к профилю подготовки, но входящие в учебный план.

$ПУ_{2,3,\ldots,n}$ – специальные группы умений, которые формируются на базе дисциплин, отвечающих за профилирование, выделяемых по одному из следующих оснований:

– технологическая последовательность профессиональных действий;

– струкурно-логические компоненты специальности;

– деление специалистов по выбранному направлению в соответствии с рынком труда.

$ПУ_{n+1}$ – специальная группа умений, которая соответствует конкретному производству или предприятию.

Итоговый список ПУ будет иметь длину n и выглядеть следующим образом: $ПУ = \langle ПУ_1, ПУ_2, \ldots, ПУ_n,\ ПУ_{n+1} \rangle$, с помощью j обозначен порядковый номер ПУ в объединенном списке компонент умений.

В учебном плане есть определенное количество дисциплин, которое обозначается m. В то же время каждая дисциплина имеет определенные характеристики:

– заглавие (t);

– семестр реализации в составе учебного плана (r);

– признак возможности выбора дисциплины (h = 0) или его отсутствие (h = 1) при обучении по данному учебному плану;

– объем в часах/кредитах/зачетных единицах (z);

– процент времени, отводимый на аудиторную работу (w).

Данные характеристики объединяются в общее множество параметров дисциплин $P_i = \langle t_i, ri, h_i, z_i, w_i \rangle$, где i – порядковый номер дисциплины. В зависимости от вклада определенной дисциплины в развитие выделенных ПУ выставляются экспертные оценки ($x^1_{i,j}$). Значение экспертных оценок принадлежит диапазону от 0 (дисциплина не развивает j-ое ПУ) до 1 (дисциплина посвящена преимущественно развитию j-го ПУ). Стоит отметить, что таким образом формировать экспертные оценки можно и для предыдущей ступени подготовки

($x^1_{i,j}$), но зачастую у студентов, обучающихся на одной специальности, предыдущий уровень образования различен.

Хоть все экспертные оценки вклада в развитие определенного ПУ конкретной дисциплины задаются количественно, стоит отметить, что значения оценок имеют высокий вклад субъективности эксперта. Данный факт зависит от личного опыта эксперта, его знаний о дисциплинах рассматриваемого направления, сферы деятельности самого эксперта. В то же время субъективность эксперта придает методу UGVA определенную гибкость, что позволяет рассматривать учебную программу с разных точек зрения в зависимости от разных задач. Экспертами могут выступать как научный сотрудник университета, преподаватель, сотрудник кафедры, так и сотрудник какого-либо предприятия, работодатель и т.п. То есть данный метод дает определенную широту для применения его различными организациями [19].

Данные по учебному плану сводятся в общую таблицу, включающую перечень дисциплин учебной программы, «вариативность» каждой дисциплины, ключевые умения и экспертные оценки.

Метод унифицированного графического воплощения активности имеет следующие этапы [1]:

1) находится сумма экспертных оценок по каждому столбцу по формуле

$$s_j = s_j^1 + \alpha * s_j^0, \tag{1.1}$$

где $s_j^0$-сумма экспертных оценок «вариативной» части;

$s_j^1$-сумма экспертных оценок базовой части), при этом уменьшается вклад дисциплин «вариативной» части (часть формируемая участниками образовательного процесса) за счет масштабирующего коэффициента α (например, его можно взять равным 0,5);

2) пересчитываются значения сумм экспертных оценок $s_j$ относительно их процентного вклада по формуле

$$s_j^* = \frac{s_j * 100}{\sum_j s_j} \tag{1.2}$$

3) выделяются k оценок частей учебного плана, которые позволяют соотнести ключевые компоненты подготовки, и $s_j^*$ группируются в соответствующие оценки $K_p$. Например, при подготовке программиста важны навыки проектные, программистские и тестирования, при этом добиваться балансировки знаний (равного вклада каждого ПУ в учебный план) не рационально. Но вполне разумно, сгруппировать первый и третий навыки и сравнить их со вторым.

4) находится оценка отклонения от баланса компонент. Для этого используется формула

$$\delta = \frac{\sum_{p=1}^{k} |\frac{100}{k} - K_p|}{k}, \tag{1.3}$$

где $100/k$ – это равновесное соотношение (баланс) между умениями будущего специалиста;

$K_p$ – сгруппированные суммы оценок $s_j^*$;

$K$ – количество выделенных групп $K_p$.

Аналогично можно рассчитать оценку ПУ и для предыдущей ступени образования, но эти данные не участвуют в расчете для текущего учебного плана.

В общем, метод сравнения учебных программ можно представить в следующем виде [19]:

1) осуществляется сбор данных о каждой сравниваемой учебной программе (учебном плане) $УП_g$ и, при необходимости, о предыдущей ступени образования;

2) данные всех критериев (профессиональных умений) ПУ по каждой программе агрегируют до аспектов $s_j^*$ в соответствии с этапами метода UGVA;

3) совокупность аспектов и дополнительных критериев, представляющие описание учебной программы в гиперпространстве факторов, сводят в общую для сравниваемых объектов таблицу ($УП_g$);

4) каждая строка, полученной таблицы представляется в виде графического образа, позволяющего сравнить ее относительно других, основываясь на принципах когнитивной компьютерной графики;

5) на основании полученных результатах делается вывод, отвечающий целям исследования.

Метод унифицированного графического воплощения активности имеет базовый графический человекоподобный образ, представленный на рисунке. В образе можно выделить три вертикальных уровня и несколько (более 2-х) горизонтальных (Г) уровня. Вертикальная стратификация ориентирована на отражение причинно-следственных зависимостей и имеет привязку ко времени [19].

– В0 – это прошлое, т.е. предпосылки, которые эффективно реализуют настоящее, а также накладывают ограничение на будущее (формируются в виде движущей части тела – нижних конечностей или их аналоги);

– В1 – это настоящее, т.е. имеющийся расклад знаний, обеспечивающий подготовку специалиста (формируется в виде туловища и верхних конечностей, базирующихся на общей методической основе ПУ1);

– В2 – это будущее, т.е. интегральная характеристика комплексности обучения будущего специалиста с позиции гармонизации ключевых компонент подготовки (формируется в виде головы и лица, условно отображающего эмоциональную оценку гармоничности знаний, реализуемых в УП).

Горизонтальная стратификация отражает соотношение знаний в УП, отвечающих за группы профессиональных умений ПУ1-ПУn. Далее группы профессиональных умений распределяются на графическом образе, каждое ПУ представляется в виде элементов человечка, при этом также должна соблюдаться логика горизонтальной симметрии.

Базовый графический образ метода UGVA, представленный на рисунке 9, имеет семь зон отрисовки, в которых кодируются рассчитанные данные об учебной программе. При этом методом не регламентируется количество зон отрисовки, а также необходимость использования человекоподнобных элементов в образе. Варьироваться могут параметры элемента (длина, ширина, диаметр) и их цвет. Также дополнительно могут быть добавлены артефакты (А), которые символизируют ярко выраженную проработку соответствующего умения в УП, артефакты могут быть выражены дополнительными элементами (циркуль, линейка и т.п.).

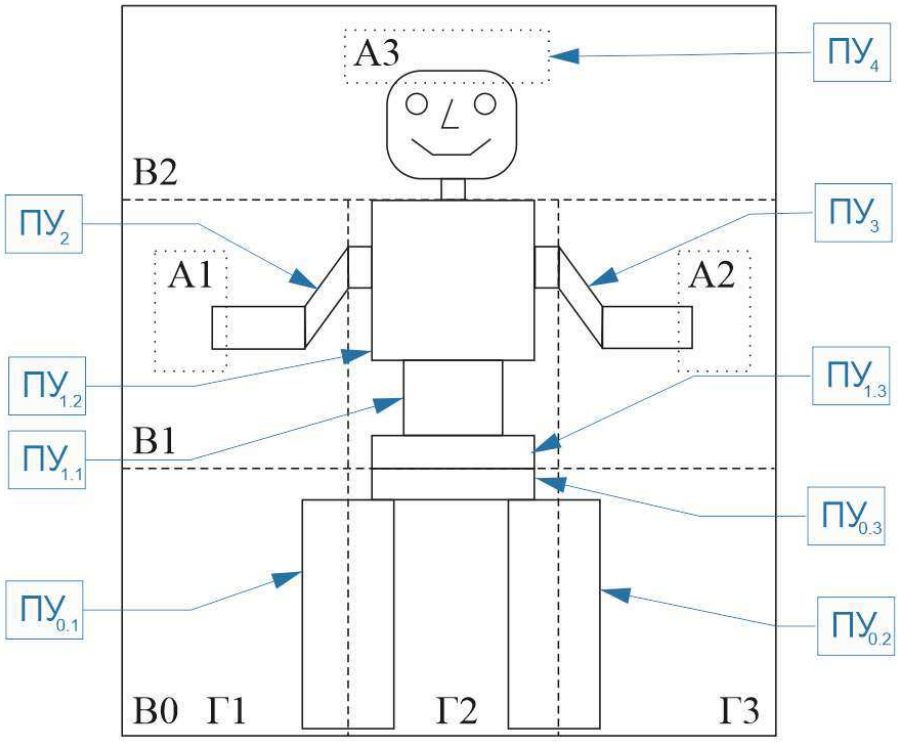



Рисунок 1.9 – Визуальный образ метода унифицированного графического воплощения активности

Оценка балансировки ПУ в учебной программе («голова» из зоны В2) отражает эмоцию, соответствующую степени приближения к гармоничному сочетанию аспектов подготовки: если показатель δ стремится к 0, то отрисовывается «улыбка», а по мере увеличения ошибки на «лице» изображается «нейтральная эмоция», потом «грусть». При необходимости, отдельные элементы «лица»

могут кодировать различные оценочные суждения по поводу перспектив подготовки, т.е. расширять пространство отображаемых факторов при сравнении (элементы классического образа, использованного Черновым). В дополнение к этому на «голову» надевается «головной убор» (область А3), габариты которого показывают степень интеграции УП с предполагаемыми/имеющимися отраслевыми потребностями работодателя ПУ$_{n+1}$[UGVA1].

Опираясь на нотацию из метода UGVA, для рассматриваемого направления учебной программы, составляется своя частная параметрическая модель.

Так на рисунке 1.10 представлена частная модель в нотации UGVA для рассмотрения учебных программ в области «инженерии знаний». Для частной модели были выделены следующие профессиональные умения (ПУ):

1.1 Объем общенаучных методических и методологических знаний (ПУ$_{1.1)}$;

1.2 объем знаний по извлечению и структурированию знаний (ПУ$_2$);

1.3 объем знаний по формированию без знаний в памяти ЭВМ (ПУ$_3$);

1.4 объем знаний по программированию (ПУ$_4$);

1.5 общенаучные знания, не относящиеся к профильной подготовке.

При наличии данных о предыдущей ступени обучения частная модель может включать также дополнительные элементы, рассматривающие следующие профессиональные умения:

0.1 объем знаний, полученных по направлению полезных для будущего специалиста в области инженерии знаний гуманитарных наук;

0.2 объем знаний, полученных по направлению «информатика и вычислительная техника»;

0.3 объем знаний, полученных по направлению программирования и применения развитых средств проектирования и разработки информационных систем;

0.4 объем знаний, полученных непосредственно по инженерии знаний;

0.5 объем знаний, полученных по иным направлениям.

В области А1 базового образа в частной модели присутствует дополнительный элемент, условно отображающий уровень проработки профессиональных умений, в которых он находится.

На рисунке 1.10 справа представлен пример учебного плана магистратуры «интеллектуальные информационные системы» [20], а в качестве предыдущей ступени образования был взят учебный план бакалавриата направления «информатика и вычислительная техника». По данным учебным планам были составлены таблицы с экспертными оценками и по получившимся расчетам построен визуальный образ. По образу (рисунок 1.10, образ справа) видны соотношения профессиональных умений в учебном плане, а также уровень сбалансированности знаний в нем.

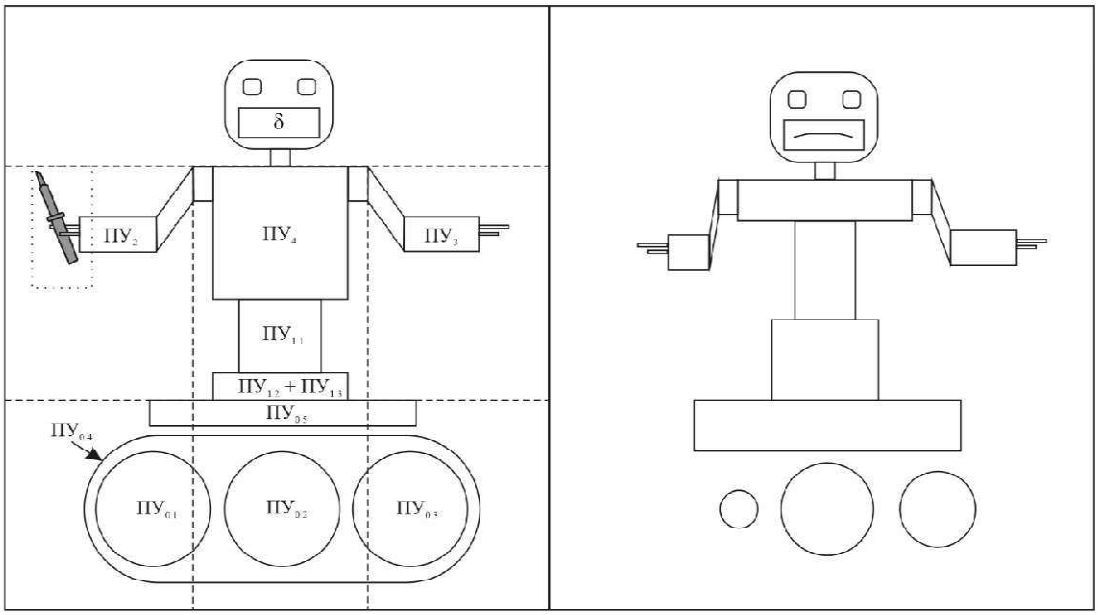



Рисунок 1.10 – Частная модель образа (слева) и пример учебного плана в области инженерии знаний в нотации метода UGVA

Метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA) может применяться как для сравнения учебных программ внутри высшего учебного заведения на предмет выявления перспектив, балансировки знаний в

учебной программе, выделение перспективных направлений, так и для сравнения учебных программ среди высших учебных заведений для выявления конкурентных преимуществ, выявлений и обоснования новых программ подготовки. Также, метод используется для составления и визуализации индивидуального профиля студента, что говорит о широкой области применения метода.

Метод UGVA позволяет визуализировать учебные планы, но для каждого направления нужно разработать собственный частный образ, выделив профессиональные умения выпускника, таким образом, с одной стороны, для анализируемых направлений необходимо проведение целого исследования, с другой – метод UGVA предоставляет гибкость в зависимости от поставленных задач. Также метод работает на уровне дисциплин и принадлежности их к базовой или вариативной части, что охватывает малую долю информации, входящей в учебный план, в связи с этим предлагается модифицировать метод UGVA, путем использования показателей объема нагрузки и формы контроля, указанных в учебном плане. А также сформировать частный визуальный образ для магистратуры направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника», так как до этот частный образ по данному направлению в нотации UGVA не был сформирован.

## 1.5 Постановка задачи

На основе проведенного исследования предметной области была сформулирована цель и задачи диссертационного исследования.

Объектом данного исследования является учебный план.

Предметом данного исследования является балансировка показателей учебной нагрузки.

Целью данного диссертационного исследования является повышение наглядности сравнения учебных планов за счет модификации метода унифицированного графического воплощения активности и адаптации его к направлению «информатика и вычислительная техника».

Для достижения данной цели нужно решить следующие задачи:

1) разработать частную модель для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»;

2) модифицировать метод для использования показателей объема нагрузки и формы контроля;

3) экспериментально проверить метод для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»;

4) сформулировать тенденции и предложить рекомендации для специальности 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами».

Данное исследование имеет следующие ограничения: работа проводится только для направления магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника».

