

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  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

«Модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по  
направлению «Системный анализ и управление» с элементами визуального  
представления»  
тема

27.04.03 «Системный анализ и управление»  
код и наименование направления

27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»  
код и наименование магистерской программы

Научный  
руководитель

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

доцент МБК ПФиКТ,  
канд. техн. наук

\_\_\_\_\_  
должность, ученая степень

В.А. Углев

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Д.А. Проценко

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Рецензент

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

начальник группы АО  
«ИСС» имени  
академика М.Ф.

Решетнёва»,

канд. техн. наук

\_\_\_\_\_  
должность, ученая степень

Ю.В. Кочев

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Нормоконтролёр

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

профессор  
МБК ПФиКТ,

д-р техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_  
должность, ученая степень

В.Е. Чеботарёв

\_\_\_\_\_  
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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

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

Студенту: Проценко Дарье Алексеевне.

Группа КИ19-03-6М.

Направление (специальность) 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Тема выпускной квалификационной работы: «Модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению «Системный анализ и управление» с элементами визуального представления».

Утверждена приказом по университету № 3215/с от 09.03.2021.

Руководитель ВКР: канд. техн. наук, доцент МБК ПФиКТ СФУ Виктор Александрович Углев.

Исходные данные для ВКР: учебные планы магистратуры российских вузов по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Перечень разделов ВКР:

1 Содержание учебных программ магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

2 Разработка модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

3 Рекомендации по балансировке содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов».

Перечень графического материала: 4 таблицы, 15 рисунков.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

В.А. Углев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

подпись

Д.А. Проценко

инициалы и фамилия

«01» февраля 2021 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению «Системный анализ и управление» с элементами визуального представления» содержит 74 страницы текстового документа, 4 таблицы, 15 рисунков, 3 приложения, список литературы из 64 использованных источников.

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ, МАГИСТРАТУРА, УЧЕБНЫЙ ПЛАН, БАЛАНС НАГРУЗКИ, МЕТОД УНИФИЦИРОВАННОГО ГРАФИЧЕСКОГО ВОПЛОЩЕНИЯ АКТИВНОСТИ.**

Объект диссертационного исследования – учебный план магистерской программы по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Предмет исследования – баланс содержания учебного плана магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Целью исследования является разработка модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

В результате исследования предложена частная модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» на основе метода унифицированного графического воплощения активности.

Предложенная модель использована для разработки рекомендаций по балансировке содержания учебного плана магистратуры, разработанного в соответствии с ФГОС ВО 3++ для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета, готовящего кадры для АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва».

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 7  |
| 1 Содержание учебных программ магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».....  | 10 |
| 1.1 Системный анализ как специальность подготовки специалистов в области информационных технологий.....  | 10 |
| 1.1.1 Системный анализ как научно-методологическая дисциплина.....   | 10 |
| 1.1.2 Роль системного анализа в практической деятельности .....  | 11 |
| 1.1.3 Подготовка специалистов по системному анализу и управлению в системе высшего образования.....  | 13 |
| 1.2 Общая модель структуры учебного плана .....  | 15 |
| 1.3 Методы оценки баланса и визуального представления содержания учебных планов .....  | 19 |
| 1.4 Постановка задачи.....   | 26 |
| 1.5 Выводы по главе.....   | 28 |
| 2 Разработка модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление»   | 30 |
| 2.1 Формирование компетентностной модели специалиста по системному анализу .....   | 30 |
| 2.1.1 Компетентностный подход в высшем образовании .....   | 30 |
| 2.1.2 Требования к компетенциям специалиста по системному анализу и управлению, задаваемые в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования ..... | 32 |
| 2.1.3 Требования к компетенциям специалиста по системному анализу и управлению, задаваемые в профессиональном стандарте.....   | 35 |
| 2.1.4 Ключевые профессиональные умения специалиста по системному анализу и управлению .....  | 37 |
| 2.2 Оценка сбалансированности учебных планов магистратуры по направлению «Системный анализ и управление».....  | 39 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.3 | Частная модель визуализации содержания учебной программы магистратуры по направлению «Системный анализ и управление».....   | 45 |
| 2.4 | Визуализация содержания учебных планов методом унифицированного графического воплощения активности.....   | 48 |
| 2.5 | Выводы по главе.....  | 52 |
| 3   | Рекомендации по балансировке содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»..... | 53 |
| 3.1 | Выявление особенностей учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» .....   | 53 |
| 3.2 | Рекомендации по балансировке содержания учебного плана для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов».....   | 59 |
| 3.3 | Выводы по главе.....  | 62 |
|     | Заключение .....  | 63 |
|     | Список сокращений .....   | 65 |
|     | Список использованных источников .....  | 66 |
|     | Приложение А Экспертные оценки вклада учебных дисциплин в формирование профессиональных умений для учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» (ФГОС ВО 3+).....     | 75 |
|     | Приложение Б Экспертные оценки вклада учебных дисциплин в формирование профессиональных умений для учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» (ФГОС ВО 3++).....    | 77 |
|     | Приложение В Показатели сбалансированности учебных планов магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» .....  | 79 |

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня перед обществом остро стоит проблема качества подготовки высококвалифицированных кадров. Немаловажный вклад в решение данной проблемы должна вносить система высшего образования. Благодаря произошедшим в последнее десятилетие изменениям в сфере образования в связи с вступлением России в Болонский процесс и присоединением к европейскому образовательному пространству система высшего образования стала более гибкой и ориентированной на профессиональную деятельность. Утверждение компетентностного подхода обусловило необходимость обновления содержания высшего профессионального образования. Теперь стало возможным разрабатывать качественные образовательные программы, оптимально сочетая требования мировой образовательной системы, федеральные требования и реальные требования региональных рынков труда.

Текущая нормативная база (ФГОС ВО 3++) предоставляет высшим учебным заведениям больше свободы при составлении образовательных программ, не накладывая существенных ограничений на их содержание и структуру, что позволяет вузам оперативно реагировать на запросы рынка труда. Но вместе с тем, можно наблюдать, что вузы, получив большую свободу, зачастую формируют учебные программы бессистемно. Учебные программы одного направления подготовки, разработанные разными высшими учебными заведениями, могут сильно не коррелировать друг с другом. Они могут уходить как в излишнюю специализацию, так и давать слишком общую подготовку. Любые перекосы негативно сказываются на качестве подготовки.

Исходя из вышеизложенного, выделим следующие проблемы:

- несоответствие между уровнем подготовки выпускника высшего учебного заведения и требованиями работодателей;
- несбалансированность содержания предлагаемых учебных программ.

В этой связи крайне актуальной становится потребность оценки сбалансированности содержания предлагаемых учебных программ и их

сравнения с целью определения уровня качества подготовки выпускников и их способности удовлетворять требованиям работодателей. Для данного исследования нами выбрано направление магистерской подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление», как одно из наиболее востребованных в области информационных технологий.

Целью диссертационного исследования является разработка модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Для достижения поставленной цели исследования необходимо решить ряд задач:

- 1) проанализировать и оценить баланс содержания учебных программ магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемых российскими вузами;

- 2) предложить модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление»;

- 3) сформулировать рекомендации по балансировке содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета.

Объектом исследования являются учебные планы магистратуры направления 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемые российскими вузами.

Предмет исследования – баланс содержания учебного плана магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Научная новизна исследования заключается в разработке частной модели гармонизации (балансировки) содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Практическая значимость работы состоит в разработке рекомендаций по балансировке содержания учебной программы для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального



университета, готовящего кадры для АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва».