Исследование имеет некоторые допущения: предыдущий уровень образования не будет рассматриваться, поэтому в визуальном образе в нотации UGVA будут отсутствовать «нижние конечности».

В основу диссертационного исследования положен метод унифицированного графического воплощения активности.

## 1.6 Выводы по главе

Исследование предметной области показало, что образование является важной частью при развитии экономики страны и общества в целом. За последние 25 лет система образования претерпела качественные и количественные изменения – Россия вошла в Болонский процесс, в связи с которым Российская система образования стала многоуровневой, а также произошло внедрение компетентностного подхода в образовании.

При этом магистратура сфокусирована на подготовке выпускников, владеющих приемами и методами научного, технического и организационного обеспечения эффективного развития организаций. В настоящее время развива-

ется магистерское направление в области IT и государство выделяет большую долю бюджета. Но существует широкий разброс по взглядам и формированию учебных планов по данному направлению, подготовка магистрантов происходит различно. Возникает вопрос, как разработать учебный план, соответствующим компетентностям, которыми должен обладать выпускник.

Для данной задачи предлагается сравнить учебные планы, тем самым выявить тенденции данного направления, что позволит разработать рекомендации для интересующей специализации.

Для реализации сравнения учебных планов были рассмотрены методы визуализации: круговые диаграммы, радиальные диаграммы. Лица Г.Чернова, фейкодер Д.Джоунса, бодикодер В.А. Филимонова и метод UGVA. Наиболее подходящим из рассмотренных методов для сравнения учебных планов стал метод UGVA, он отвечает всем нужным параметрам – многофакторностью, несколькими числом симметрии, показывает общую оценку учебного плана, оценивает сбалансированность и он адаптирован для анализа учебных программ.

Метод «Унифицированного графического воплощения активности» (UGVA) - это метод визуального представления профессионального профиля подготовки, выраженного в виде антропоморфного образа. Метод UGVA может применяться как для сравнение учебных программ внутри высшего учебного заведения на предмет выявления перспектив, балансировки знаний в учебной программе, выделение перспективных направлений, так и для сравнения учебных программ среди высших учебных заведений для выявления конкурентных преимуществ, выявлений и обоснования новых программ подготовки.

## 2 Модификация метода автоматизированной балансировки состава учебного плана

### 2.1 Разработка частной модели образа в нотации UGVA для направления магистратуры «информатика и вычислительная техника»

Требования к процессу обучения в высших учебных заведениях основываются на профессиональных стандартах. В свою очередь, профессиональный стандарт определяет компетенции, которыми должен владеть специалист в той или иной области. Совокупность требований к образовательной программе указаны в ФГОСе, в котором определены характеристики профессиональной деятельности, требования к выпускникам образовательной программы, требования к структуре образовательной программы и ее реализации 1[9].

Использование метода UGVA также подразумевает выделения групп профессиональных умений, относительно которых содержание учебного материала будет соотноситься. Профессиональные умения выделяются относительно профилирующего, общеобразовательного и общеотраслевого блоков.

Общеотраслевые профессиональные умения выделены на основе профессиональных компетенций, которыми должен владеть выпускник выбранного направления в соответствии с ФГОС, а также основываясь на примерной образовательной программе по направлению подготовки магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника», а именно на перечне общепрофессиональных компетенций, которые перечислены в 1 главе п.1.2.

Исходя из этих определений и требований, для студентов магистратуры по направлению «информатика и вычислительная техника» [4] были выделены группы профессиональных умений, которые содержат группы профессиональных и общепрофессиональных компетенций, данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Соотношение выделенных профессиональных умений и групп профессиональных и общепрофессиональных компетенций

| № | Наименование профессиональных умений (ПУ) | Входящие профессиональные и общепрофессиональные компетенции |
|---|---|---|
| 1 | Разработка программного обеспечения | ПК3, ПК4, ПК5, ОПК2, ОПК5, ОПК6, ОПК7 |
| 2 | Информационные технологии в широком профиле | ПК1, ПК2, ПК7, ПК8, ОПК1, ОПК2, ОПК 3, ОПК4, ОПК8 |
| 3 | Программно-аппаратные системы и сети | ПК1, ПК9, ПК10, ПК11, ОПК1, ОПК5, ОПК8 |
| 4 | Математические и алгоритмические методы обработки информации | ПК5, ПК6, ПК10, ОПК5, ОПК6 |

Вышеперечисленные профессиональные умения (ПУ) отражают специфику данного направления. Разработка программного обеспечения является основной областью программной инженерии, не менее важно, чтобы в учебных программах присутствовали дисциплины, расширяющие кругозор в области информационных технологий, включающих знания о методах поиска, сбора, предоставления, хранения и распространения информации. В то же время, сложно представить специалиста в области информационных технологий, который не имеет представлений о программно-аппаратных системах и сетях. Знания о топологии сетей, комплексе аппаратно-программных средств ЭВМ, характеристиках производительности сети и т.п. необходимы выпускнику, а в дальнейшем специалисту данного направления. Также оно связано с обработкой информации и знания методов помогут при решении широкого спектра задач, связанных с различными видами информационных систем.

Профессиональные умения, касающиеся профилирующего и общеобразовательного направления, были выделены в следующие ПУ:

– инженерия в области специализации;
– общенаучные знания, не относящиеся к профильной подготовке.

Для графической реализации данного метода используем её частный случай, адаптированный под особенности исследуемого направления подготовки. Частный образ, представленный на рисунке 2.1, основывается на базовом образе метода UGVA, и также имеет горизонтальную и вертикальную оси симметрии и 7 областей отрисовки. При этом нижняя часть, отвечающая за предыдущий уровень образования, имеет не 3 элемента, а 4, которые кодируются в соответствии с «телом человечка», то есть присутствует преемственность предыдущей ступени образования с настоящей. На «голове человечка» появился артефакт – «шляпа», которая соответствует специализации учебной программы.

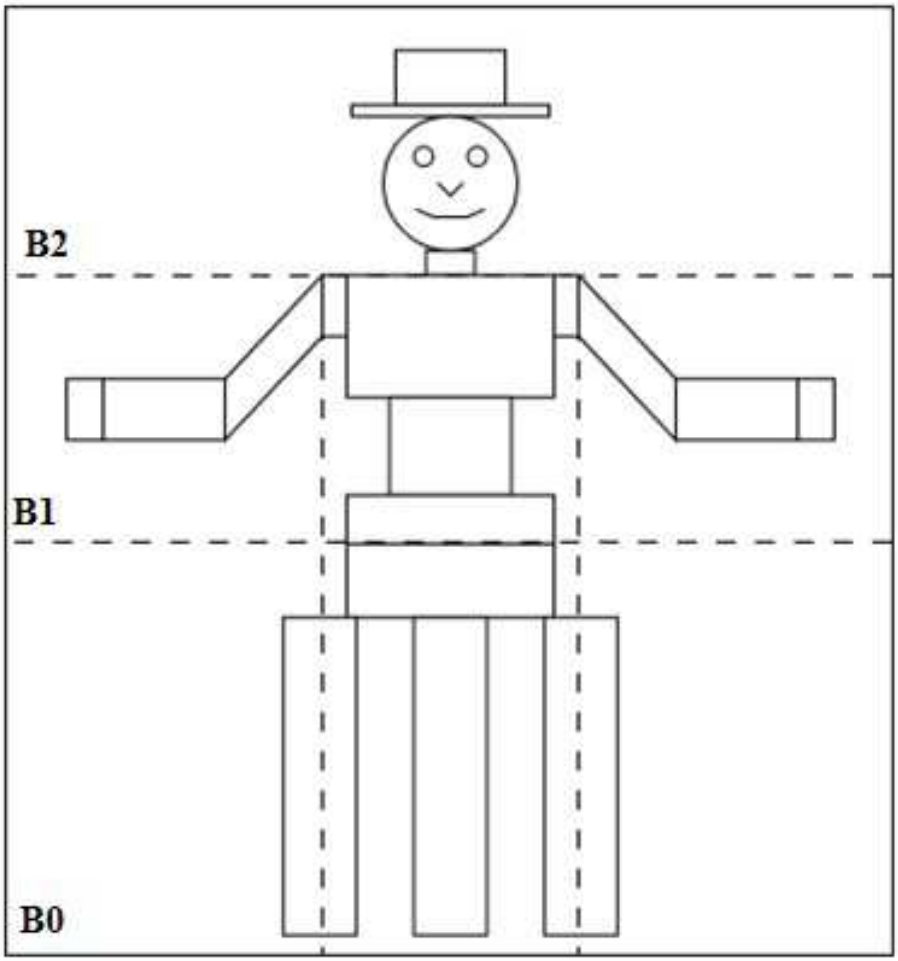



Рисунок 2.1 – Частный визуальный образ

На основе перечня компетенций направления магистратуры «информатика и вычислительная техника» и этапов метода UGVA был сформирован следующий список профессиональных умений для магистратуры направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»:

– S1 разработка программного обеспечения;

– S2.1 информационные технологии (в широком профиле);

– S2.2 программно-аппаратные системы и сети;

– S3 математические и алгоритмические методы обработки информации;

– S4 инженерия в области специализации;

– S5 общенаучные знания, не относящиеся к профильной подготовке.

Базовыми (профилирующими) для выпускников направления «информатика и вычислительная техника» являются умения групп S1 – S3 в вышеуказанном списке, группы профессиональных умений S2.1 и S2.2 разумно объединить в общую группу S2 и рассматривать при соотношении групп професииональных умений совместно. В группу умений S4 входят дисциплины, которые отражают особенности отраслевой специализации.

Так как данное диссертационное исследование рассматривает только направление магистратуры, не учитывая предыдущий уровнь подготовки, частный образ в нотации UGVA будет рассматриваться с отсутствующей нижней частью («ноги»). Модель образа в нотации UGVA с распределенными группами профессиональных умений (S) представлена на рисунке 2.2.

Каждая группа умений распределяется на базовую и вариативную часть (формируемую участниками образовательного процесса). Стрелочками показаны направления изменения размеров фигуры (в зависимости от рассчитанных данных по каждому ПУ). Группы умений S4 и S5 рассматриваются в совокупной сумме расчетах базовой и вариативной части. Значение сбалансированности знаний (δ) в учебной программе отображается с помощью формы «рта», «улыбка» отображает гармоничный аспект, то есть δ стремится к 0, по мере

увеличения δ на «лице» образа отображается сначала «нейтральная эмоция», а при более дисгармоничном распределении учебных знаний – «грусть».

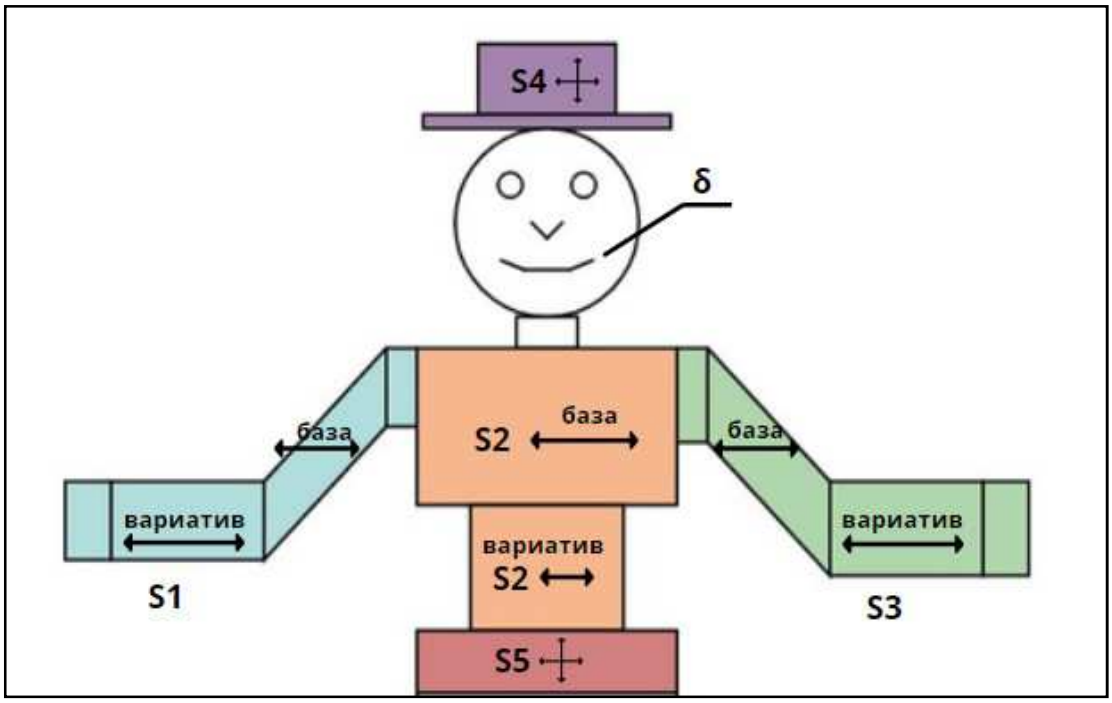



Рисунок 2.2 – Распределение групп профессиональных умений в нотации UG-VA для частной модели направления магистратура «информатика и вычислительная техника»

При визуализации балансировки некоторые элементы образа могут отсутствовать, что указывает на отсутствие дисциплин, связанных с той или иной областью знаний.

## 2.2 Модификация метода унифицированного графического воплощения активности

Каждая учебная дисциплина, входящая в состав учебного плана, обладает рядом следующих характеристик:

– наименование учебной дисциплины;
– часть, в которой находится дисциплина (базовая или вариативная);

– форма контроля (экзамен, зачет, дифференцированный зачет);

– объем нагрузки (количество академических часов);

– семестр, в котором дисциплина преподается.

Расчетные этапы метода UGVA рассматривают учебный план относительно следующих характеристик дисциплин – наименование и принадлежность дисциплины к определенной части (базовая или вариативная), при этом остальные характеристики не учитываются, соответственно итоговые данные предоставляют не полную информацию по балансировке знаний в учебных планах.

Данное диссертационное исследование предлагает модифицировать метод UGVA и использовать показатели объема нагрузки и форму контроля. Модификация метода повысит его чувствительность к исходным данным и увеличит точность расчетов.

Форма контроля предоставляют оценить качество усвоения изложенного материала по дисциплине. Зачеты являются промежуточным проверочным испытанием, они проводятся перед началом сессии (непосредственной сдачи экзаменов). Зачеты в отличие от экзаменов являются упрощенной формой оценки знаний, при этом есть два вида зачетов – зачет и дифференцированный зачет (с оценкой). Обычный зачет как таковой балльной шкалы оценок не подразумевает, зачет при этом охватывает темы, пройденные в семестре. При проведении зачета без оценки для его сдачи необходим хотя бы минимальный уровень знаний по данной дисциплине. Дифференцированный зачет отличается наличием балльной шкалы, таким образом, он является как бы упрощенной версией экзамена. Форма зачета зависит от преподавателя, она может быть как устной, так и письменной или проходить в виде тестовых заданий.

Экзамен является основной формой рубежного контроля знаний. Экзаменом заканчивается курс дисциплины или прохождение фундаментальных разделов по дисциплине. Экзамен охватывает весь пройденный материал по дисциплине, а оценка за экзамен выставляется в диплом об окончании учебного заведения.

Для значения формы контроля будет введен дополнительный коэффициент ($\beta_j$), который масштабирует данные относительно вида контроля данной дисциплины, соответственно понижающим коэффициентом будет зачет ($\beta_j = 0{,}75$), а при экзаменационной форме контроля расчетные значения меняться не будут ($\beta_j = 1$). Исходя из формулы (1.1) для нахождения суммы экспертных оценок была выведена следующая формула

$$S_j = \sum_{j,i=0} S_j^0 * \frac{h_j*100}{\sum_j h_j} * \beta_j + \alpha \sum_{j,i=1} S_j^1 * \frac{h_j*100}{\sum_j h_j} * \beta_j \ , \qquad (2.1)$$

где $i$ – параметр принадлежности к базовой (i=0) или вариативной (i=1) части;

$h_j$ – объем часов по данной дисциплине;

α – коэффициент масштабирования базовой (α = 1) или вариативной (α = 0,5) части;

$S_j^0$ - сумма экспертных оценок базовой части;

$S_j^0$ - сумма экспертных оценок вариативной части,

$\frac{h_j*100}{\sum_j h_j}$ - значение объема часов, рассчитываются в процентном соотношении, относительно общего объема нагрузки.