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения и списка использованных источников.

В первой главе рассмотрены основные требования к содержанию учебной программы подготовки магистров по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление». Обозначена проблема несогласованности профессиональных образовательных программ одного направления подготовки, предлагаемых различными вузами. Рассмотрены имеющиеся методы оценки баланса и визуализации содержания учебных программ.

Во второй главе проведена оценка сбалансированности содержания учебных программ подготовки магистров по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемых российскими вузами. Предложена и описана частная модель визуализации содержания учебных программ указанного направления. Построены визуальные образы содержания рассматриваемых учебных программ и проведено их сравнение между собой.

В третьей главе на основе предложенной модели сформулированы рекомендации по гармонизации содержания учебного плана магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета.

# **1 Содержание учебных программ магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление»**

## **1.1 Системный анализ как специальность подготовки специалистов в области информационных технологий**

### **1.1.1 Системный анализ как научно-методологическая дисциплина**

Составляющими понятия «системный анализ» являются слова «анализ» и «система». Под системой понимается совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, объединённых в интересах достижения общей цели. Под анализом в целом подразумевается метод исследования, заключающийся в разложении целого на составные части и более детальном их изучении. То есть анализ рассматривается как один из методов исследования системы. Понятие «системный анализ» рассматривается более широко. Термин «системный анализ» был введён в 1948 году корпорацией RAND в связи с задачами внешнего управления. Системный анализ определяется как «вид научно-технической деятельности, необходимый для исследования, разработки, управления сложными объектами» [1].

Источником появления системного анализа и других системных дисциплин является общая теория систем Людвига фон Берталанфи, предложенная им в 1930-е гг. XX века. Изначально общая теория систем служила для обобщения знаний о системах различного происхождения. Позднее вследствие развития различных научно-технических направлений в рамках теории выделилось несколько системных дисциплин: кибернетика, исследование операций, системотехника (системная инженерия). Методология общей теории систем всё больше находила применение у практиков, и в ходе работ, связанных с проектированием сложных систем, сформировалось отдельное направление общей теории систем – системный анализ. Исторически системный анализ является развитием таких дисциплин как системотехника и

исследование операций. Системотехника (аналог системной инженерии) – это научно-техническая дисциплина, охватывающая вопросы проектирования, создания, испытания и эксплуатации сложных систем. Исследование операций – наука, изучающая рациональные способы организации деятельности человека. Таким образом, «системный анализ представляет собой совокупность методов исследования систем, методик выработки и принятия решений при проектировании, конструировании и управлении сложными объектами различной природы» [1].

Интерес к системным исследованиям в практической деятельности человека связан с непрерывным ростом сложности техники и технологий. Научно-технический прогресс обусловил появление и усложнение большого количества различных систем. Системный анализ применяется, главным образом, к исследованию искусственных систем, в которых немаловажную роль играет деятельность человека. Методы системного анализа и управления получили широкое распространение и становятся всё более необходимыми во многих отраслях человеческой деятельности.

### **1.1.2 Роль системного анализа в практической деятельности**

Системный анализ можно успешно применять для решения практически любых сложных задач. В рамках системного анализа может быть исследована любая система независимо от сферы её применения. Объектом системного анализа могут быть технические, экологические, экономические, технологические, социальные, информационные и многие другие системы. В ходе проведения системного анализа не только изучается сама проблема, но и создаются средства, позволяющие обеспечить рациональное управление и содействовать её разрешению. Итогом системного анализа является выбор оптимальной альтернативы, наиболее удовлетворяющей условиям поставленной задачи. Как следствие, принимается управленческое решение, которое в максимальной степени учитывает все задаваемые условия и

ограничения. Вся эта деятельность носит комплексный, междисциплинарный характер и объединяет как исследовательские функции, так и решение практических задач. Междисциплинарность системного анализа заключается в том, что он имеет дело с объектами такой сложности, что для исследования поведения системы требуются теоретические знания из различных областей, связанных с различными аспектами исследуемой системы.

Не удивительно, что в связи с широким внедрением в практическую деятельность человека, системный анализ как область знаний стал профессией. Профессия системного аналитика появилась в 60-е годы XX века. В то время под системными аналитиками понимались специалисты, способные решать широкий круг организационно-технических проблем, имеющих сложную междисциплинарную природу. Для решения сложных задач применялись, главным образом, количественные математические методы. Далее, по мере развития информационных технологий и увеличения мощности вычислительных устройств, всё более широко стали применяться качественные методы создания организационно-технических систем – программы, алгоритмы, методы обработки данных. Специалист по системному анализу и управлению отвечает за проектирование и поддержание функционирования сложных систем управления, моделирование объектов и процессов исследования и управление ими, постановку задач исследования на основе системного анализа.

Учитывая то, что специалисты по системному анализу и управлению имеют дело со сложными объектами, требования к их квалификационному уровню достаточно высоки. Данным специалистам необходимо иметь профильное профессиональное образование. Им необходима хорошая подготовка, обеспечивающая глубокое изучение методов исследования различных систем и возможностей применения современных информационных технологий.

Рассмотрим, как реализуется профессиональная подготовка специалистов по системному анализу и управлению в рамках системы высшего образования.

### **1.1.3 Подготовка специалистов по системному анализу и управлению в системе высшего образования**

Сегодня специалистов по системному анализу и управлению готовят во многих университетах мира. Системный анализ и управление является одним из наиболее востребованных направлений обучения. Оно реализуется на уровне бакалавриата и на уровне магистратуры, подразумевающей более глубокую и специализированную подготовку. Практически все крупные высшие учебные заведения предлагают соответствующие учебные программы. Отдельный курс по системному анализу включают в учебные планы разных специальностей. Тенденция к росту спроса на специалистов данного профиля сохранится и в будущем.

В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» профессиональное образование определяется как «вид образования, который направлен на приобретение обучающимися в процессе освоения основных профессиональных образовательных программ знаний, умений, навыков и формирование компетенции определённого уровня и объёма, позволяющих вести профессиональную деятельность в определённой сфере и (или) выполнять работу по конкретной профессии или специальности» [56].

В 2011 году после присоединения России к Болонскому процессу [3] система высшего образования перешла от пятилетней программы специалитета к двухуровневой системе подготовки: бакалавриату и магистратуре. Продолжительность обучения в бакалавриате составляет 3-4 года, в магистратуре – 1-2 года. В соответствии с Федеральным законом № 273 от 29 декабря 2012 г. «Об образовании в Российской Федерации» [56] программа бакалавриата является первой ступенью высшего образования и предполагает развитие у студентов базовых профессиональных компетенций в выбранной сфере. Задача высших учебных заведений на уровне бакалавриата заключается в том, чтобы дать выпускнику базовое высшее образование, предполагающее достаточно широкую подготовку на основе фундаментальных и специальных

знаний. Магистратура является второй ступенью высшего образования и предполагает углубленную и специализированную подготовку в выбранной сфере. Наряду с базовыми знаниями студенты получают профессионально-прикладные знания. В приказе Министерства образования и науки Российской Федерации № 62 от 22 марта 2006 г. «Об образовательной программе высшего профессионального образования специализированной подготовки магистров» обозначено, что «цель магистерских программ – формирование высококвалифицированных кадров, подготовленных к одному или нескольким видам профессиональной деятельности» [12].