В итоге, модифицированный метод имеет следующие этапы:

1) Находим сумму экспертных оценок по каждому столбцу $s_j$ ($s_j^0$ - сумма экспертных оценок «вариативной» части, $s_j^1$-сумма экспертных оценок базовой части), уменьшая при этом вклад дисциплин «вариативной» части (часть формируемая участниками образовательного процесса) за счет масштабирования коэффициента α (например, его можно взять равным 0,5)и рассчитываем значения $s_j$ относительно их объема нагрузки и вида контроля, уменьшая при этом значения в зависимости от формы контроля

$$S_j = \sum_{j,i=0} S_j^0 * \frac{h_j*100}{\sum_j h_j} * \beta_j + \alpha \sum_{j,i=1} S_j^1 * \frac{h_j*100}{\sum_j h_j} * \beta_j$$

2) Пересчитываем значения $s_j$ относительно их процентного вклада по формуле (1.2)

$$s_j^* = \frac{s_j * 100}{\sum_j s_j}$$

3) Выделяем k оценок частей учебной программы, позволяющие соотнести ключевые компоненты подготовки, и группируем соответствующие $s_j^*$ (в нашем случае сгруппированы S2 и S3) в группы Kp по которым и будет в дальнейшем проводиться отношение от баланса компонент.

4) Оцениваем отклонение от баланса компонент, используя формулу (1.3)

$$\delta = \frac{\sum_{p=1}^{k} |\frac{100}{k} - K_p|}{k},$$

где значение $100/k$ – то же, что и в формуле (1.3).

5) Представляем полученные данные в виде графического образа, используя формулу:

$$\gamma = \min(D) + \left(\frac{K_p}{100}\right)(\max(D) - \min(D)), \quad (2.2)$$

где D – набор допустимых значений графического элемента.

Данные, относительно информации об учебной программе и выделенных групп ключевых умений, сводятся в общую таблицу, состоящую из экспертных оценок (принадлежат интервалу от 0 до 1), показывающих насколько определенная дисциплина участвует в развитии того или иного ключевого умения. На её основе производится оценка баланса групп ключевых умений и формируется визуальный образ.

Далее, происходит оценка баланс знаний в составе учебной программы с помощью методики [1].

Каждая строка, полученной таблицы представляется в виде графического образа, позволяющего сравнить ее относительно других, основываясь на принципах когнитивной компьютерной графики. На основании полученных результатах делается вывод [1].

Для сравнения метода UGVA до модификации и после, были произведены расчеты на примере учебного плана по специальности магистратуры СФУ 04.04.01.03 «информационные технологии космических аппаратов и центров управления полетами». Итоговые расчетные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчетные данные метода UGVA до модификации и после.

| Наименование элемента визуального образа | Расчетное значение по методу UGVA до модификации | Расчетное значение по методу UGVA после модификации | Модуль отклонения значений до модификации и после модификации |
|---|---|---|---|
| S1 базовая часть | 4,42 | 6,09 | 1,67 |
| S1 вариативная часть | 5,30 | 5,47 | 0,17 |
| S2 базовая часть | 9,89 | 8,40 | 1,49 |
| S2 вариативная часть | 8,83 | 7,73 | 1,1 |
| S3 базовая часть | 11,48 | 12,04 | 0,56 |
| S3 вариативная часть | 0 | 0 | 0 |
| S4 | 12,37 | 10,81 | 1,56 |
| S5 | 21,20 | 25,45 | 4,25 |
| Оценка отклонения от баланса компонент (δ) | 10,47 | 12,25 | 1,78 |

Среднее значение отклонений элементов образа до модификации и после равно 1,51, что составляет 1,8% от общего значения до модификации метода.

По таблице с данными видно, что отклонения в расчетных данных после модификации не критичны, значения элементов образа лишь уточняются в соответствии с формой контроля и объемом нагрузки учебного плана.

На рисунке 2.3 представлены визуализации учебного плана по направлению «информатика и вычислительная техника» магистратуры СФУ «информационные технологии космических аппаратов и центров управления полетами» до модификации метода и после. Красным цветом отмечены отсутствующие элементы для наглядности (S3 (вариативная часть) = 0).

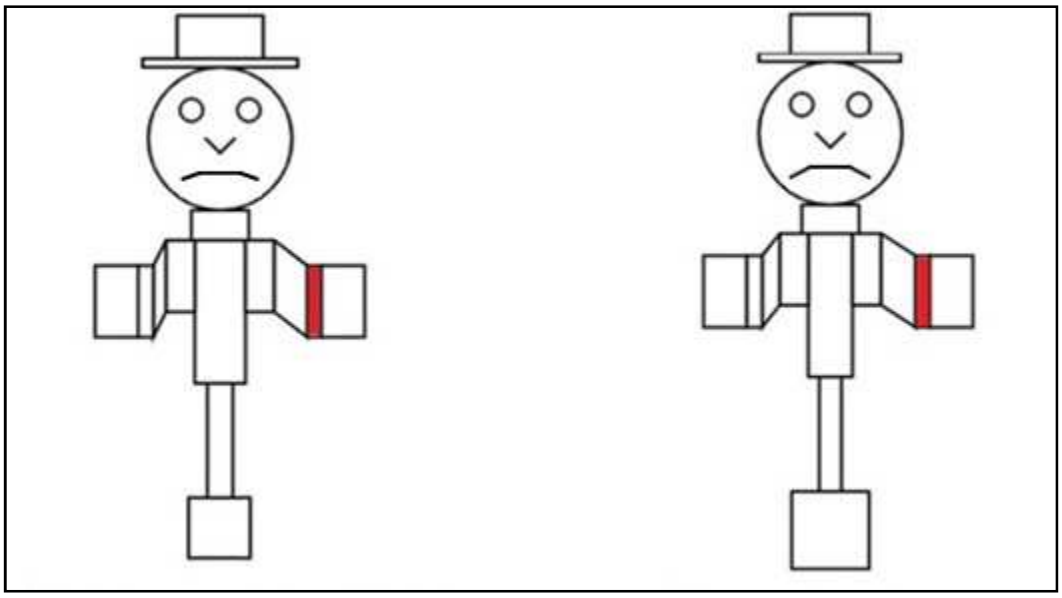


Рисунок 2.3 – Визуализация учебного плана СФУ магистратуры «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами» до модификации метода UGVA (слева) и после (справа)

На рисунке 2.4 продемонстрированы визуальные изменения в образе после модификации метода UGVA в соотношении с методом до модификации, что позволяет увидеть изменения наглядно. На рисунке зоны зеленого цвета показывают приращение показателя, а зоны красного, наоборот, сокращение.

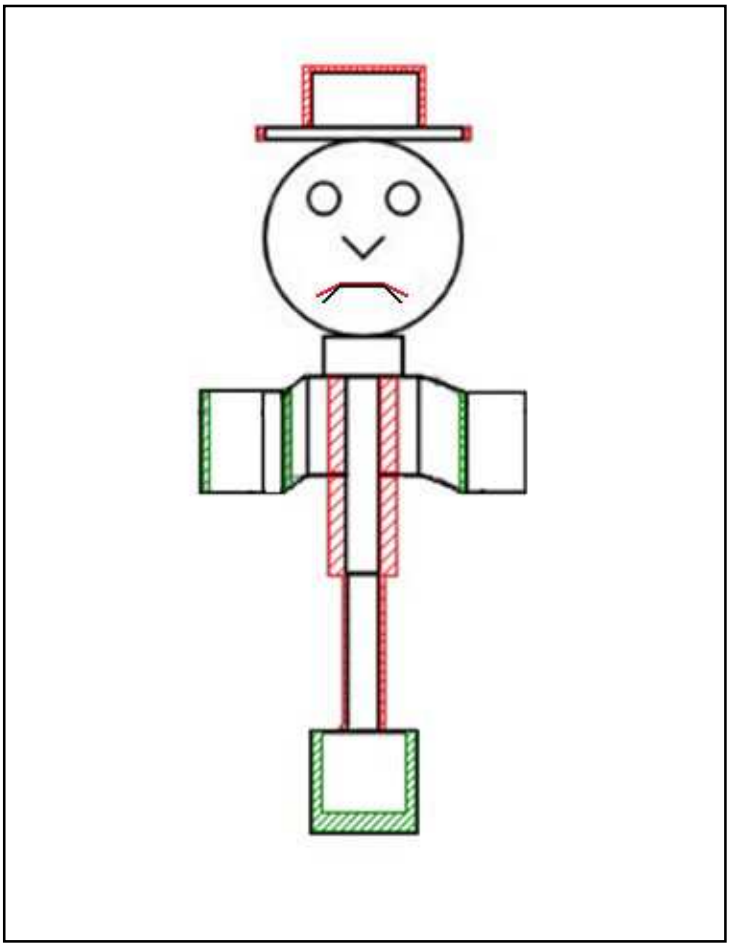


Рисунок 2.4 – Визуализация учебного плана СФУ магистратуры специализации 04.04.01.03 «информационные технологии космических аппаратов и центров управления полетами» после модификации метода UGVA

Стоит отметить, что общая форма результатов визуализации до модификации и после сохранилась, а значения элементов визуализации имеют достаточно небольшие различия, то есть модифицированный метод уточняет некоторые детали образа, делая метод более чувствительным к данным, отображенным в учебном плане.

## 2.3 Выводы по главе

Применение метода UGVA подразумевает выделение профессиональных умений, на основе которых будут производиться расчеты. Метод предполагает

разработку частного образа для интересующего направления, таким образом, для направления магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника» были выделены на основе профессиональных и общепрофессиональных компетенций профессиональные умения, которые должны формироваться при прохождении учебной программы по данному направлению.

Учебный план содержит достаточное количество информации о дисциплинах, входящих в учебную программу, но метод UGVA не брал в расчет достаточное количество информации, касающейся учебных дисциплин. В связи с этим, была предложена модификация метода UGVA, которая включает в расчет как показатель формы контроля, так и показатель объема нагрузки. Таким образом метод стал более чувствительным к входным данным, что позволит проводить анализ и сравнения учебных планов с большей точностью (учитывая больший объем факторов, включенных в учебный план).

Расчетные значения показали, что в модифицированном методе UGVA добавленные параметры не внесли в образ значительных корректировок и изменения соотносимы друг с другом. В связи с чем, можно считать модификацию метода рабочей и использовать ее в дальнейшей работе над исследованием.

# 3 Экспериментальная проверка модифицированного метода UGVA на направлении подготовки магистром «информатика и вычислительная техника»

## 3.1 Организация вычислительного эксперимента

### 3.1.1 Программное обеспечение эксперимента

Осуществление этапа визуализации происходит с помощью веб-сервиса, который написан на языке программирования JavaScript с использованием библиотеки React. Для данной задачи была разработана база данных, которая представлена на рисунке 3.1.

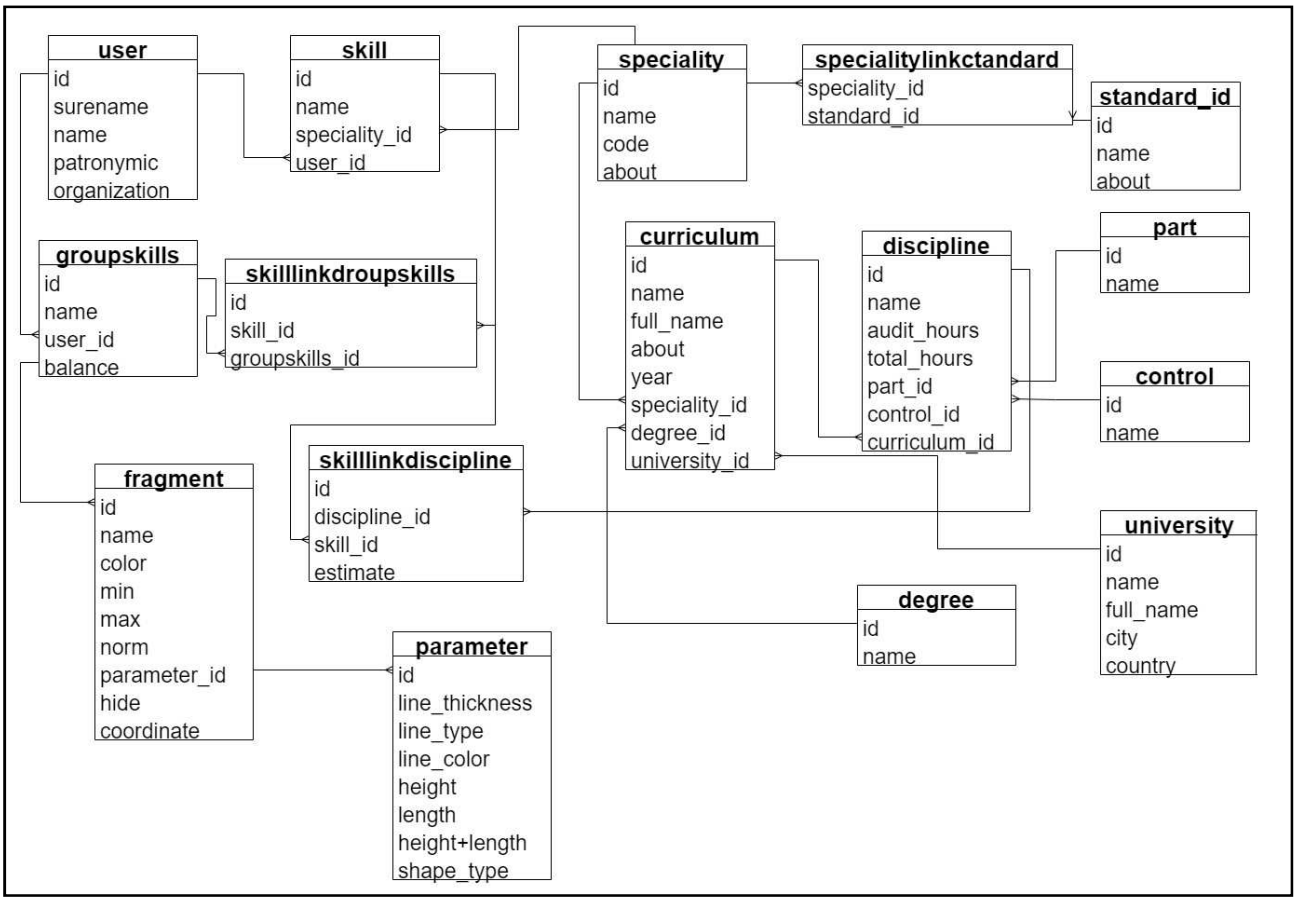



Рисунок 3.1 – База данных для веб-сервиса, выполняющего этап визуализации метода UGVA

Работа с веб-сервисом предполагает предварительное ознакомление с методом UGVA. Для начала нужно заполнить информацию об учебном плане (УП), который будет детализирован относительно наименования УП, направления подготовки, года начала подготовки по УП, уровня подготовки (бакалавриат, специалитет, магистратура), государственного стандарта, по которому реализуется учебная программа, образовательного учреждения. Окно создания учебного плана представлено на рисунке 3.2.

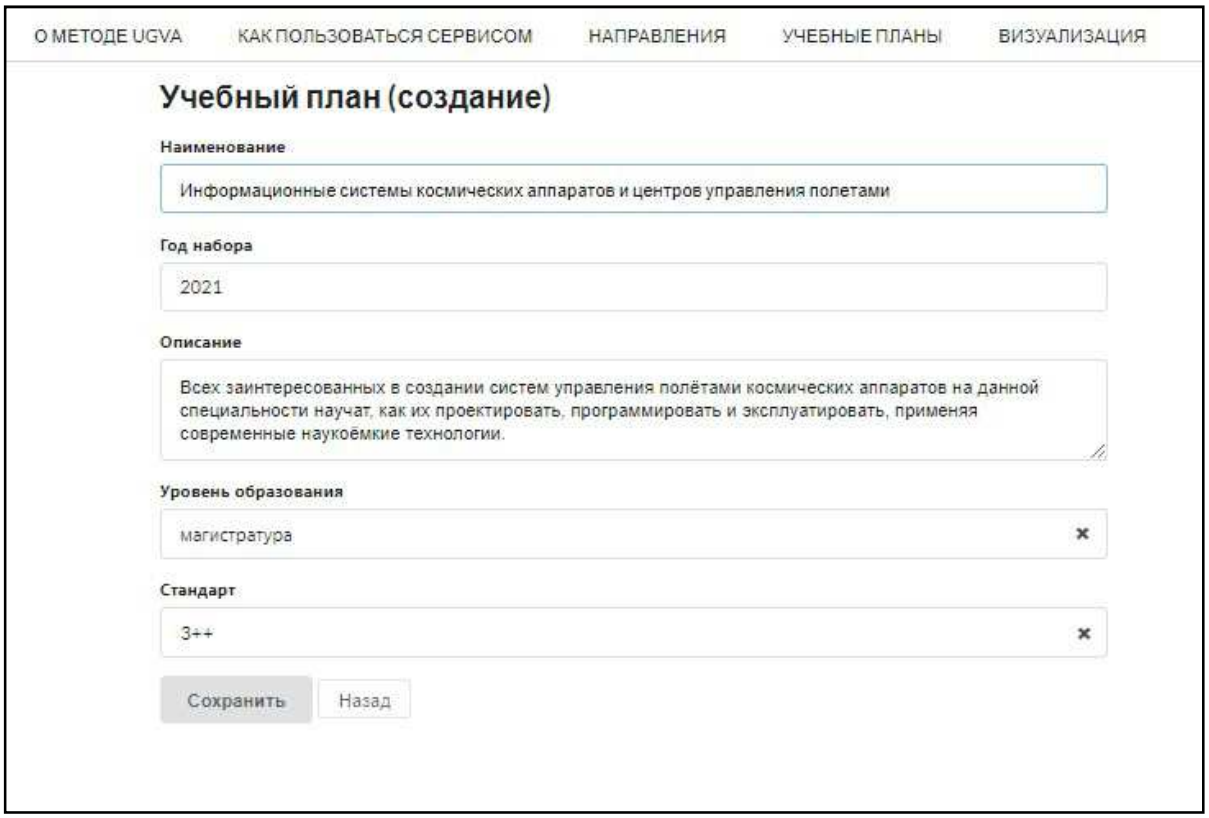



Рисунок 3.2 – Окно создания учебного плана в веб-сервисе

В учебный план с помощью программной среды также добавляются дисциплины и следующая информация о них: наименование дисциплин, их объем в часах, признак вариативности (базовая часть или вариативная), форма контроля. Окно добавление дисциплины представлено на рисунке 3.3.

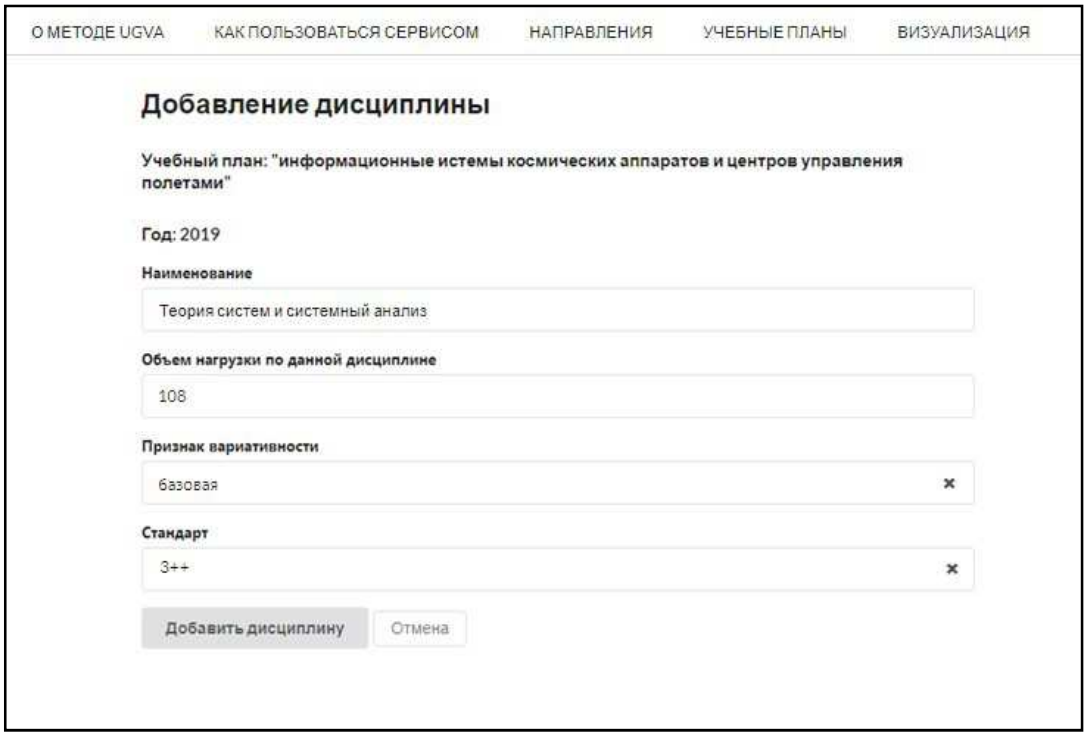



Рисунок 3.3 – Окно добавления дисциплин в веб-сервисе

При необходимости просмотра состава учебного плана можно вывести окно отображения данных об учебной плане, представленное на рисунке 3.4, в котором представлена общая информация об учебном плане (наименование, год начала обучения по учебному плану, направление подготовки, уровень образования, описание о программе), а также перечень дисциплин с указанием вариативности, объема часов и формы контроля по каждой дисциплине.

Завершающим этапом перед отрисовкой визуального образа балансировки учебного плана является выставление экспертных оценок относительно дисциплин и групп профессиональных умений. Окно выставления экспертных оценок представлено на рисунке 3.5.

О МЕТОДЕ UGVA | КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ СЕРВИСОМ | НАПРАВЛЕНИЯ | УЧЕБНЫЕ ПЛАНЫ | ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Назад

**ID:** 1

**Наименование:** Информационные системы космических аппаратов и центр управления полетами

**Год начала обучения:** 2019

**Направление подготовки:** Информатика и вычислительная техника

**Уровень образования:** магистратура

**Университет:** 1

**Описание:**

| № | Название дисциплины | Часы | Часть | Форма контроля |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Организация научно-исследовательской и проектной деятельности | 216 | базовая | экзамен |
| 2 | Английский язык для академических целей | 108 | базовая | зачет |
| 3 | Английский язык для делового общения | 108 | базовая | зачет |
| 4 | Научно-исследовательский семинар | 216 | базовая | зачет |
| 5 | Научно-исследовательский семинар | 216 | базовая | экзамен |
| 6 | Интернет вещей | 108 | базовая | зачет |
| 7 | Системы искусственного интеллекта | 180 | базовая | экзамен |
| 8 | Контрольно-измерительные и управляющие системы | 108 | базовая | зачет |
| 9 | Теория систем и системный анализ | 108 | базовая | зачет |

Рисунок 3.4 – Окно отображения данных относительно учебного плана в веб-сервисе

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ СЕРВИСОМ | НАПРАВЛЕНИЯ | УЧЕБНЫЕ ПЛАНЫ | ВИЗУАЛИЗАЦИЯ | Проверка Апп

Назад

**ID:** 1

**Наименование:** Информационные системы космических аппаратов и центр управления полетами

**Год начала обучения:** 2019

**Направление подготовки:** Информатика и вычислительная техника

**Уровень образования:** магистратура

**Университет:** 1

**Описание:**

S1: Разработка ПО

S2.1: Информационные технологии (в широком профиле)

S2.2: Программно-аппаратные системы и сети

S3: Математические и алгоритмические методы обработки информации

S4: Инженерия в области специализации

S5: Общенаучные знания, не относящиеся к профильной подготовке

| № | Название дисциплины | S1 | S2.1 | S2.2 | S3 | S4 | S5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Организация научно-исследоваельской и проектной деятельности | | | | | 0.5 | 1 |
| 2 | Английский язык для академических целей | | | | | | 1 |
| 3 | Английский язык для делового общения | | | | | | 1 |
| 4 | Научно-исследовательский семинар | | | | | 0.5 | 1 |
| 5 | Научно-исследовательский семинар | | | | | 0.5 | 1 |
| 6 | Интернет вещей | 0.5 | 0.25 | | | | |
| 7 | Системы искусственного интеллекта | 0.25 | | | 0.75 | | |

Рисунок 3.5 – Окно выставления экспертных оценок в веб-сервисе

Для направления магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника» на основе заполненных данных об учебных планах формируется образ в модифицированной нотации UGVA, представленный на рисунке 3.6. При этом группы профессиональных умений, которые были описаны во 2 главе, можно выделять цветами. Также существует возможность отображать на образе элементы равные 0.

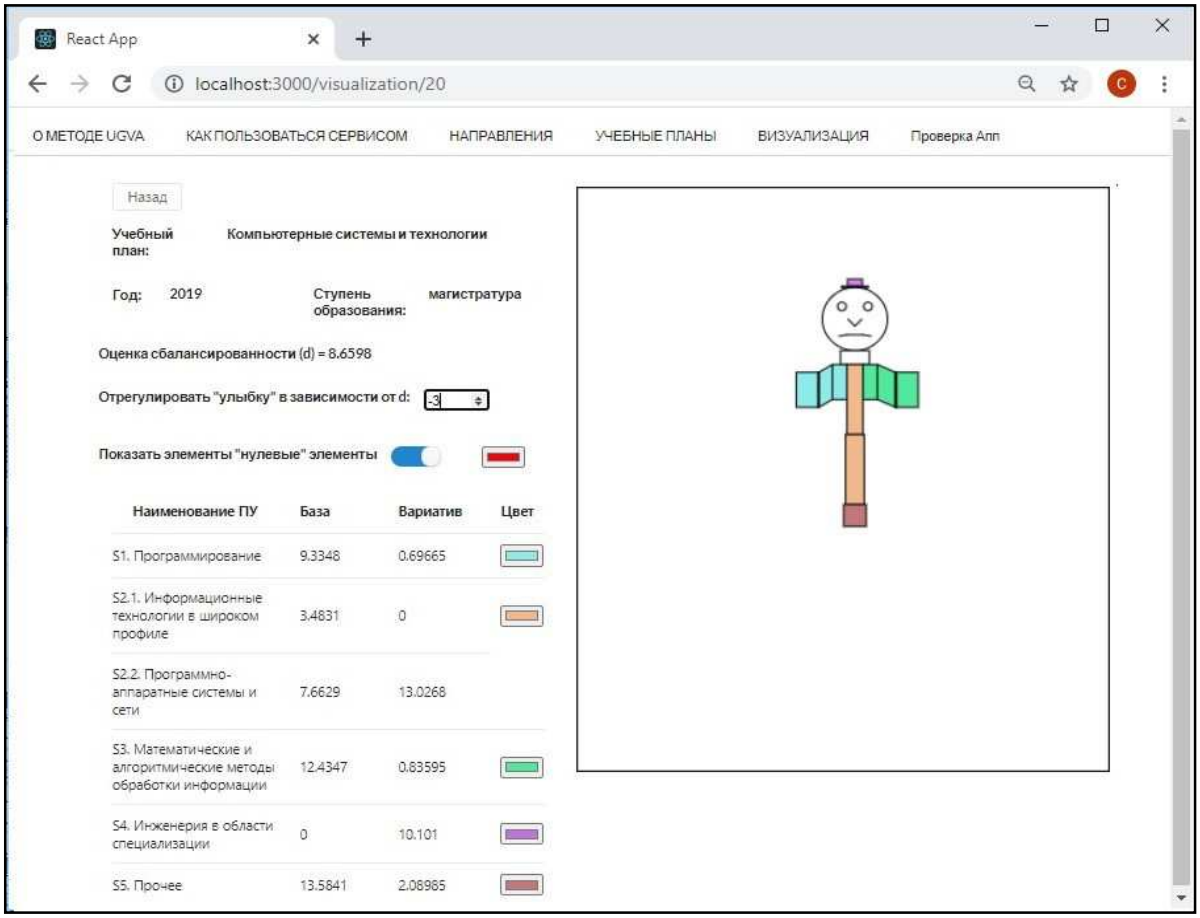



Рисунок 3.6 – Окно отображения визуализации относительно данных учебного плана СФУ «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»

Вся информация о созданных учебных планах записывается в базу данных, что позволяет быстро посмотреть информацию об учебном плане, а также вывести визуализацию в нотации UGVA.

Также в программной реализации присутствует свободный режим, который позволяет заполнить уже имеющиеся данные и закодировать «человечка» самостоятельно. Результаты выполнения визуализации можно сохранять в форматах .jpg и .eps.

В результате, была разработана программная реализация метода, позволяющая добавлять данные об учебных планах, в которые входит информация о дисциплинах, а также расставлять экспертные оценки и программным способом реализовывать расчетный этап и построение визуализации сбалансированности знаний в учебной программе.

### 3.1.2 Исходные данные

Для экспериментальной проверки модифицированного метода была собрана база данных из 70 учебных планов российских вузов по направлению подготовки магистров 09.04.01 «информатика и вычислительная техника». Взятые учебные планы, собранные для анализа и создания визуализаций, составлены согласно стандартам ФГОС3+ и ФГОС3++, год начала обучения по данным программам 2018-2020. Учебные планы в основном предоставлялись в .pdf файлах, либо в файлах формата .xlsx

Перечень учебных заведений, у которых были взяты данные об учебных программах для проведения исследования, приведен ниже:

– Сибирский федеральный университет;
– Сибирский государственный университет науки и технологий (СибГУ);
– Новосибирский государственный университет (НГУ);
– Новосибирский государственный технический университет (НГТУ);
– Московский инженерно-физический институт (МИФИ);

– Московский государственный университет технологий и управления (МГУТУ);

– Московский государственный технический университет им.Баумана (МГТУ им.Баумана);

– Национальный исследовательский университет ИТМО;

– Белгородский государственный технический университет (БГТУ);

– Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ);

– Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ);

– Томский политехнический университет (ТПУ);

– Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»);

– Рязанский государственный университет (РГУ);

– Омский государственный технический университет (ОмГТУ);

– Оренбургский государственный университет (ОГУ);

– Севастопольский государственный университет (СевГУ);

– Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ);

– Нижневартовский государственный университет (НВГУ);

– Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова (СВФУ);

– Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС);

– Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ).

В 1 главе указывалось, что взгляд на подготовку будущих специалистов по направлению магистратуры «информатика и вычислительная техника» у высших учебных заведений достаточно отличается друг от друга. Применение метода UGVA путем создания визуализаций позволит данное утверждение подтвердить.

Создание визуальных образов соотношения баланса знаний в учебных программах проводиться в соответствии с этапами модифицированного метода UGVA.

Для начала нужно заполнить таблицу относительно рассматриваемого учебного плана, для примера рассмотрим учебный план 2019г. СФУ специальности 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами». В таблице должна присутствовать следующая информация: перечень дисциплин, объем нагрузки по каждой дисциплине, форма контроля, перечень профессиональных умений и экспертные оценки, выставленные относительно принадлежности дисциплине к формированию того или иного профессионального умения. Таблица с исходными данными по выбранному направлению представлена в приложении А Таблица с заполненными данными по специальности магистратуры СФУ 09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами» для метода UGVA.

Стоит напомнить, что для частного образа в нотации UGVA по направлению «информатика и вычислительная техника», были выделены следующие группы профессиональных умений:

– S1 разработка программного обеспечения;
– S2.1 информационные технологии (в широком профиле);
– S2.2 программно-аппаратные системы и сети;
– S3 математические и алгоритмические методы обработки информации;
– S4 инженерия в области специализации;
– S5 общенаучные знания, не относящиеся к профильной подготовке.