Необходимость такого перехода, особенно в сфере инженерного образования, обсуждается до сих пор. Очевидным фактом является то, что для качественной подготовки бакалаврского образования недостаточно. Уровень подготовки бакалавра ниже, чем у специалиста. Чтобы получить более высокий и качественный уровень подготовки, необходимо окончить магистратуру. При разработке магистерских программ многие вузы актуализировали курсы, преподаваемые ранее специалистам. Магистры получают более глубокую теоретическую и практическую специализацию. Выпускники магистратуры в большей степени соответствуют требованиям профессиональных сообществ к профессиональной компетентности выпускников высших учебных заведений. Именно магистерская подготовка является основой ориентации образовательных программ на реальный спрос на рынке труда.

Реализация качественных магистерских программ, в том числе по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», является важнейшим направлением в подготовке кадров высшей квалификации. Рассмотрим текущее состояние требований к разработке профессиональных образовательных программ более подробно.

## 1.2 Общая модель структуры учебного плана

Важным элементом при организации учебного процесса является учебный план. От содержания учебного плана во многом зависит качество подготовки специалистов. В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» № 273 от 29 декабря 2012 г. приводится следующее определение учебного плана: «учебный план – это документ, который определяет перечень, трудоёмкость, последовательность и распределение по периодам обучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности и, если иное не установлено Федеральным законом, формы промежуточной аттестации» [56]. Учебный план лежит в основе учебного процесса, логически связывает учебные дисциплины, формирующие компетенции, прописанные в Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) по направлению подготовки. Учебный план состоит из базовой и вариативной частей. Базовая часть является обязательной независимо от специализации (профиля) программы. Вариативная часть направлена на расширение и углубление компетенций, установленных ФГОС, и компетенций, установленных вузом дополнительно.

Учебные планы разрабатываются в строгом соответствии с ФГОС. С течением времени требования к содержанию образования меняются, ФГОС дорабатываются и изменяются.

Первое поколение государственного образовательного стандарта (ГОС-1) задавало общие для всех высших учебных заведений требования к образовательным программам в части минимально допустимого уровня содержания и фиксированной трудоёмкости и требования к уровню подготовки выпускников.

Второе поколение государственных образовательных стандартов (ГОС-2) включало строгий перечень обязательных дисциплин. Вариативная часть учебной программы составляла обычно не более 10-15% общей учебной нагрузки. Благодаря этому обеспечивалось равенство образовательных

программ различных высших учебных заведений и единство требований к результатам обучения выпускников.

В 2010 г. в России были разработаны Федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения (ФГОС ВПО / ФГОС 3), основанные на компетентностном подходе к образованию. Они включали менее жёсткие требования к содержанию образовательных программ, а по каждому направлению подготовки были введены понятия общекультурных и профессиональных компетенций. Внедрение ФГОС 3 обеспечило вузам больше свободы, поскольку доля вариативной части уже составила более 30%, а состав и структура учебных дисциплин могли различаться для разных образовательных программ. Не менее трети вариативной части учебного плана занимали элективные дисциплины (дисциплины по выбору учащихся).

Проблема несоответствия профессиональных знаний выпускников высших учебных заведений и требований конкретной профессии обусловила необходимость разработки и утверждения профессиональных стандартов, которые в соответствии со ст. 195.1 Трудового кодекса РФ, «отражают характеристики квалификации, необходимой работнику для осуществления определённого вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определённой трудовой функции» [23]. Утверждение профессиональных стандартов, определённое Постановлением Правительства РФ № 23 от 22 января 2013 г. [10], привело к обновлению Федеральных государственных образовательных стандартов. С 2014 г. были введены в действие модернизированные ФГОС третьего поколения (ФГОС ВО / ФГОС ВО 3+), целью которых было установление соответствия с требованиями Федерального закона «Об образовании» от 29 декабря 2012 г. [56]. В новой редакции ФГОС ВО сохранился акцент на компетентностный подход, но при этом была предложена ориентация содержания образовательных программ на определённый вид профессиональной деятельности с учётом потребностей рынка труда и разделения программ магистратуры (академическая или прикладная магистратура). Во ФГОС ВО была введена дополнительная



дифференциация компетенций, формируемых в результате освоения учебной программы. Помимо общекультурных и профессиональных компетенций были выделены общепрофессиональные компетенции, отобранные из профессиональных.

С 1 июля 2016 г. вступила в силу новая редакция ч. 7 ст. 11 Федерального закона № 273 от 29 декабря 2012 г. «Об образовании в Российской Федерации»: «формирование требований ФГОС профессионального образования в части профессиональной компетенции на основе профессиональных стандартов (при их наличии)» [56]. До внесения изменений при формировании ФГОС профессионального образования положения применимых профессиональных стандартов нужно было учитывать, а согласно новой редакции закона требования ФГОС в обязательном порядке формируются с учётом применимых профессиональных стандартов. С 2019 г. в силу вступили актуализированные ФГОС ВО 3++. Основной акцент в новой редакции ФГОС сделан на интеграцию трудовых функций из профессионального стандарта и профессиональных компетенций выпускника. Перечень применимых профессиональных стандартов приводится в приложении к образовательному стандарту. Существенные изменения внесены в требования по формированию компетенций выпускников. Вместо общекультурных компетенций во ФГОС ВО 3++ введены универсальные компетенции, одинаковые для всех направлений подготовки соответствующего уровня образования. Овладение универсальными компетенциями направлено на формирование личности будущих специалистов. Общепрофессиональные компетенции сформулированы по-новому, а профессиональные компетенции отныне определяются высшим учебным заведением самостоятельно на основе утверждённых на федеральном уровне профессиональных стандартов с учётом профиля образовательной программы и требований рынка труда. Ещё одним нововведением стало введение права высшего учебного заведения самому определять состав учебных дисциплин базовой части учебной программы в регламентированном стандартом объёме. ФГОС ВО 3++ не содержит перечень

учебных дисциплин, а только перечень навыков, необходимых современному специалисту. Кроме того, появилось требование о том, что количество часов лекционных занятий должно составлять не более 50% от общего количества часов аудиторных занятий, а дисциплины по выбору должны составлять не менее 30% от вариативной части учебной программы. За счёт этого обеспечивается большая адаптивность и гибкость образовательного процесса в магистратуре.

В перспективе Министерство образования и науки Российской Федерации планирует принять Федеральные образовательные стандарты четвёртого поколения (ФГОС ВО 4). Они будут регулировать не отдельные направления подготовки, а укрупнённую группу в целом и отражать единые для этой комплексной группы универсальные и общепрофессиональные компетенции.

С введением ФГОС третьего поколения высшие учебные заведения получили большую самостоятельность в формировании образовательных программ, что позволяет им реагировать на потребности рынка труда и конкурировать на рынке образовательных услуг. Положительной чертой нового поколения стандартов является большая вариативная часть, позволяющая гибко формировать учебные программы и, при необходимости, обновлять их содержание. Это особенно актуально для подготовки ИТ-специалистов. В условиях полученной свободы в формировании компетенций и учебных программ основными задачами вузов являются:

- утверждение профессиональных компетенций в соответствии с профессиональными стандартами;
- разработка образовательной программы в соответствии с потребностями рынка труда.

Однако возникают опасения, что при отсутствии в стандартах требований к конкретному содержанию образовательной программы качество подготовки специалистов может снизиться. В сложившихся условиях наблюдается ситуация, когда учебные программы одного направления, разработанные

разными высшими учебными заведениями, сильно отличаются друг от друга. Возникает вопрос: как же сравнить предлагаемые учебные планы между собой и определить, какой из них является наиболее оптимальным?