Итоговые расчеты по этапам 1 – 5 модифицированной методики представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Итоговые расчеты для специальности «информационные системы КА и ЦУП»

| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Базовая часть | 6,09 | 8,40 | 12,04 | 10,81 | 25,45 |
| Вариативная часть | 5,47 | 7,73 | 0 | | |
| Значение сбалансированности (δ) | 12,25 | | | | |

По полученным данным был выполнен этап визуализации в нотации UG-VA, которая представлена на рисунке 3.7.

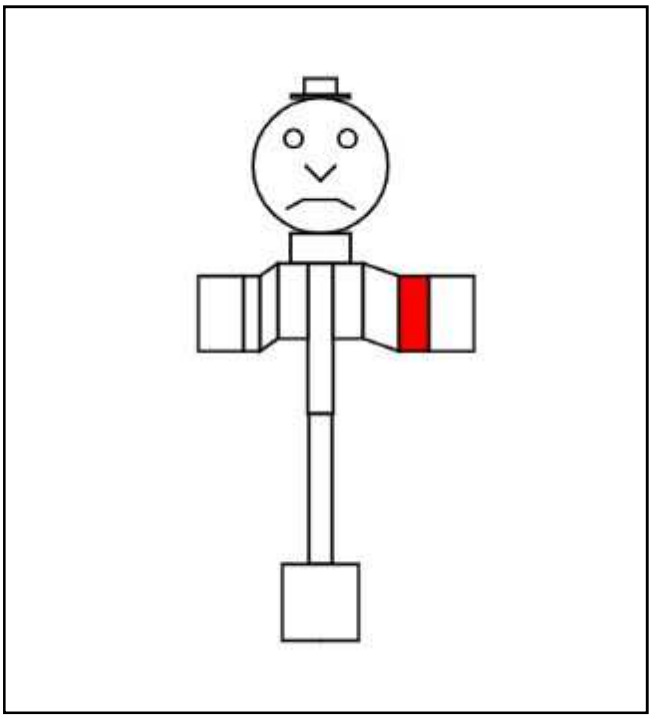


Рисунок 3.7 – Выполненная визуализация учебного плана магистратуры СФУ 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами» по расчетным данным

Аналогичным образом был выполнен расчет остальных программ, рассчитанные данные учебных планов представлены в приложении Б Расчетные данные для учебных планов направления магистратуры 09.04.01 «информатика

и вычислительная техника», а полученные визуализации балансировки состава учебного плана с помощью веб-сервиса представлены на рисунке 3.8 и рисунке 3.9, укрупненный вариант представленных визуализаций учебных планов представлены в приложении В Визуализации учебных балансировки знаний в учебных планов в нотации UGVA. Также, для наглядности на образах были выделены красным цветом элементы, значение которых равно 0.

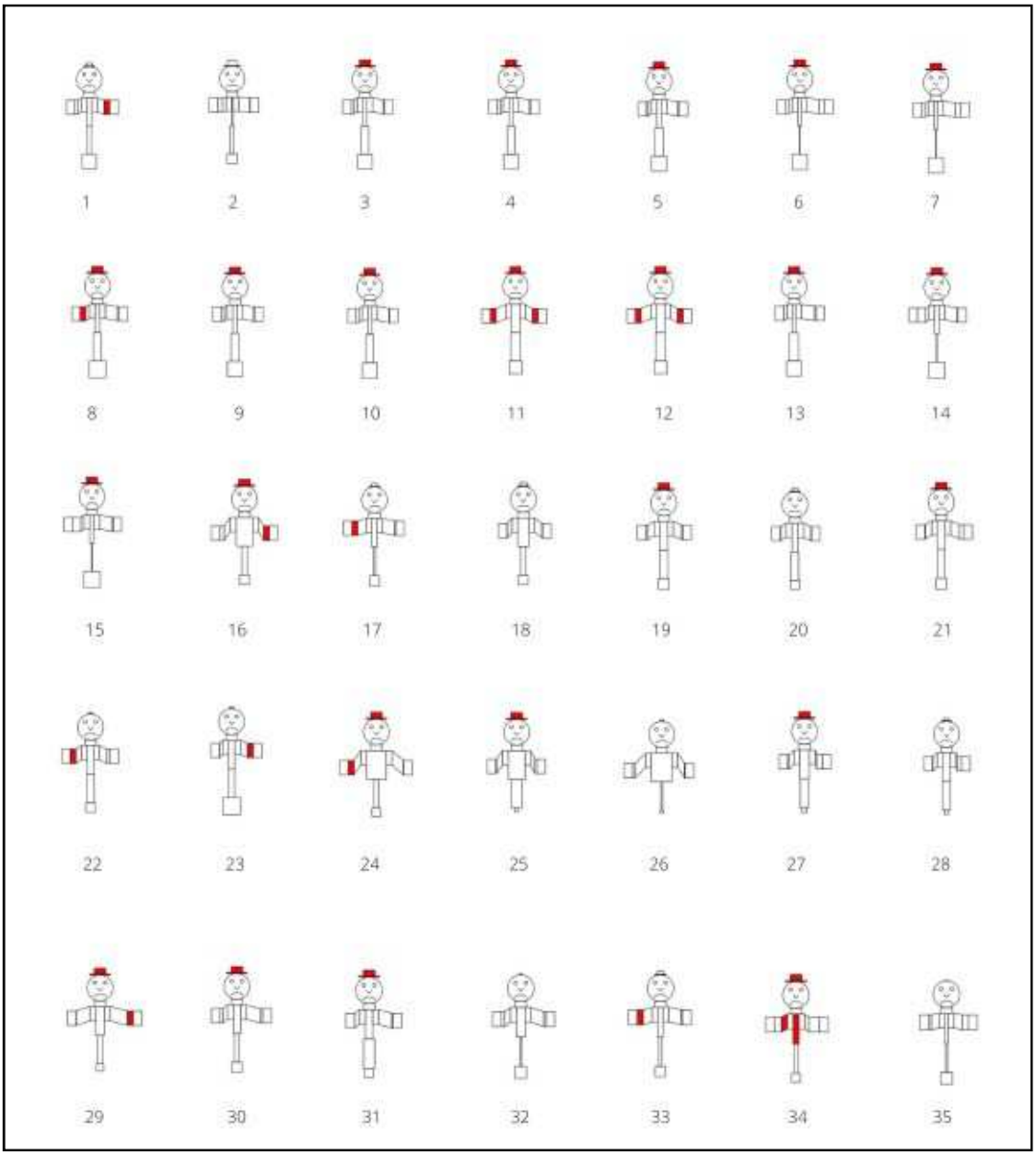



Рисунок 3.8 – Визуализированные учебные планы по направлению магистратуры «информатика и вычислительная техника»

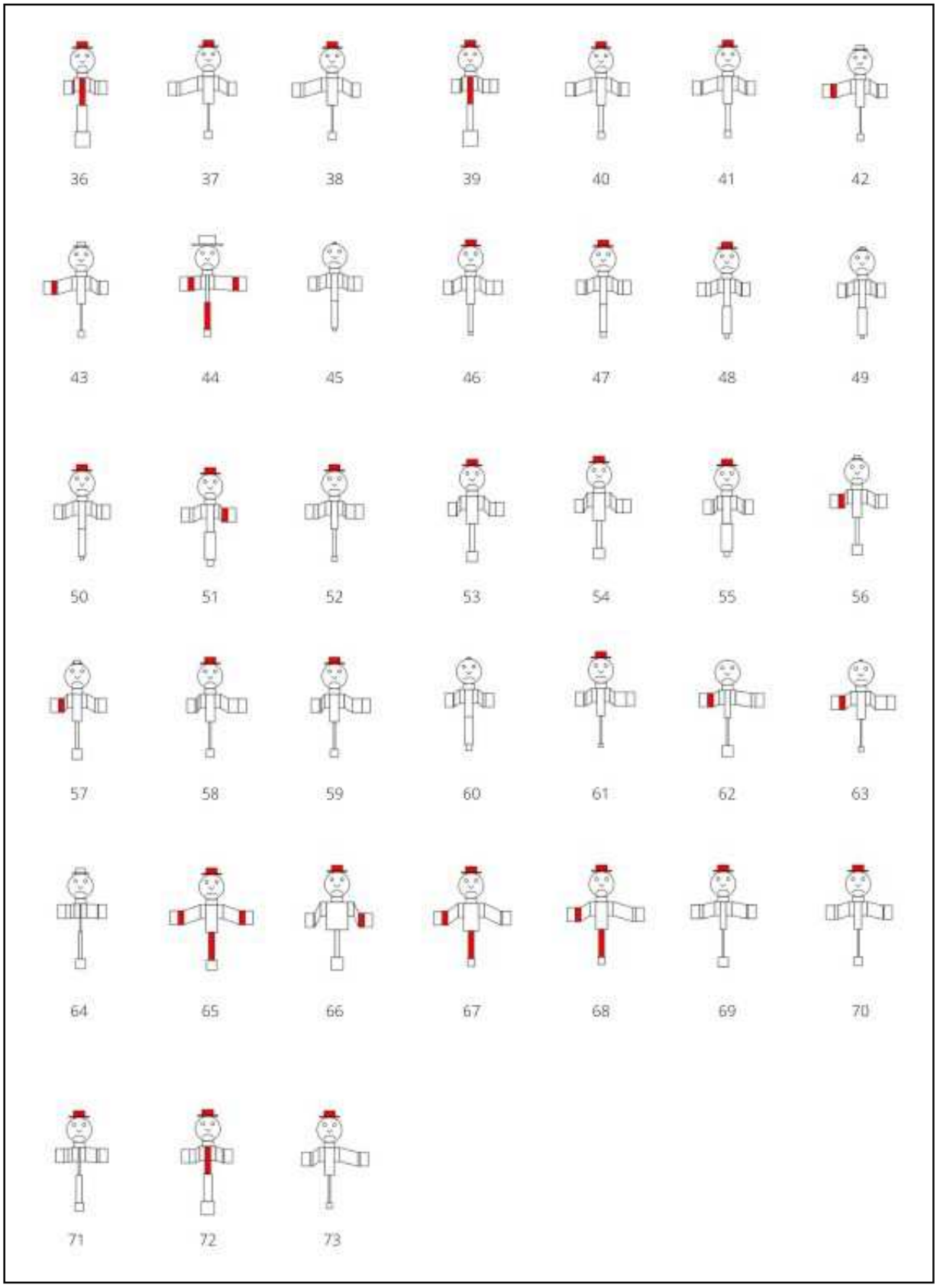



Рисунок 3.9 – Визуализированные учебные планы по направлению магистратуры «информатика и вычислительная техника»

Таким образом, для направлении магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника» была произведена экспериментальная отработка модифицированного метода UGVA и получены данные для дальнейшего анализа.

## 3.2 Анализ результатов эксперимента

Визуализированный ряд образов, выполненных в нотации UGVA, позволяет сравнить учебные планы между собой, выделить общие закономерности, прослеживаемые в визуализациях, ряд общих черт. И на основе полученных представлений выявить тенденции, которые характерны для подготовки магистров по направлению «информатика и вычислительная техника».

Первое, что бросается в глаза – это различие между элементами одной группы профессиональных умений, но относящихся к разным частям учебной программы (базовая часть и вариативная). У всех учебных программ в той или иной степени выявлен данный дисбаланс.

Также в 68,5% учебных планах (49 учебных планов) выявлен отсутствующий элемент в виде «шляпы», что свидетельствует об отсутствии подготовки в области специализации по рассмотренным учебным программам.

58,9% учебных планов (43 учебных плана) имею слишком тонкое «тело» (например, учебные планы 5, 7, 8, 14, 15, 35), что свидетельствует о недостаточности дисциплин, которые формируют профессиональные умения в информационных технологиях в широком профиле (S2.1) и в программно-аппаратных системах и сетях (S2.2).

Также в 67,8% учебных планах (49 учебных плана) выявлен дисбаланс между разными «руками» визуализации (например, учебные планы 2, 6, 7, 8, 17, 34), что указывает на дисбаланс между знаниями в областях профессиональных умений, связанных с разработкой программного обеспечения (S1) и математических и алгоритмических методах обработки информации (S3).

На образах анализируемых учебных планах отсутствует «улыбка», «лица» в основном имеют «грустную эмоцию», всего 3 визуализации (4,1%) баланси-

ровки знаний в учебных планах в нотации UGVA имеют «нейтральную эмоцию». Этот факт свидетельствует о том, что в своей основе по данному направлению баланс знаний не соблюден. Но стоит отметить, что в тоже время есть учебные планы, на которых визуально элементы антропоморфного образа расположены наиболее гармонично, соответственно, можно воспользоваться данным учебным планом для разработки и формирования наиболее сбалансированного относительно различных областей знаний учебной программы.

Таким образом, при анализе визуализаций учебных планов направления «информатика и вычислительная техника» были выделены следующие тенденции:

1) в учебных планах не соблюден баланс между базовой и вариативной частями, связанных с одним видом ключевых умений;

2) в 68,5% учебных планах подготовка в области специализации либо слишком мала, либо отсутствует (т.е. в РФ в магистратуре в равном соотношении готовятся как специалисты узкого направления, так и широкого);

3) 58,9% визуализаций учебных планов имеют тонкое «тело», что свидетельствует о недостаточности дисциплин (или их объема) базового образования по информатике и вычислительной технике;

4) в 67,1% учебных планах присутствует дисбаланс между разными «руками», то есть присутствует дисбаланс между фундаментальной частью и разработкой программного обеспечения.

Использование модифицированного метода UGVA позволило сформировать ряд визуализаций сбалансированности знаний в учебных планах, что дало возможность визуально сравнить учебные планы между собой, а также выявить некоторые тенденции, относящиеся к данному направлению.

### 3.3 Формирование рекомендаций для специальности «информационные технологии космических аппаратов и центров управления полетами»

Полученные раннее данные, позволяют не только сформулировать тенденции подготовки магистров в высших учебных заведениях на территории Российской Федерации по направлению «информатика и вычислительная техника», но также предложить рекомендации, позволяющие произвести балансировку учебных знаний в учебном плане. Рекомендации будут формулироваться для специальности СФУ 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами», подготавливающей специалистов ракетно-космической отрасли для нужд АО «ИСС».

Компания «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» (АО «ИСС») является ведущим предприятием Российской Федерации по созданию космических аппаратов связи, телевещания, ретрансляции, навигации, геодезии. Компания обеспечивает широкий спектр услуг не только в России, но и в других странах. В связи с растущей международной конкуренции, для поддержания конкурентноспособности компании на высоком уровне, требуются высококвалифицированные специалисты, в том числе которых, подготавливает СФУ на специальности 09.04.01.03.

По методу UGVA уже были сформулированы профессиональные умения, на основе которых проводится анализ учебного плана. Профессиональные умения (S1-S3) формируют развитие компетенций будущего специалиста [19], относящихся к направлению подготовки «информатика и вычислительная техника», профессиональное умение S5 имеет общенаучное направление, а вот профессиональное умение S4 уже направлено на формирование компетенций в области инженерии знаний, а точнее для ракетно-промышленной области (для специализации 09.04.01.03).

Формирование рекомендаций требует, в том числе, оценки предыдущего опыта подготовки магистров по специальности 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами». Для сравнения были взяты учебные планы данной специальности, основывающиеся на разных образовательных стандартах – ФГОС3+ (2019г.) и ФГОС3++ (2021г.). Визуализации учебных планов представлены на рисунке 3.10.

Основываясь на визуализациях учебных планов, можно выделить некоторые изменения, произошедшие в подготовке магистров по данной специальности. Во-первых, в учебном плане 2021г. нет отсутствующих элементов, во-вторых, увеличена доля подготовки в областях математических и алгоритмических методах обработки информации (S3) и инженерии в области специализации (S4) за счет сокращения объема дисциплин информационных технологий (S2.1) и программно-аппаратных систем и сетей (S2.2), а также за счет уменьшения области общенаучных знаний, не относящихся к профильной подготовке (S5).