Учебный план представляет собой объект с достаточно большим количеством подлежащих анализу параметров. Оценка многопараметрического объекта является крайне сложной задачей. Для анализа, представления и получения интегральной оценки большого набора данных эффективно применять визуализацию. Графический образ в максимально информативной форме отражает значимые параметры исследуемого объекта и позволяет провести сравнение объектов между собой.

В этой связи представляется необходимым выбрать метод оценки баланса и визуального представления содержания учебных планов.

### **1.3 Методы оценки баланса и визуального представления содержания учебных планов**

Под визуализацией понимается формирование графического образа, отражающего значимые параметры исследуемого объекта. Основное преимущество визуальных моделей заключается в большом количестве параметров, которые можно отразить на одной модели. Использование графического изображения помогает существенно облегчить количественный и качественный анализ исследуемых данных. При помощи визуального образа можно зрительно определить наличие или отсутствие каких-либо особенностей отображаемых данных и наглядно увидеть величину какого-либо параметра. Кроме этого, визуальное представление помогает в решении конкретной поставленной задачи (например, провести многопараметрическое сравнение различных объектов) и, зачастую, способствует выявлению новых и практически полезных знаний.

Существует большое разнообразие способов визуального представления данных. Выберем наиболее подходящий способ графического представления

исследуемой нами системы (учебная магистерская программа), позволяющий провести её оценку, сравнение и гармонизацию.

Для проведения анализа исследуемый объект наделяется определённым множеством количественных признаков, по которым может производиться оценка и сравнение. Традиционно данные представляются в виде таблицы данных, где строкам соответствуют исследуемые параметры, а столбцам – значения признаков [7]. Для визуального отображения множества взаимосвязанных параметров базовые инструменты визуализации, такие как линейные и круговые диаграммы и графики, являются неприменимыми. Существуют следующие основные способы визуализации многопараметрических объектов [59]:

- тепловая карта;
- лица Чернова;
- радиальная диаграмма;
- диаграмма с параллельными координатами;
- бодикодер Филимонова;
- метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA) [24].

Тепловая карта подходит для быстрой визуальной оценки большой таблицы данных. Она представляет собой таблицу того же размера, что и исходная таблица данных, но значения параметров в ней заменены цветом. Как правило, более тёмные цвета обозначают большие значения. Тепловые карты дают возможность охватить одним взглядом весь набор данных, при этом выделяя отдельные показатели. Но этот инструмент плохо применим в случае, если требуется провести сравнение объектов в полном объёме, а не в разбивке по отдельным параметрам. Пример тепловой карты представлен на рисунке 1 ниже.

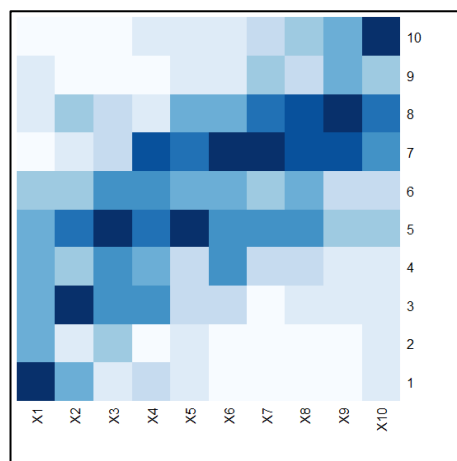


Рисунок 1 – Пример тепловой карты [22]

Несмотря на то, что, как правило, интегральное представление многопараметрического объекта можно рассматривать как уникальное и разрабатываемое для каждого объекта отдельно с учётом конкретной прикладной области, были предприняты попытки разработать универсальный метод построения интегрального представления состояния многопараметрического объекта. Одним из решений стало использование некоего образа, хорошо знакомого человеку. Идея состояла в том, что, сопоставляя состояние знакомого образа состоянию исследуемого объекта, можно построить его интегральное представление в виде этого образа. Так, в 1973 году американским математиком Г. Черновым [60] была предложена модель состояния многопараметрического объекта в виде лица человека. Выбранные параметры или группы параметров объекта соответствуют конкретным элементам лица человека. По Чернову, лицо представляет собой набор из 18 элементов, каждый из которых может принимать значение в диапазоне от 0 до 1. Внешний вид соответствующей части лица определяется принимаемым значением. Построение такого визуального образа позволяет одновременно оценивать большое количество параметров. Человек легко распознаёт знакомый образ и без труда различает небольшие изменения в нём. На рисунке 2 показан пример того, как выглядят лица Чернова.

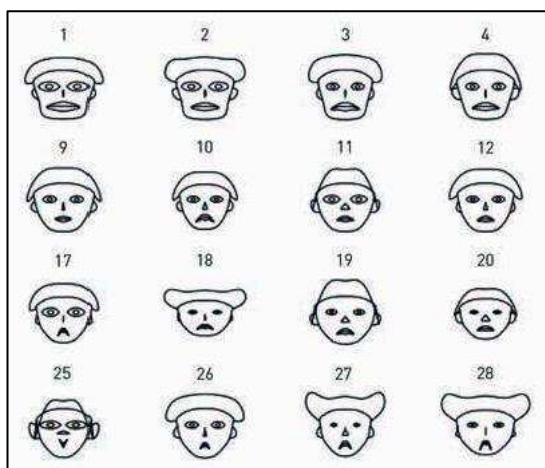


Рисунок 2 – Пример визуализации данных с помощью лиц Чернова [59]

Идея Чернова была развита Б. Флури и Г. Ридвиллом [61], которые добавили лицам Чернова асимметрию, увеличив количество отображаемых параметров с 18 до 36. Асимметрия позволила изучать изменение объектов. Например, правая сторона лица может отображать априорные значения параметров, а левая – апостериорные. Основная сложность при построении такой модели заключается в правильном сопоставлении исследуемых параметров с частями лица. Выбор основных параметров имеет большое значение. В результате некорректного выбора параметров визуальный образ может стать неинформативным. Недостатком этого метода является то, что выражения лиц могут по-разному интерпретироваться разными людьми.

Практически одновременно с Черновым Д. Джоунс предложил похожий образ, «фейкодер» [5], идея которого заключалась в передаче по телефонному каналу выражения лиц собеседников, а также использовании выражений лиц для отображения состояния технической системы для оператора. Образ фейкодера уже может быть приведён к выражению эмоции, отражающей общую оценку объекта.

Такой же принцип отображения многопараметрических данных, что и в лицах Чернова, используется в радиальной диаграмме (называемой также лепестковая диаграмма, диаграмма-звезда, паутиная диаграмма или диаграмма-радар). Радиальная диаграмма может применяться для визуализации

соотношения данных по множеству параметров одновременно. Этот инструмент также позволяет проводить сравнение нескольких объектов по множеству данных. На рисунке 3 показан пример радиальных диаграмм.

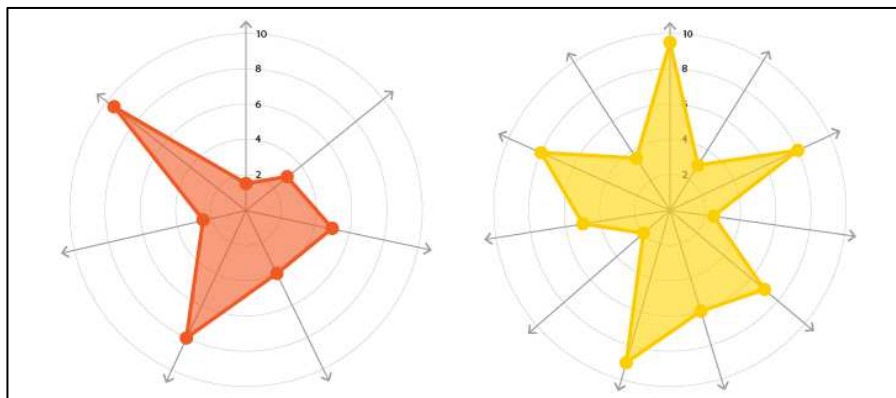


Рисунок 3 – Пример радиальных диаграмм [62]

Радиальная диаграмма и лица Чернова позволяют легко идентифицировать элементы, отличные от других, но выделить с их помощью отдельные группы или проанализировать, каким образом различные параметры соотносятся друг с другом, представляет сложность. Анализ и сравнение объектов по ряду показателей можно провести с помощью диаграммы с параллельными координатами.

Эта диаграмма содержит множество осей, параллельных друг другу. Верхняя точка каждой оси представляет максимальное значение показателя, а её нижняя точка – минимальное. Для каждого объекта проводится одна линия. При большом множестве сравниваемых объектов, линий на диаграмме тоже рисуется множество, и при этом наглядно видны отдельные группы линий, то есть отличия и сходства объектов по отдельным показателям. Недостатком такого типа диаграммы можно назвать сложность проведения сравнения множества объектов. Пример диаграммы с параллельными координатами представлен на рисунке 4.

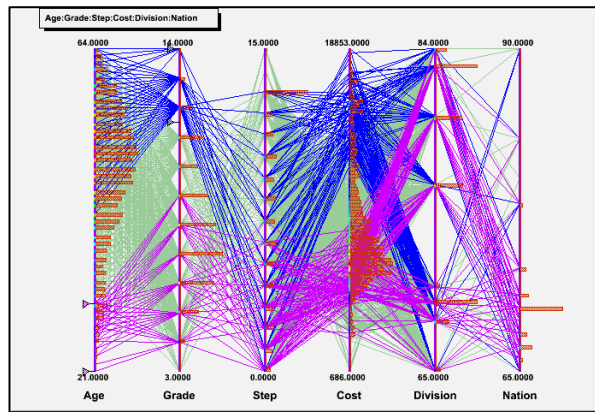


Рисунок 4 – Пример диаграммы с параллельными координатами [62]

В. А. Филимонов [57] предложил модификацию метода лиц Чернова, в которой образы лиц были дополнены образами фигур человека (авторская программа «Бодикодер»). К достоинствам данного метода можно отнести большее количество направлений симметрирования, а также возможность ввести интегральную оценку (например, закодированную в выражении лица) и отделить её от элементов, кодирующих анализируемые параметры объекта. Построение образа основывается на том принципе, что отклонение параметров от нормы нарушает симметрию образа. Главными проблемами при построении такого образа являются корректное соотнесение параметров объекта и элементов образа. Примеры того, как выглядят образы, созданные в программе «Бодикодер», представлены на рисунке 5.

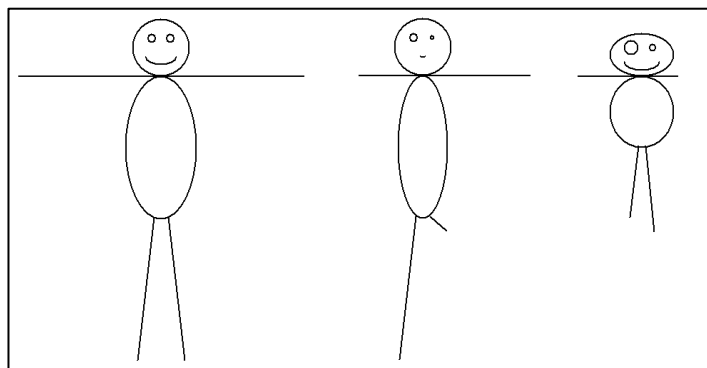


Рисунок 5 – Образы для визуализации данных с помощью «Бодикодера»

В. А. Филимонова [57]



Метод унифицированного графического воплощения активности (Unified Graphic Visualization of Activity, UGVA) [24] развивает подход, предложенный Г. Черновым [60], Д. Джоунсом [5] и В. А. Филимоновым [57], но использует более содержательный визуальный антропоморфный образ, показанный на рисунке 6.

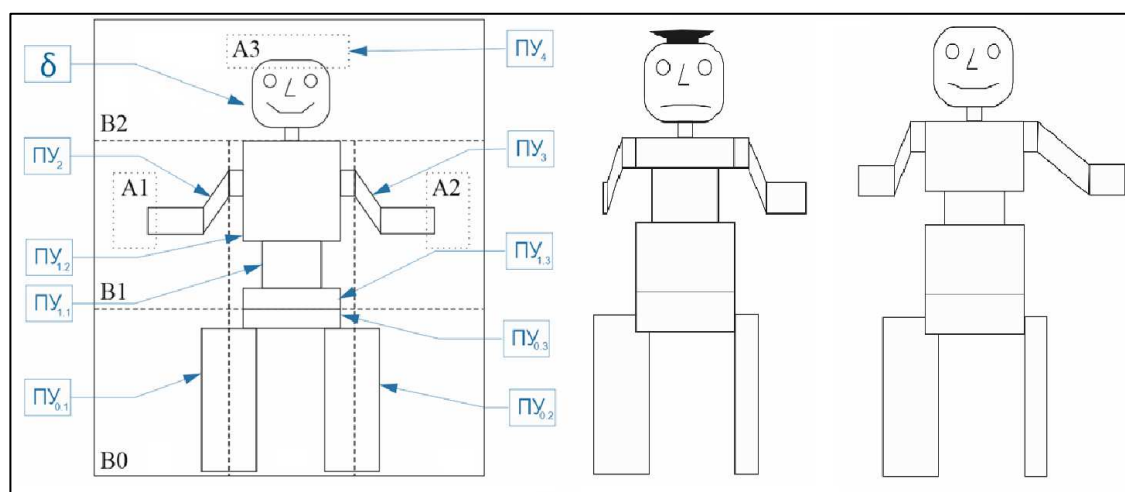


Рисунок 6 – Образ для визуализации данных методом UGVA [24]

Образ в нотации UGVA имеет следующие преимущества:

- имеет несколько уровней симметрии;
- позволяет кодировать множество параметров анализируемого объекта;
- имеет возможность отобразить интегральную оценку;
- является выразительным (образ узнаваем и доступен для восприятия);
- позволяет добавлять дополнительные предметы (артефакты);
- позволяет проводить сравнение исследуемых объектов;
- может использоваться для оценки сбалансированности.

В таблице 1 ниже представлено сравнение различных методов визуализации многопараметрических данных.