Для более полного анализа нужно увидеть состав учебного плана, то есть включенные в учебный план дисциплины. Так, в базовой части включена дисциплина «интернет вещей», достаточно «молодая» дисциплина, которая является популярной на данный момент. Мы считаем, что ее можно отнести в вариативную часть, а в базовую лучше включить «фундаментальные» дисциплины.

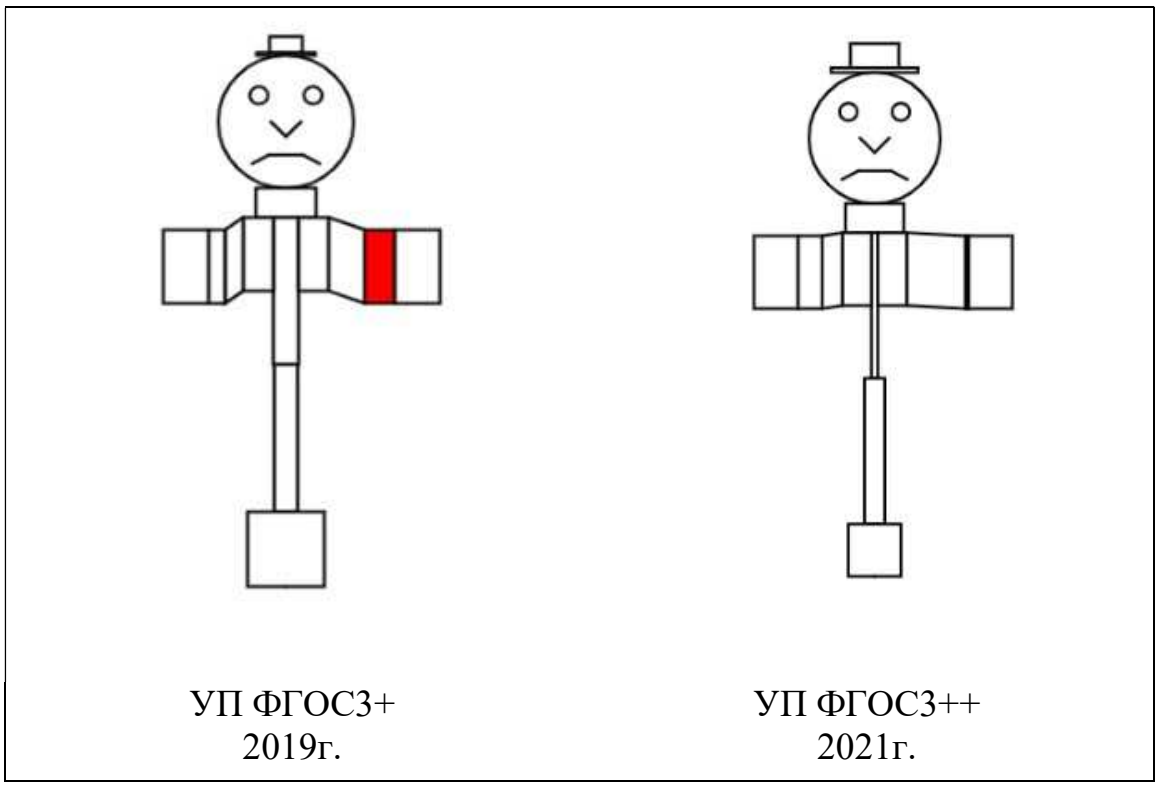



Рисунок 3.10 – Учебные планы магистратуры СФУ специальности 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров

управления полетами» в модифицированной нотации UGVA, разработанные в соответствии с ФГОС3+ (слева) и ФГОС3++ (справа)

На основе проанализированных данных были сформулированы следующие рекомендации для специальности «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами» в рамках подготовки специалистов ракетно-космической отрасли для нужд АО «ИСС»:

1) пересмотреть соотношение вариативной части и базовой в пользу базовой;

2) постараться исключить из базовой части «молодые» дисциплины;

3) за счет дисциплин, относящихся к общенаучным знаниям (S5) усилить области разработки ПО (S1) и инженерии в области специализации (S4).

Таким образом, для специальности СФУ 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами», готовящей специалистов ракетно-космической отрасли для нужд АО «ИСС», были сформированы некоторые рекомендации, следование которым позволит сбалансировать состав учебного плана специальности СФУ 09.04.01.03, тем самым увеличить уровень подготовки будущих специалистов.

### 3.4 Выводы по главе

Для проверки модифицированного метода UGVA был проведен вычислительный эксперимент на направлении магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника» с использованием, разработанного веб-сервиса. Для данной цели были отобраны учебные планы магистратуры вузов России направления «ИиВТ».

В итоге для выделенного направления был сформирован ряд визуализаций сбалансированности знаний в учебных планах, благодаря которым, выявлены некоторые тенденции для направления подготовки магистров «информатика и вычислительная техника».

Также для специальности СФУ 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами», готовящей специалистов ракетно-космической отрасли для нужд АО «ИСС», были сформулированы некоторые рекомендации, следование которым поможет сбалансировать баланс состава учебного плана, тем самым повысить уровень подготовки специалистов ракетно-космической отрасли.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данный момент более 70 вузов осуществляют подготовку по направлению 09.04.01 «информатика и вычислительная техника». При этом подготовка в пределах страны совершенно разная по одному направлению. Поэтому, для анализа балансировки состава знаний нужен специальный инструмент, который позволит его оценить. Для данной цели был выбран метод унифицированного графического воплощения.

В ходе диссертационной работы был модифицирован метод UGVA для учета объема нагрузки и формы контроля, а также для использования метода был разработан частный визуальный образ направления магистратуры «информатика и вычислительная техника».

Был разработан веб-сервис для отработки этапа визуализации метода и проведен вычислительный эксперимент на 73 учебных планах направления магистратуры «информатика и вычислительная техника». Были рассчитаны модифицированным методом данные, на основе которых был построен ряд визуализаций балансировки состава отобранных учебных планов.

Для направления 09.04.01 «информатика и вычислительная техника» на основе полученных данных были выявлены некоторые тенденции, а для специальности СФУ 09.04.01.03 «информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами», готовящей специалистов ракетно-космической отрасли для нужд АО «ИСС», сформулированы некоторые рекомендации.

Цель работы достигнута. Повышение наглядности сравнения учебных планов за счет модификации метода унифицированного графического воплощения активности и адаптации его к направлению «информатика и вычислительная техника» в результате работы было выполнено. С помощью метода легко визуально оценивать балансировку знаний в учебном плане и сравнивать их между собой.

Научная новизна заключается в том, что предложенная модификация метода унифицированного воплощения активности позволяет повысить чувствительность метода к исходным данным, а также предложена проработка частной модели для направления магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника».

Практическая значимость заключается в том, что модифицированный метод применен для выработки рекомендаций по балансировке состава учебного плана специальности 09.04.01 «информатика и вычислительная техника» для подготовки ИТ-специалистов ракетно-космической отрасли.

Также существуют перспективные направления для модифицированного метода UGVA. Например, его можно использовать в совокупности с методом автоматизированной оценки уровня компетентности, что позволит получить визуализированный образ развития компетентностей студентов в динамике, относительно как профиля подготовки, так и учебного плана, по которому осуществляется обучение. Также можно развить идеи подбора кадров для предприятий в зависимости от тех профессиональных умений, которые были получены в процессе обучения претендентов на вакантные должности.

По итогам диссертационного исследования были опубликованы две научные статьи [25, 26].

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО «ИСС» – АО «Информационные спутниковые системы»;

«ИС КА и ЦУП» – «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»;

ИиВТ – информатика и вычислительная техника;

ИТ – информационные технологии;

ООП – основная образовательная программа;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПК – профессиональные компетенции;

ПУ – профессиональные умения;

СФУ – Сибирский федеральный университет;

УК – универсальные компетенции;

УП – учебный план;

ФГОС – Федеральный государственный образовательный стандарт.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Стратегия для России: образование: научные доклады / Т. Л. Клячко, С. Г. Синельников-Мурылев – М. : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2018. – 118с.

2 Алтухов, А. И. Особенности разработки ФГОС уровневого и непрерывного высшего образования / А. И. Алтухов, М. А. Сквазников, А. А. Шехонин // Высшее образование в России. – 2020. - №3. – С. 74-84.

3 Рейтинг стран мира по индексу человеческого развития [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://gtmarket.ru/ratings/human-development-index

4 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратура) [Электронный ресурс]: Официальный сайт. – Режим доступа: http://fgosvo.ru/uploadfiles/ProjFGOSVO3++/Mag3++/090401_M_3plus_21062017.pdf.

5 Лебедев, О. Е. Компетентностный подход в образовании // Школьные технологии. – 2004. - №5. – С.3-12.

6 Мединцева, И. П. Компетентностный подход в образовании / И. П. Мединцева // Педагогтческое мастерство (II): материалы международной заочной конференции. – Москва: Буки-Веди, 2012. – С.215-217.

7 Севостьянов, Д. А. Образовательные стандарты и кризис образования / Д. А. Севостьянов // Высшее образование в России. – 2018. - №4. – С. 57-65.

8 Бунтова, Е. В. Анализ теоретических подходов к определению содержания образования и обучения в магистратуре / Е. В. Бунтова // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. – 2019 - №4. – С.20-42.

9 Педагогика словарь системы основных понятий [Электронны ресурс] – Режим доступа: http://docplayer.ru/27909102-Pedagogika-slovar-sistemy-osnovnyh-ponyatiy-a-m-novikov-rossiyskaya-akademiya-obrazovaniya-institut-teorii-i-istorii-pedagogiki.html

10 Зарипова, Р. С. Актуальные проблемы развиия IT-отрасли в России / Р. С. Зарипова, С. У. Ходжаева // Технические науки. – 2018. - №11. – С.34-35.

11 Примерная образовательная программа направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратура) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://natsrazvitie.ru/files/09.04.01_2.pdf.

12 M. Potter, B. Wyble, C. E. Hugmann, “Detecting meaning in RSVP at 13 ms per picture”, Atten Percept Psychophys (2013) pp. 270 -279.

13 Топ-9 диаграмм для визуализации данных [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.sm-analytics.com.ru/blog/our-top-9-ways-visualize-your-data

14 Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник для академического бакалавриата / В. В. Трофимов, О. П. Ильина, В. И. Кияев, А. П. Приходченко, Е. В. Трофимова. – Москва, 2014. – 542 с.

15 Графическое изображение статистических данных [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studme.org/277661/matematika_himiya_fizik/graficheskiy_metod_statistike

16 Chernoff, H. The use of faces to represent points in K-dimensional space graphically // Journal of the American Statistical Association. – 1973. – V. 68. N 342. – P. 361–368. doi: 10.1080/01621459.1973.10482434

17 Применение простого конструктора «4 уровня» для обеспечения научной новизны публикаций [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/332250190_primenenie_prostogo_konstruktora_4_urovna_dla_obespecenia_naucnoj_novizny_publikacij_application_of_a_simple_4_level_constructor_for_ensuring_the_scientific_novelty_of_publications

18 Углев, В.А. Метод унифицированного графического воплощения активности / В.А. Углев // Робототехника и искусственный интеллект, 2019, С. – 161-172.

19 Углев, В.А. Модель для оценки баланса учебной нагрузки методом UGVA для подготовки специалистов в области искусственного нтеллекта /

В.А. Углев, М. В. Некрасов // Робототехника и искусственный интеллект, 2019, С. – 173 – 181.

20 Углев, В.А. Оценка качества развития компетентностей при проведении аккредитации / В.А Углев // Качество образования, № 2, 2017, - С. – 18-23.

21 Сенашенко, В.С. О соотношении профессиональных стандартов и ФГОС высшего образования / В.С. Сенашенко // Высшее образование в России, № 6, 2015, С. – 31-36.

22 Дудковская, Е.Е. Развитие коммуникативной компетенции учащихся в условиях реализации ФГОС / Е.Е. Дудовская // Человек и образование. – 2014. – №3. – С. 98-102.

23 Компетентностный подход как парадигма современного образования [Электронный ресурс]: Официальный сайт. – Режим доступа: https://studfile.net/preview/1710201.

24 Лубенко, В.В. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС), индивидуальность и коммуникация (средовый подход) / В.В. Лубенко, Г.А Юркина, О. Я. Ильина // Наука техника и образование, № 6, 2014, С. – 76-80.

25 Куклева, С.А. Компетентностный профиль специальности «Информатика и вычислительная техника» и его визуализация / С.А. Куклева, А.Д. Пронин // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы XII Всероссийской конференции с международным участием. – Железногорск: Электронное издание, 2020. – С. 88–94.

26 Куклева, С. А. Сервис для оценки баланса наполнения учебных планов методом унифицированного графического воплощения активности / С. А. Куклева// Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: Материалы XIX Всероссийской конференции. - Москва: МФТИ, 2021. – (в печати).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Таблица с заполненными данными по специальности магистратуры СФУ 09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами» для метода UGVA**

| № | Дисциплина | часть | часы | зачет | экзамен | S1 | S2.1 | S2.2 | S3 | S4 | S5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Организация научно-исследоваельской и проектной деятельности | 1 | 216 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,25 | 0 | 1 |
| 2 | Английский язык для академических целей | 1 | 108 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | Английский язык для делового общения | 1 | 108 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | Научно-исследовательский семинар | 1 | 216 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | Научно-исследовательский семинар | 1 | 216 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | Интернет вещей | 1 | 108 | 1 | | 0 | 0,3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Системы искусственного интеллекта | 1 | 180 | | 1 | 0,25 | 0,25 | 0 | 0,25 | 0 | 0 |
| 8 | Контрольно-измерительные и управляющие системы | 1 | 108 | 1 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Продолжение приложения А

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Контрольно-измерительные и управляющие системы | 1 | 108 | 1 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Теория систем и системный анализ | 1 | 108 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | Методы оптимизации | 1 | 108 | 1 | | 0,25 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | Интеллектуальный анализ данных | 1 | 180 | | 1 | 0,25 | 0,25 | 0 | 0,25 | 0 | 0 |
| 12 | Моделирование систем | 1 | 180 | | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| 13 | Управление проектами | 1 | 108 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | Вычислительные системы | 0 | 72 | 1 | | 0 | 0,25 | 0,25 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Вычислительные системы | 0 | 108 | | 1 | 0 | 0,25 | 0,25 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Программная реализация математических моделей | 0 | 144 | 1 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Технология разработки программного обеспечения | 0 | 144 | 1 | | 1 | 0,25 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 18 | Объектно-ориентированное программирование | 0 | 144 | | 1 | 1 | 0,25 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 19 | Основы устройства космических аппаратов | 0 | 72 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 20 | Основы устройства космических аппаратов | 0 | 108 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Окончание приложения А