Таблица 1 – Сравнение методов визуализации многопараметрических данных

| Метод визуализации                            | Многофакторность | Сравнимость | Выразительность | Симметричность | Интегральная оценка | Оценка сбалансированности |
|---|------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------------------|
| Тепловая карта (1991)                         | +                | -           | -               | -              | -                   | -                         |
| Диаграмма с параллельными координатами (1959) | +                | +/-         | -               | -              | -                   | -                         |
| Радиальная диаграмма (1877)                   | +                | +           | -               | -              | -                   | -                         |
| Лица Чернова (1973)                           | +                | +           | +               | +              | -                   | -                         |
| Фейкодер Д. Джоунса (1973)                    | +                | +           | +               | +              | +                   | -                         |
| Бодикодер В. А. Филимонова (2001)             | +                | +           | +               | +              | +                   | -                         |
| UGVA (2019)                                   | +                | +           | +               | +              | +                   | +                         |

Для визуализации баланса содержания учебной программы нам наиболее подходит метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA) [24]. Данный метод позволяет рассмотреть учебную программу системно, визуально оценить баланс её содержания и выполнить сравнение различных учебных программ между собой.

#### 1.4 Постановка задачи

В свете изменений, происходящих в системе российского высшего образования, и в связи с внедрением нового поколения Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования считаем необходимым проанализировать и оценить баланс содержания учебных

программ магистерской подготовки по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемых российскими вузами. Оценка сбалансированности содержания предлагаемых вузами учебных программ позволит определить уровень качества подготовки выпускников и их способность удовлетворять требованиям работодателей к профессиональным умениям и знаниям в рамках конкретной профессиональной деятельности. Под сбалансированностью будем понимать оптимальное соотношение изучаемых дисциплин, формирующих все необходимые профессиональные умения и знания специалиста с учётом требований рынка труда.

Объектом диссертационного исследования является учебный план магистерской программы по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Предмет исследования – баланс содержания учебного плана магистерской программы по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Целью исследования является разработка частной модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Задачи исследования:

- проанализировать и оценить баланс содержания учебных программ магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемых российскими вузами;
- предложить частную модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» на основе метода унифицированного графического воплощения активности;
- сформулировать рекомендации по балансировке содержания учебного плана магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета.

К диссертационному исследованию применимы следующие допущения и ограничения:

- анализ и оценка баланса содержания проводятся только для учебных планов российских вузов по направлению магистратуры 27.04.03 «Системный анализ и управление»;
- объектами анализа являются учебные планы, разработанные в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3+ и ФГОС ВО 3++;
- в рамках текущего исследования разница между учебными планами, разработанными в соответствии с требованиями разных версий ФГОС, не учитывается;
- для проведения экспертной оценки привлекается группа экспертов, имеющих образование и опыт преподавания в области системного анализа и управления.

Методы и подходы, используемые для выполнения магистерской диссертации: метод унифицированного графического воплощения активности.

## **1.5 Выводы по главе**

В главе 1 отмечена актуальность качественной подготовки специалистов в области системного анализа и управления в высших учебных заведениях и их востребованность на рынке труда.

Рассмотрена структура учебного плана подготовки магистров в высшем учебном заведении и принципы его формирования. Отмечена сложность обеспечения сопоставимости учебных программ одного направления подготовки, предлагаемых разными высшими учебными заведениями, связанная с внедрением нового поколения Федеральных государственных образовательных стандартов. Обозначена проблема различия содержательного наполнения учебных программ.

Отмечена важность сбалансированного содержания учебной программы подготовки специалистов по системному анализу и управлению в высшем

учебном заведении, учитывающего реальные потребности рынка труда и нацеленного на повышение качества подготовки выпускников.

Проведён краткий обзор имеющихся методов оценки баланса и визуального представления многопараметрических данных. Для оценки баланса и визуального представления содержания учебных планов направления магистратуры 27.04.03 «Системный анализ и управления» выбран метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA).

Определены объект и предмет исследования. Обозначена цель исследования и определён круг задач.

В связи с отсутствием полноценного практического решения в части оценки баланса и визуализации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» сформулирована задача разработки частной модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

## **2 Разработка модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление»**

### **2.1 Формирование компетентностной модели специалиста по системному анализу**

#### **2.1.1 Компетентностный подход в высшем образовании**

Тенденция перехода от понятия квалификации к понятию компетенции является общемировой. До 80-х гг. XX века квалификационные требования к выпускникам высших учебных заведений задавались в виде необходимых умений и знаний. В 80-х гг. XX века этот подход стал рассматриваться как малоэффективный в связи с тем, что качество работы специалиста стало оцениваться с точки зрения того, каким образом он решает задачи в сфере своей профессиональной деятельности. Было отмечено, что реальные знания выпускников высших учебных заведений не соответствовали требованиям работодателей. Как следствие, появилась идея оценивать квалификацию специалиста на основе личностных качеств, значимых в профессиональной деятельности. Такой подход получил название компетентностный и нашёл широкое применение в мировой образовательной практике.

В основе компетентностного подхода лежит идея о взаимосвязи знаний и компетенций. В компетентностной модели акцент сделан на компетенциях, которые непосредственно используются в профессиональной деятельности, а не на знаниях, приобретаемых в ходе обучения. Человек, владеющий компетенциями, знает, зачем и почему он это делает [4]. Термин «компетенция» впервые появился в США в 1959 г. Он был предложен американским психологом Робертом Уайтом [63] для описания особенностей личности, имеющих отношение к мотивации и качественному выполнению работы.

Понятие знания, умения или навыка гораздо уже понятия компетенции. Компетенция включает «совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определённому кругу предметов и процессов, необходимых для качественной продуктивной деятельности по отношению к ним» [58]. Компетентность означает «владение, обладание человеком соответствующей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и предмету деятельности» [58].

Компетенции, определяемые в нормативных документах, регулирующих деятельность высшего образования, делятся на две группы:

- универсальные (общие) компетенции (компетенции, реализуемые как в профессиональной, так и во внепрофессиональной сферах деятельности);
- профессиональные (специальные) компетенции (компетенции, необходимые для выполнения профессиональной деятельности), которые различаются для разных направлений подготовки.

Применение компетентностного подхода в образовании обуславливает переход к содержанию образовательных программ, формируемому от конечного результата, выраженного в форме компетенций. Формируемые компетенции должны основываться на гибких, многофункциональных знаниях и обобщённых умениях, способствовать эффективному решению широкого круга задач и развивать глобальное и системно-аналитическое мышление. Компетенции определяют объём, уровень и содержание теоретических и практических знаний, закладываемых в образовательную программу. Компетентностный подход позволяет обеспечить гибкость и адаптируемость структуры учебных планов. Он подразумевает прикладной, практико-ориентированный, междисциплинарный характер обучения, наиболее полно учитывающий требования работодателей. При этом содержание учебной программы высшего учебного заведения должно соответствовать содержанию будущей профессиональной деятельности выпускника. В конечном итоге это будет способствовать востребованности выпускника в будущей профессии, в том числе для решения глобальных и региональных задач.

Рассмотрим подробнее, какие компетенции должны быть сформированы у выпускника в результате освоения программы магистратуры 27.04.03 «Системный анализ и управление» в соответствии с требованиями применимых стандартов.

### **2.1.2 Требования к компетенциям специалиста по системному анализу и управлению, задаваемые в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования**

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) определяется как «совокупность обязательных требований к образованию определённого уровня и (или) к профессии, специальности и направлению подготовки, утвержденных федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования» [9]. ФГОС ВО разрабатываются для каждого направления подготовки соответствующего уровня высшего образования.

Утверждённый ФГОС ВО (ФГОС ВО 3++) по направлению магистерской подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» задаёт следующий ряд требований к выпускнику, освоившему данную программу [55].