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | Проектирование автоматизированных информационных систем | 0 | 144 | 1 | | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 22 | Проектирование автоматизированных информационных систем | 0 | 108 | | 1 | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 1 | |
| 23 | Основы системной инженерии | 0 | 108 | 1 | | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | Сумма | 13 | 3096 | | | 4,25 | 3,3 | 4,5 | 3,25 | 7 | 6 |
| | Штук | | | | | 7 | 10 | 6 | 6 | 7 | 7 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Расчетные данные для учебных планов направления магистратуры 09.04.01 «информатика и вычислительная техника»

| № УП | Год | Название специализации | Название вуза | S1 | | S2 | | S3 | | S4 | S5 | Значение δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | база | вариатив | база | вариатив | база | вариатив | | | |
| 1 | 2019 | Информационные системы космических аппаратов и центр управления полетами (ИС КА и ЦУП) | СФУ | 6,09 | 5,47 | 8,40 | 7,73 | 12,04 | 0 | 10,81 | 25,45 | 12,25 |
| 2 | 2020 | Информационные системы космических аппаратов и центр управления полетами (ИС КА и ЦУП) | СФУ | 6,92 | 8,35 | 2,15 | 7,01 | 20,19 | 0,95 | 16,57 | 18,01 | 12,04 |
| 3 | 2019 | Высокопроизводительные вычислительные системы (Высокопроизводительные ВС) | СФУ | 5,45 | 5,45 | 7,35 | 13,43 | 19,02 | 2,20 | 0 | 26,01 | 16,39 |
| 4 | 2020 | Высокопроизводительные вычислительные системы (Высокопроизводительные ВС) | СФУ | 5,45 | 5,45 | 7,35 | 13,43 | 19,02 | 2,20 | 0 | 26,01 | 16,39 |
| 5 | 2019 | Вычислительные системы и сети | СФУ | 5,57 | 2,93 | 7,48 | 14,83 | 19,41 | 2,71 | 0 | 26,55 | 16,96 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 2018 | Интеллектуальные информационные системы (Интеллектуальные ИС) | СФУ | 5,07 | 6,70 | 6,82 | 1,11 | 20,30 | 10,67 | 0 | 27,52 | 22,19 |
| 7 | 2020 | Интеллектуальные информационные системы (Интеллектуальные ИС) | СФУ | 5,07 | 6,70 | 6,82 | 1,11 | 20,30 | 10,67 | 0 | 27,52 | 22,19 |
| 8 | 2019 | Информационное и программное обеспечение САПР (Информационное и ПО САПР) | СФУ | 6,28 | 0 | 8,44 | 14,23 | 21,88 | 2,49 | 0 | 29,93 | 18,83 |
| 9 | 2019 | Микропроцессорные системы | СФУ | 5,65 | 4.89 | 7.61 | 13.84 | 19.71 | 1.30 | 0 | 26.96 | 16.49 |
| 10 | 2020 | Микропроцессорные системы | СФУ | 5,65 | 4.89 | 7.61 | 13.84 | 19.71 | 1.30 | 0 | 26.96 | 16.49 |
| 11 | 2017 | Сети ЭВМ и телекоммуникации | СФУ | 17,08 | 0 | 15,18 | 16,13 | 12,71 | 0 | 0 | 22,77 | 12,42 |
| 12 | 2018 | Сети ЭВМ и телекоммуникации | СФУ | 17,08 | 0 | 15,18 | 16,13 | 12,71 | 0 | 0 | 22,77 | 12,42 |
| 13 | 2019 | Сети ЭВМ и телекоммуникации | СФУ | 5,54 | 0,32 | 5,75 | 16,26 | 24,01 | 2,56 | 0 | 26,42 | 18,78 |
| 14 | 2019 | Технология разработки программного обеспечения (технология разработки ПО) | СФУ | 5,99 | 14,52 | 8,06 | 1,65 | 22,27 | 1,38 | 0 | 28,57 | 18,00 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 2020 | Технология разработки программного обеспечения (технология разработки ПО) | СФУ | 5,99 | 14,52 | 8,06 | 1,65 | 22,27 | 1,38 | 0 | 28,57 | 18,00 |
| 16 | 2020 | Цифровые интеллектуальные системы управления (Digital intelligent control systems) | СФУ | 11,03 | 6,82 | 29,62 | 9,48 | 8,56 | 0 | 0 | 16,99 | 11,70 |
| 17 | 2019 | Программное обеспечение интеллектуальных систем и технологий (ПО ИС и технологий), специализация 1: Интеллектуальные транспортные системы | ИТМО | 15,07 | 0 | 8,78 | 5,23 | 21,58 | 1,17 | 10,93 | 17,56 | 12,58 |
| 18 | 2019 | Программное обеспечение интеллектуальных систем и технологий (ПО ИС и технологий), специализация 2: Интеллектуальные системы поддержки принятия решений | ИТМО | 8,27 | 0,73 | 19,80 | 9,58 | 12,95 | 0,87 | 11,97 | 16,32 | 9,63 |
| 19 | 2019 | Компьютерные системы и технологии, специализация 1: Вычислительные системы и сети | ИТМО | 11,10 | 4,14 | 13,25 | 14,08 | 14,78 | 1,66 | 0 | 18,63 | 11,79 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2019 | Компьютерные системы и технологии, специализация 2: Системы на кристалле | ИТ-МО | 9,33 | 0,70 | 11,15 | 13,03 | 12,43 | 0,84 | 10,10 | 15,67 | 8,66 |
| 21 | 2019 | Компьютерные системы и технологии, специализация 3: Встраиваемые и киберфизические системы | ИТ-МО | 11,42 | 0,85 | 13,63 | 10,91 | 15,21 | 7,24 | 0 | 19,17 | 13,70 |
| 22 | 2019 | Компьютерные системы и технологии, специализация 4: Теллекоммуникационные системы | ИТ-МО | 9,77 | 0 | 11,67 | 12,91 | 13,01 | 5,47 | 5,10 | 16,41 | 11,36 |
| 23 | 2020 | Информатика и вычислительная техника в инновационном бизнесе (ИиВТ и инновационном бизнесе | МГУТУ | 5,24 | 0,40 | 10,88 | 10,38 | 12,43 | 0 | 5,31 | 30,21 | 15,10 |
| 24 | 2019 | Защищенные автоматизированные системы обработки информации и управления (Защищенные АС обработки информации и управления) | МИФИ | 11,75 | 0 | 34,96 | 8,31 | 19,77 | 0,86 | 0 | 15,19 | 16,83 |
| 25 | 2020 | Защищенные высокопроизводительные вычислительные системы (Защищенные высокопроизводительные ВС) | МИФИ | 10,70 | 1,10 | 29,07 | 18,29 | 7,27 | 3,71 | 0 | 6,77 | 16,95 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 | 2019 | Технологии виртуальной и дополненной реальности для проектирования технологических систем | МИФИ | 18,07 | 4,68 | 36,47 | 3,09 | 11,92 | 1,08 | 5,40 | 5,04 | 10,84 |
| 27 | 2018 | Прикладные информационные системы и технологии | НГТУ | 8,48 | 2,57 | 16,70 | 14,15 | 3,08 | 9,76 | 0 | 9,10 | 12,04 |
| 28 | 2018 | Кибербезопасность информационных систем | НГТУ | 6,77 | 0,77 | 13,34 | 13,75 | 2,46 | 7,18 | 9,75 | 7,27 | 10,72 |
| 29 | 2020 | Компьютерное моделирование и анализ данных (Компьютерное моделирование и АД) | НГУ | 24,03 | 0,27 | 15,83 | 8,44 | 30,06 | 0 | 0 | 12,66 | 11,04 |
| 26 | 2019 | Технологии виртуальной и дополненной реальности для проектирования технологических систем | МИФИ | 18,07 | 4,68 | 36,47 | 3,09 | 11,92 | 1,08 | 5,40 | 5,04 | 10,84 |
| 27 | 2018 | Прикладные информационные системы и технологии | НГТУ | 8,48 | 2,57 | 16,70 | 14,15 | 3,08 | 9,76 | 0 | 9,10 | 12,04 |
| 28 | 2018 | Кибербезопасность информационных систем | НГТУ | 6,77 | 0,77 | 13,34 | 13,75 | 2,46 | 7,18 | 9,75 | 7,27 | 10,72 |
| 29 | 2020 | Компьютерное моделирование и анализ данных (Компьютерное моделирование и АД) | НГУ | 24,03 | 0,27 | 15,83 | 8,44 | 30,06 | 0 | 0 | 12,66 | 11,04 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 2020 | Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем (Информационное и ПО АС) | ОГУ | 8,63 | 4,48 | 12,81 | 8,46 | 24,96 | 3,98 | 0 | 18,01 | 15,64 |
| 31 | 2019 | Распределенные информационно-вычислительные системы и телекоммуникации (Распределенные ИВС и телекоммуникации) | ОГУ | 8,26 | 0,38 | 12,32 | 18,82 | 22,70 | 1,50 | 0 | 15,32 | 15,51 |
| 32 | 2020 | Системы автоматизации проектирования в машиностроении | ОГУ | 9,93 | 5,33 | 14,79 | 2,50 | 22,39 | 3,16 | 4,21 | 20,15 | 14,74 |
| 33 | 2019 | Программное обеспечение интеллектуальных систем и технологий (ПО ИС и технологий) | ИТМО | 15,07 | 0 | 8,78 | 5,23 | 21,58 | 1,17 | 10,93 | 17,56 | 12,58 |
| 34 | 2018 | Программное обеспечение интеллектуальных систем (ПО ИС) | БГТУ | 0 | 11,80 | 0 | 7,51 | 7,66 | 17,28 | 0 | 15,33 | 17,74 |
| 35 | 2019 | Программное обеспечение интеллектуальных систем (ПО ИС) | БГТУ | 13,48 | 4,79 | 5,12 | 3,30 | 14,31 | 10,59 | 2,20 | 20,09 | 16,52 |
| 36 | 2018 | Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем (Информационное и ПО АС) | ОмГТУ | 1,61 | 2,01 | 0 | 18,43 | 8,05 | 7,72 | 0 | 27,29 | 17,75 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37 | 2019 | Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем (Информационное и ПО АС) | Ом-ГТУ | 32,10 | 6,75 | 19,30 | 1,30 | 15,91 | 0,78 | 0 | 14,27 | 12,30 |
| 38 | 2020 | Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем (Информационное и ПО АС) | Ом-ГТУ | 32,10 | 6,75 | 19,30 | 1,30 | 15,91 | 0,78 | 0 | 14,27 | 12,30 |
| 39 | 2018 | Отказоустойчивые вычислительные системы и компьютерный анализ данных (Отказоустойчивые ВС и компьютерный АД) | Ом-ГТУ | 1,59 | 2,59 | 0 | 11,68 | 7,96 | 13,49 | 0 | 27,64 | 20,81 |
| 40 | 2019 | Проектирование отказоустойчивых вычислительных систем (Проектирование отказоустойчивых ВС) | Ом-ГТУ | 28,64 | 2,96 | 17,22 | 7,87 | 14,20 | 3,12 | 0 | 12,03 | 9,01 |
| 41 | 2020 | Проектирование отказоустойчивых вычислительных систем (Проектирование отказоустойчивых ВС) | Ом-ГТУ | 28,64 | 2,96 | 17,22 | 7,87 | 14,20 | 3,12 | 0 | 12,03 | 9,01 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 2020 | Математические методы и программное обеспечение защиты информации ( Математические методы и ПО защиты информации) | Ом-ГТУ | 26,59 | 0 | 15,62 | 1,29 | 12,57 | 3,48 | 15,37 | 11,89 | 5,56 |
| 43 | 2020 | Математические методы и программное обеспечение защиты информации ( Математические методы и ПО защиты информации) | Ом-ГТУ | 26,59 | 0 | 15,62 | 1,29 | 12,57 | 3,48 | 15,37 | 11,89 | 5,56 |
| 44 | 2020 | Информационные технологии в логистике (ИТ в логистике) | РГУ | 12,19 | 0 | 5,99 | 0 | 34,26 | 0 | 31,31 | 13,20 | 15,14 |
| 45 | 2019 | информационное и программное обеспечение систем автоматизированного проектирования (информационное и ПО САП) | ЛЭ-ТИ | 12,65 | 4,02 | 11,79 | 10,45 | 9,11 | 9,65 | 5,09 | 5,63 | 7,90 |
| 46 | 2018 | Компьютерные технологии и методы извлечения знаний (Computer Science and Knowledge Discovery) | ЛЭ-ТИ | 14,04 | 2,97 | 14,87 | 7,29 | 10,11 | 13,98 | 0 | 7,14 | 10,51 |
| 47 | 2019 | Компьютерные технологии инжиниринга | ЛЭ-ТИ | 13,79 | 3,10 | 12,85 | 11,97 | 9,93 | 8,76 | 0 | 9,64 | 9,16 |
| 48 | 2019 | Программное обеспечение информационных и вычислительных систем (ПО ИиВС) | ЛЭ-ТИ | 13,29 | 9,40 | 12,39 | 15,82 | 9,57 | 1,13 | 0 | 7,71 | 9,28 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 49 | 2019 | Проектирование интегрированных аппаратно-программных микросистем | ЛЭТИ | 12,37 | 2,10 | 11,53 | 15,91 | 8,91 | 2,10 | 9,56 | 5,50 | 9,22 |
| 50 | 2019 | Распределенные интеллектуальные системы и технологии (Распределенные ИС и технологии) | ЛЭТИ | 14,04 | 4,70 | 13,09 | 12,70 | 10,11 | 9,52 | 0 | 6,25 | 8,23 |
| 51 | 2020 | Разработка интернет-приложений | ТПУ | 13,71 | 7,25 | 13,13 | 19,96 | 5,22 | 0 | 0 | 11,60 | 11,33 |
| 52 | 2020 | Искусственный интеллект и машинное обучение (ИИ и машинное обучение) | ТПУ | 12,95 | 8,17 | 12,40 | 6,11 | 4,93 | 16,02 | 0 | 9,13 | 10,11 |
| 53 | 2020 | Элементы и устройства вычислительной техники и информационных систем (Элементы и устройства ВТ и ИС) | ЮЗГУ | 6,89 | 0,46 | 22,11 | 8,91 | 10,91 | 10,48 | 0 | 19,10 | 16,04 |
| 54 | 2019 | Элементы и устройства вычислительной техники и информационных систем (Элементы и устройства ВТ и ИС) | ЮЗГУ | 6,89 | 0,46 | 22,11 | 8,91 | 10,91 | 10,48 | 0 | 19,10 | 16,04 |
| 55 | 2020 | Технологии интернета вещей | ЮУрГУ | 5,93 | 4,28 | 14,89 | 20,31 | 11,32 | 4,44 | 0 | 9,79 | 12,63 |

Продолжение приложения Б

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 56 | 2019 | Автоматизация управления в социальных и экономических системах (АУ в социальных и экономических системах) | ЮУрГУ | 5,55 | 0 | 16,18 | 6,50 | 14,20 | 6,37 | 11,03 | 18,39 | 12,42 |
| 57 | 2020 | Автоматизация управления в социальных и экономических системах (АУ в социальных и экономических системах) | ЮУрГУ | 5,55 | 0 | 16,18 | 6,50 | 14,20 | 6,37 | 11,03 | 18,39 | 12,42 |
| 58 | 2019 | Анализ данных и методы искусственного интеллекта (АД и методы ИИ) | ЮУрГУ | 5,65 | 3,16 | 16,49 | 3,51 | 14,47 | 17,82 | 0 | 14,41 | 16,98 |
| 59 | 2020 | Анализ данных и методы искусственного интеллекта (АД и методы ИИ) | ЮУрГУ | 5,65 | 3,16 | 16,49 | 3,51 | 14,47 | 17,82 | 0 | 14,41 | 16,98 |
| 60 | 2020 | Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем (ПО ВТ и АС) | СибГУ | 10,27 | 0,92 | 13,85 | 15,07 | 7,62 | 5,19 | 5,51 | 10,68 | 9,68 |
| 61 | 2019 | Интеллектуальные системы | СибГУ | 10,19 | 4,18 | 13,74 | 3,92 | 7,56 | 22,29 | 0 | 7,09 | 13,72 |
| 62 | 2019 | Информатика и вычислительный техника (ИиВТ) | СибГУ | 10,90 | 0 | 10,12 | 3,89 | 28,03 | 7,79 | 0,97 | 20,12 | 20,01 |
| 63 | 2019 | Компьютерное моделирование | СибГУ | 11,35 | 0 | 15,30 | 1,86 | 8,42 | 21,28 | 3,83 | 9,09 | 14,11 |

Продолжение приложения Б

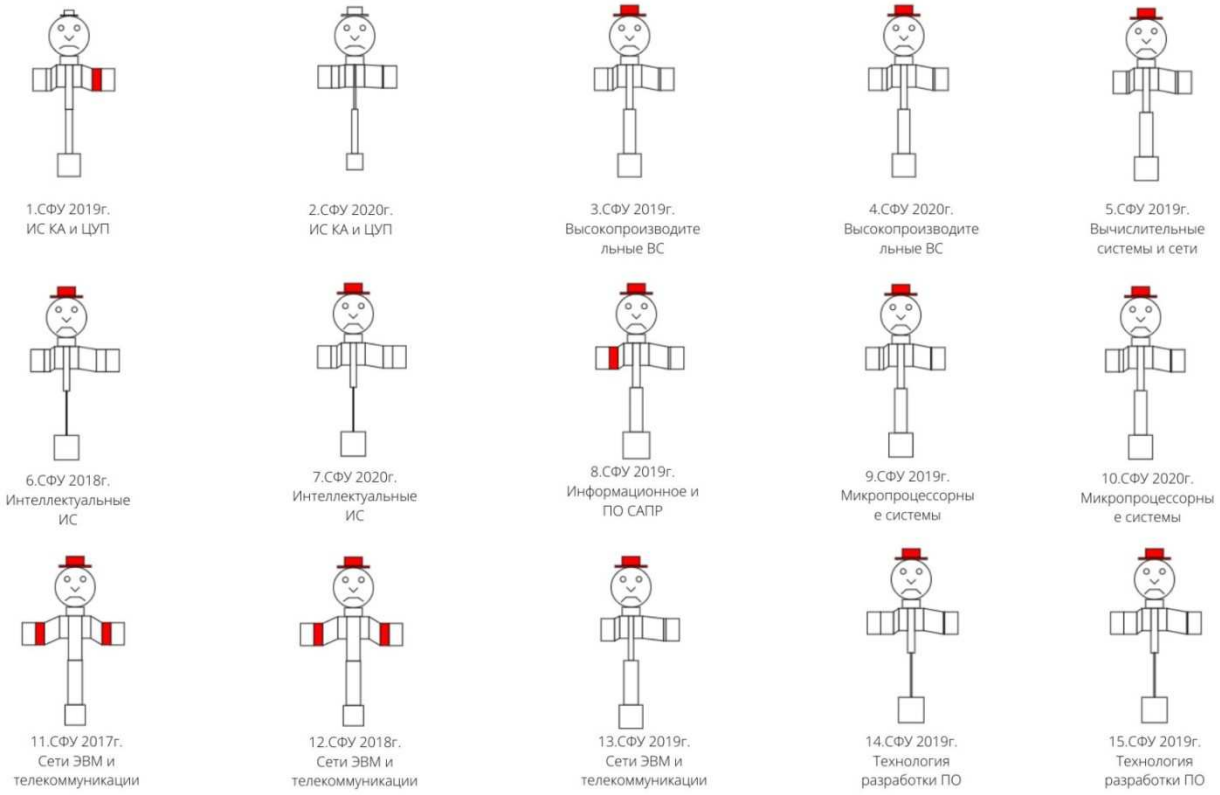
| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64 | 2021 | Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами (ИС КА и ЦУП) | СФУ | 6,92 | 8,35 | 2,15 | 7,00 | 20,19 | 0,95 | 16,57 | 18,00 | 12,04 |
| 65 | 2020 | Системы автоматизированного проектирования | МГТУ | 29.89 | 0 | 21,43 | 0 | 29,67 | 0 | 0 | 18,61 | 14,18 |
| 66 | 2020 | Распределенные информационно-управляющие комплексы | ПетрГУ | 10,46 | 1,85 | 40 | 7,18 | 9,26 | 0 | 0 | 22,22 | 16,59 |
| 67 | 2019 | Системная аналитика и программирование | СевГУ | 18,42 | 0 | 27,91 | 0 | 29,33 | 4,08 | 0 | 13,30 | 14,05 |
| 68 | 2020 | Системная аналитика и программирование | СевГУ | 16,87 | 0 | 21,16 | 0 | 36,75 | 4,93 | 0 | 13,19 | 16,71 |
| 69 | 2019 | Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем (Информационное и ПО АС) | НВГУ | 20,85 | 6,76 | 10,61 | 3,00 | 27,49 | 1,73 | 0 | 18,11 | 15,33 |
| 64 | 2021 | Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами (ИС КА и ЦУП) | СФУ | 6,92 | 8,35 | 2,15 | 7,00 | 20,19 | 0,95 | 16,57 | 18,00 | 12,04 |
| 65 | 2020 | Системы автоматизированного проектирования | МГТУ | 29.89 | 0 | 21,43 | 0 | 29,67 | 0 | 0 | 18,61 | 14,18 |
| 66 | 2020 | Распределенные информационно-управляющие комплексы | ПетрГУ | 10,46 | 1,85 | 40 | 7,18 | 9,26 | 0 | 0 | 22,22 | 16,59 |
| 67 | 2019 | Системная аналитика и программирование | СевГУ | 18,42 | 0 | 27,91 | 0 | 29,33 | 4,08 | 0 | 13,30 | 14,05 |

Окончание приложения Б

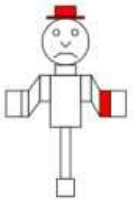
| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 68 | 2020 | Системная аналитика и программирование | Сев-ГУ | 16,87 | 0 | 21,16 | 0 | 36,75 | 4,93 | 0 | 13,19 | 16,71 |
| 69 | 2019 | Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем (Информационное и ПО АС) | НВГУ | 20,85 | 6,76 | 10,61 | 3,00 | 27,49 | 1,73 | 0 | 18,11 | 15,33 |
| 70 | 2020 | Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем (Информационное и ПО АС) | НВГУ | 19,85 | 6,66 | 12,93 | 2,95 | 28,84 | 1,70 | 0 | 15,74 | 14,23 |
| 71 | 2020 | Искусственный интеллект и большие данные (ИИ и большие данные) | ДВФУ | 8,14 | 7,51 | 3,70 | 10,89 | 20,18 | 4,78 | 0 | 15,43 | 15,04 |
| 72 | 2019 | Управление разработкой программных продуктов | СВФУ | 7,64 | 9,81 | 0 | 15,06 | 12,24 | 2,73 | 0 | 23,81 | 14,07 |
| 73 | 2020 | Системы мультимедиа и компьютерная графика | ДВГУПС | 12,37 | 4,39 | 17,01 | 2,97 | 33,68 | 3,40 | 0 | 10,05 | 15,10 |

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

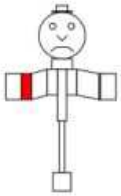
## Визуализации учебных балансировки знаний в учебных планов в нотации UGVA



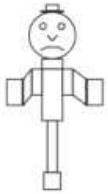
Продолжение приложения В



16.СФУ 2020г.
Цифровые
интеллектуальные СУ

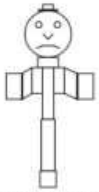


17. ИТМО 2019г.
ПО ИС и технологий
спец 1.

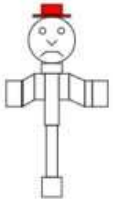


18. ИТМО 2019г.
ПО ИС и технологий
спец 2.

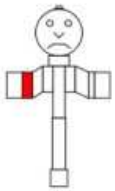
19. ИТМО 2019г.
Компьютерные
системы и технологии
спец 1.



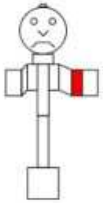
20. ИТМО 2019г.
Компьютерные
системы и технологии
спец 2.



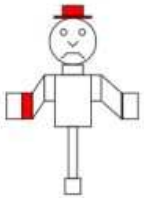
21. ИТМО 2019г.
Компьютерные
системы и технологии
спец 3.



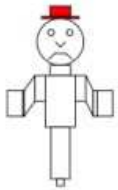
22. ИТМО 2019г.
Компьютерные
системы и технологии
спец 4.



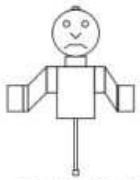
23. МГУТУ 2020г.
ИиВТ в инновационном
бизнесе



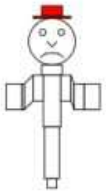
24. МИФИ 2019г.
Защищенные АС
обработки информации
и управления



25. МИФИ 2020г.
Защищенные
высокопроизводительные
ВС

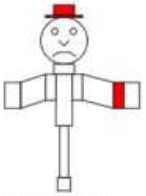


26. МИФИ 2019г.
Технологии виртуальной и
дополненной реальности для
проектирования технологических
систем



27. НГТУ 2018г.
Прикладные
информационные
системы и технологии

28. НГТУ 2018г.
Кибербезопасность
информационных
систем



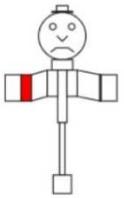
29. НГУ 2020г.
Компьютерное
моделирование и АД

30. ОГУ 2020г.
Информационное и ПО
АС

Продолжение приложения В

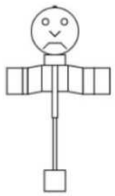
31. ОГУ 2019г.
Распределенные ИВС и телекоммуникации

32. ОГУ 2020г.
Системы автоматизации проектирования в машиностроении



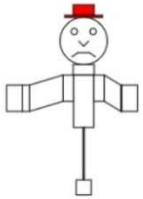
33. ИТМО 2019г.
ПО ИС и технологий

34. БГТУ 2018г.
ПО ИС

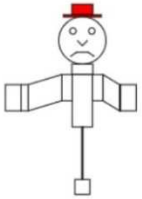


35. БГТУ 2019г.
ПО ИС

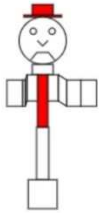
36. ОмГТУ 2018г.
Информационное и ПО АС



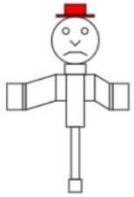
37. ОмГТУ 2019г.
Информационное и ПО АС



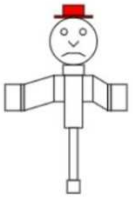
38. ОмГТУ 2020г.
Информационное и ПО АС



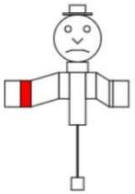
39. ОмГТУ 2018г.
Отказоустойчивые ВС и компьютерный АД



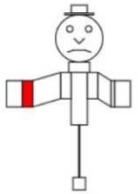
40. ОмГТУ 2019г.
Проектирование отказоустойчивых ВС



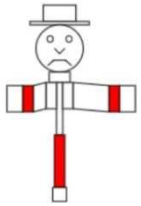
41. ОмГТУ 2020г.
Проектирование отказоустойчивых ВС



42. ОмГТУ 2020г.
Математические методы и ПО защиты информации



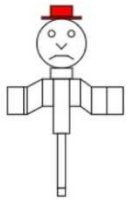
43. ОмГТУ 2020г.
Математические методы и ПО защиты информации



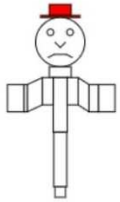
44. РГУ 2020г.
ИТ в логистике

45. ЛЭТИ 2019г.
информационное и ПО САП

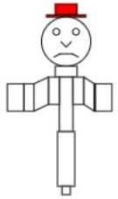
Продолжение приложения В



46. ЛЭТИ 2018г.
Компьютерные технологии и методы извлечения знаний

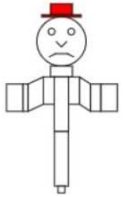


47. ЛЭТИ 2019г.
Компьютерные технологии инжиниринга

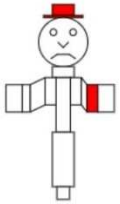


48. ЛЭТИ 2019г.
ПО ИиВС

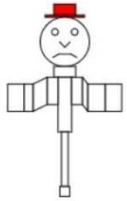
49. ЛЭТИ 2019г.
Проектирование интегрированных аппаратно-программных микросистем



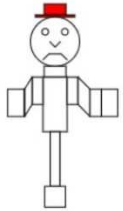
50. ЛЭТИ 2019г.
Распределенные ИС и технологии



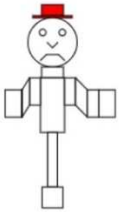
51. ТПУ 2020г.
Разработка интернет-приложений



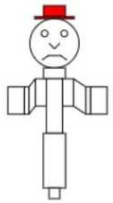
52. ТПУ 2020г.
ИИ и машинное обучение



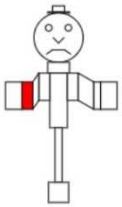
53. ЮЗГУ 2020г.
Элементы и устройства ВТ и ИС



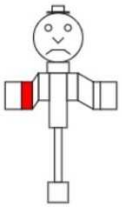
54. ЮЗГУ 2019г.
Элементы и устройства ВТ и ИС



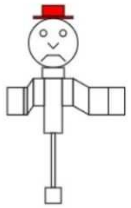
55. ЮУрГУ 2020г.
Технологии интернета вещей



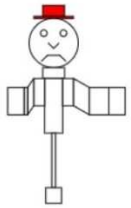
56. ЮУрГУ 2019г.
АУ в социальных и экономических системах



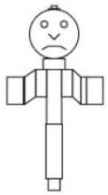
57. ЮУрГУ 2020г.
АУ в социальных и экономических системах



58. ЮУрГУ 2019г.
АД и методы ИИ

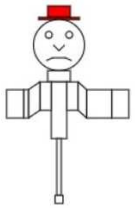


59. ЮУрГУ 2020г.
АД и методы ИИ

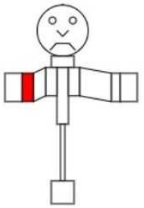


60. СибГУ 2020г.
ПО ВТ и АС

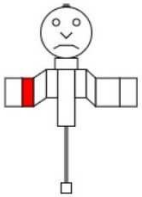
Окончание приложения В



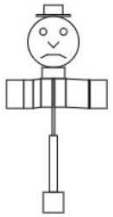
61. СибГУ 2019г.
Интеллектуальные системы



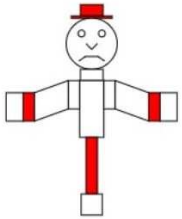
62. СибГУ 2019г.
ИиВТ



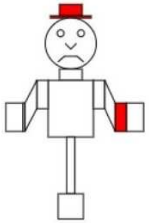
63. СибГУ 2019г.
Компьютерное моделирование



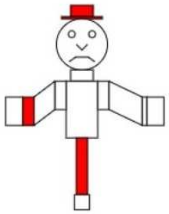
64. СФУ 2021г.
ИС КА и ЦУП



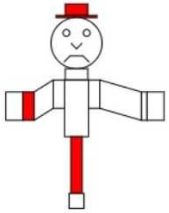
65. МГТУ 2020г.
Системы автоматизированного проектирования



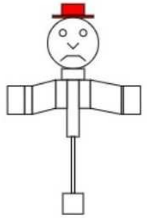
66. ПетрГУ 2020г.
Распределенные информационно-управляющие комплексы



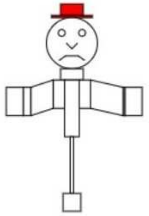
67. СевГУ 2019г.
Системная аналитика и программирование



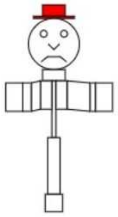
68. СевГУ 2020г.
Системная аналитика и программирование



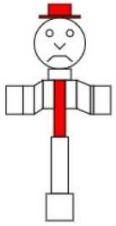
69. НВГУ 2019г.
Информационное и ПО АС



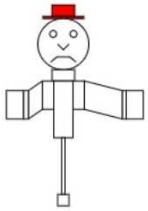
70. НВГУ 2020г.
Информационное и ПО АС



71. ДВФУ 2020г.
ИИ и большие данные



72. СВФУ 2019г.
Управление разработкой программных продуктов



73. ДВГУПС 2020г.
Системы мультимедиа и компьютерная графика

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
«28» 06 2021 г.

# МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Модификация метода автоматизированной балансировки состава учебного плана подготовки ИТ-специалистов»
тема

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»
код и наименование магистерской программы

| | | | |
|---|---|---|---|
| Научный руководитель | подпись, дата | доцент МБК ПФиКТ, канд.техн.наук<br>должность, ученая степень | В.А. Углев<br>инициалы, фамилия |
| Выпускник | подпись, дата | | С.А. Куклева<br>инициалы, фамилия |
| Рецензент | подпись, дата | начальник сектора, отдел 102 АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнева», канд.техн.наук<br>должность, ученая степень | Е.В. Ислентьев<br>инициалы, фамилия |
| Нормоконтролер | 23.06.21<br>подпись, дата | профессор МБК ПФиКТ, д-р техн.наук, доцент<br>должность, ученая степень | В.Е. Чеботарев<br>инициалы, фамилия |

Красноярск 2021