Профессиональная деятельность выпускников магистратуры указанного направления может осуществляться в следующих областях:

- образование и наука;
- связь, информационные и коммуникационные технологии;
- электроэнергетика;
- ракетно-космическая промышленность;
- химическое, химико-технологическое производство;
- производство машин и оборудования;
- судостроение;
- автомобилестроение;



- авиастроение;
- сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности и другие области профессиональной деятельности при условии соответствия уровня образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Выпускники готовятся к следующим видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская;
- проектно-конструкторская;
- проектно-технологическая;
- научно-педагогическая;
- организационно-управленческая.

В результате освоения программы магистратуры у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший программу магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», должен обладать следующими универсальными компетенциями (УК):

- УК-1 – способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- УК-2 – способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- УК-3 – способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;
- УК-4 – способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия;
- УК-5 – способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;

- УК-6 – способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Выпускник, освоивший программу магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- ОПК-1 – способность анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе ранее приобретенных знаний;

- ОПК-2 – способность формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения;

- ОПК-3 – способность решать задачи системного анализа и управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники;

- ОПК-4 – способность осуществлять оценку эффективности технических систем методами системного анализа и управления;

- ОПК-5 – способность решать задачи в области развития науки, техники и технологии, применяя современные методы системного анализа и управления с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;

- ОПК-6 – способность применять методы математического, функционального и системного анализа для решения задач моделирования, исследования и синтеза автоматического управления техническими объектами;

- ОПК-7 – способность выбирать методы и разрабатывать на их основе алгоритмы и программы для решения задач автоматического управления сложными объектами;

- ОПК-8 – способность формулировать содержательные и математические задачи исследований, выбирать методы исследований, системно анализировать, интерпретировать и представлять результаты исследований;

- ОПК-9 – способность разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики.

Профессиональные компетенции определяются высшим учебным заведением самостоятельно на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников (при наличии).

### **2.1.3 Требования к компетенциям специалиста по системному анализу и управлению, задаваемые в профессиональном стандарте**

Профессиональный стандарт предназначен для определения требований работодателя к умениям, знаниям и навыкам, которыми должен обладать работник, чтобы соответствовать своей должности. Необходимость разработки и внедрения профессиональных стандартов определена Указом Президента РФ № 597 от 7 мая 2012 г. «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» [27]. Для каждой профессии задаётся несколько квалификационных уровней. Определение квалификации приводится в Трудовом кодексе РФ: «Квалификация работника – уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника» [23]. Российская система уровней квалификации была создана на основе европейской рамки квалификаций с учётом многолетнего опыта различных стран в части профессиональных квалификаций. Согласно Трудовому кодексу РФ профессиональный стандарт представляет «характеристику квалификации, необходимой работнику для осуществления определённого вида профессиональной деятельности» [23]. Основной содержательной единицей профессионального стандарта является описание трудовой функции работника, относящейся к определённому уровню его квалификации.

В последней редакции ФГОС ВО 3++ по направлению магистерской подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» [55] закреплён перечень

профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры по данному направлению. Для анализа требований к профессиональным умениям специалиста по системному анализу и управлению возьмём профессиональный стандарт 06.022 «Системный аналитик», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 809н от 28 октября 2014 г. [15].

Данный стандарт определяет, что специалист, претендующий на должность, предполагающую работу по этом стандарту, должен уметь разрабатывать, восстанавливать и сопровождать требования к программному обеспечению, продукту, средству, программно-аппаратному комплексу, автоматизированной информационной системе или автоматизированной системе управления на протяжении их жизненного цикла.

Согласно профессиональному стандарту 06.022 «Системный аналитик» [15] седьмой уровень квалификации, соответствующий уровню магистратуры, подразумевает 10 трудовых функций:

- разработка технико-коммерческого предложения и участие в его защите;
- разработка методик выполнения аналитических работ;
- планирование аналитических работ в ИТ-проекте;
- организация аналитических работ в ИТ-проекте;
- контроль аналитических работ в ИТ-проекте;
- составление отчетов об аналитических работах в ИТ-проекте;
- оценка квалификации, аттестация и планирование профессионального развития системных аналитиков;
- управление процессами разработки и сопровождения требований к системам и управление качеством систем;
- управление аналитическими ресурсами и компетенциями;
- управление инфраструктурой разработки и сопровождения требований к системам.

Результаты обучения в высшем учебном заведении (сформированные профессиональные умения) определяются на основе образовательного и применимых профессиональных стандартов для направления подготовки. Исходя из вышеизложенного, сформулируем ключевые профессиональные умения специалиста по системному анализу и управлению высшей квалификации.

#### **2.1.4 Ключевые профессиональные умения специалиста по системному анализу и управлению**

Перечислим задачи, которые стоят перед специалистом по системному анализу и управлению. Специалисты по системному анализу и управлению – это специалисты, владеющие полным инструментарием для решения различных технических, научных, экономических, социальных и других системных проблем. Суть системного анализа заключается в использовании методов исследования систем, методов формирования и принятия решений в ходе изучения поведения сложных систем и управления ими.

Прежде всего, для нахождения наилучшего решения проблемы на основе системного подхода требуется провести комплексное теоретическое исследование системы (решаемой проблемы) с целью сбора информации об элементах системы: провести декомпозицию системы на составные элементы, изучить элементы системы, определить и проанализировать взаимосвязи между элементами и между системой и средой, определить цели и последовательность их реализации. Это задача анализа сложной системы.

Проектирование системы, удовлетворяющей заданному набору требований для реализации заданных функций, представляет собой задачу синтеза системы.

Управление в системном анализе сводится к выявлению совокупности управляющих воздействий, применяемых в системе, с учётом заданных требований и ограничений.

Выбор технических решений для производства является задачей внешнего проектирования и требует от специалиста по системному анализу и управлению наличия инженерных знаний о системе. Для нахождения оптимального решения, в том числе с учётом изменяющихся и/или противоречивых требований, необходимо рассматривать конкретные объекты (даже если они пока не существуют) и обладать достаточно полными знаниями и информацией о самой системе.

Одной из основных задач при проведении системного анализа является проведение эксперимента в системе. В реальных условиях эксперимент проводится не над исследуемой системой, а над её моделью. Модель – это «искусственно создаваемый образ конкретного объекта, процесса или явления, в конечном счёте, любой системы» [1]. Она отображает реальную систему, позволяет исследовать её функциональные характеристики и прогнозировать её поведение. Построение моделей для обоснования принятых решений и поиск оптимального решения является одним из важнейших этапов применения системного анализа для решения сложных задач. Моделирование системы как множества взаимосвязанных элементов позволяет проводить научно-исследовательскую, проектную и управленческую деятельность. Одним из наиболее эффективных методов моделирования систем является математическое моделирование – описание функционирования системы посредством математических формул и высказываний. Специалист по системному анализу и управлению должен уметь разрабатывать модели сложных систем, используемые для синтеза, принятия решений и прогнозирования.

Математическая модель служит основой аналитического исследования и имитационного эксперимента, а получить решение поставленной задачи с требуемой точностью и минимальными затратами времени позволяет использование электронно-вычислительных средств. Вследствие быстрого роста сложности систем особую актуальность приобретает умение системных аналитиков использовать современные вычислительные средства для

эффективного исследования и управления такими объектами. Таким образом, специалист по системному анализу и управлению должен уметь грамотно применять современные программные средства, имеющие в своём составе процедуры для решения задач моделирования и анализа сложных систем.

Все перечисленные выше задачи взаимосвязаны и имеют место в сложных системах. Таким образом, выделим следующие основные профессиональные умения (ПУ) специалиста по системному анализу и управлению:

- владение методами анализа сложных систем;
- владение методами синтеза сложных систем;
- владение методами эффективного управления сложными системами;
- инженерные знания в области специализации;
- владение методами математического моделирования;
- знания в области информационных технологий.

Выделенные ПУ предлагается использовать как основу для оценки сбалансированности содержания предлагаемых вузами учебных программ по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

## **2.2 Оценка сбалансированности учебных планов магистратуры по направлению «Системный анализ и управление»**

В рамках нашего исследования для анализа и оценки баланса содержания учебных программ и качества подготовки выпускников нами были взяты учебные планы (УП) магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» за 2020-2021 учебный год, предлагаемые российскими высшими учебными заведениями. На основе данных, находящихся в открытом доступе на официальных веб-сайтах российских высших учебных заведений, было выявлено, что в 26 из них реализуются магистерские программы по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление». В общей сложности в настоящее время предлагается 36 магистерских образовательных программ

указанного направления. Часть учебных программ, предлагаемых вузами абитуриентам в 2020 г., разработана уже в соответствии с требованиями новой версии ФГОС (ФГОС ВО 3++). В связи с тем, что приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 837 от 29 июля 2020 г. «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление» предписывает обязательное следование требованиям ФГОС ВО 3++, начиная с 2021 г. [13], часть вузов ещё не обновила свои учебные планы, и обучение в 2020 г. реализуется ими в соответствии с требованиями предыдущей версии ФГОС (ФГОС ВО 3+). В рамках нашего исследования разницы между учебными планами, составленными в соответствии с требованиями разных версий Федерального государственного образовательного стандарта, мы делать не будем.

В качестве наиболее подходящего метода, позволяющего решить задачу оценки баланса учебной нагрузки и его графического представления, нами выбран метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA) [24]. В основе метода лежит идея лиц Чернова и параметрическая модель УП, описанная в [24]. Формирование модели происходит в следующей последовательности:

- формирование исходных данных в виде УП одного направления подготовки, выкладываемых вузами в открытый доступ;
- выделение основных групп ПУ и экспертная оценка вклада учебных дисциплин в формирование выделенных ПУ;
- обработка результатов и соотнесение полученных параметров с элементами графического образа;
- построение графического образа, позволяющего одновременно оценивать большое количество параметров и проводить быстрое сравнение множества исследуемых объектов между собой.

Выявленные выше профессиональные умения (ПУ) специалиста по системному анализу и управлению предлагается использовать в качестве



критериев для оценки и сравнения учебных планов рассматриваемого направления подготовки. Таким образом, нами вводятся следующие критерии:

- анализ сложных систем (ПУ1);
- синтез сложных систем (ПУ2);
- решение задач управления сложными системами (ПУ3);
- использование информационных технологий для решения прикладных задач (ПУ4);
- моделирование сложных систем и процессов, позволяющее формализовывать, обосновывать и принимать решения (ПУ5);
- способность решать инженерные задачи в области специализации (ПУ6).

Кроме перечисленных выше ПУ (ПУ1 – ПУ6), выделим группу профессиональных умений (ПУ7), формируемых в процессе обучения, которые нельзя причислить ни к одной из указанных категорий.

Для каждой дисциплины в составе каждого учебного плана была выставлена экспертная оценка вклада каждой дисциплины в формирование соответствующего ПУ, находящаяся в интервале от 0 (не участвует в формировании соответствующего ПУ) до 1 (дисциплина вносит существенный вклад в формирование соответствующего ПУ). В качестве экспертов выступили преподаватели образовательных организаций, имеющие образование в области системного анализа и управления и значительный опыт работы в указанной сфере.

При проведении экспертной оценки для оценки объёма знаний по каждой дисциплине (за исключением практик и выпускной квалификационной работы) не учитывался объём учебной нагрузки в часах. Кроме того, оценка вклада дисциплины в формирование ПУ основывалась исключительно на названии дисциплины в учебном плане и её аннотации, учитывая то, что в большинстве случаев ознакомиться с содержанием каждой преподаваемой дисциплины не предоставляется возможным.

В качестве примера в таблице 2 ниже представлен фрагмент экспертных оценок учебного плана направления 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемого Сибирским федеральным университетом по программе магистратуры 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов». Дополнительно отмечено расположение дисциплины в базовой (1) или вариативной (0) частях учебного плана. Полный перечень учебных дисциплин для данной магистерской программы с экспертными оценками представлен в Приложении А.

Таблица 2 – Фрагмент экспертных оценок вклада учебных дисциплин в формирование ПУ для УП специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета

| №   | Дисциплина   | Часть* | ПУ1  | ПУ2  | ПУ3  | ПУ4  | ПУ5  | ПУ6 | ПУ7 |
|-----|--|--------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 1   | Английский язык для академических целей                                      | 1      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   |
| 2   | Системный анализ и исследований операций                                     | 1      | 1    | 1    | 0,3  | 0    | 0,5  | 0   | 0   |
| 3   | Глобальная и многокритериальная оптимизация                                  | 1      | 0,25 | 0,1  | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   |
| 4   | Основы теории активных систем  | 1      | 0    | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,75 | 0   | 0   |
| ... | ...  | ...    | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ... | ... |
| 19  | Наземная эксплуатация и запуск космических аппаратов                         | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 20  | Качество и надежность космических систем и аппаратов                         | 0      | 0,25 | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 21  | Обеспечение безопасности и экологичности при производстве и эксплуатации РКТ | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |

\* 1 – базовая часть УП, 0 – вариативная часть УП

Применяя методику, описанную в [24], проведём расчёт оценки баланса знаний для всех анализируемых нами УП.

1 Находим сумму оценок по каждому столбцу  $S_j$  по следующей формуле:

$$S_j = S_j^1 + \alpha * S_j^0, \quad (2.1)$$

где  $j$  – порядковый номер ПУ;

$S_j^1$  – сумма оценок для дисциплин базовой части УП;

$S_j^0$  – сумма оценок для дисциплин вариативной части УП;

$\alpha$  – масштабирующий коэффициент (равный в нашем случае 0,5).

2 Пересчитываем полученные значения  $S_j$ , чтобы получить их процентный вклад по следующей формуле:

$$S_j^* = \frac{S_j * 100}{\sum_j S_j}, \quad (2.2)$$

3 Для последующей оценки баланса учебной нагрузки сгруппируем полученные значения следующим образом:

1)  $K_1 = S^*_1 + S^*_2 + S^*_3$  – группа профессиональных умений, отражающих специфику направления подготовки;

2)  $K_2 = S^*_4 + S^*_7$  – группа профессиональных умений, отражающих общие знания, не относящиеся к профильной подготовке;

3)  $K_3 = S^*_5$  – группа профессиональных умений, отражающих фундаментальные научные знания;

4)  $K_4 = S^*_6$  – группа профессиональных умений, отражающих отраслевую специфику подготовки.

Предполагается, что каждая компонента ( $K_1 - K_4$ ) должна стремиться к равноценному влиянию на результат, т.е. суммарное значение  $S^*_j$  для каждой выделенной группы ПУ должно быть равно 25% (100/4).

4 Далее оцениваем значение отклонения УП от баланса ( $\delta$ ). Для этого используем следующую формулу (2.3):

$$\delta = \frac{\sum_{p=1}^k \left| \frac{100}{k} - K_p \right|}{k}, \quad (2.3)$$

где  $k$  – количество компонент УП;

$p$  – порядковый номер компоненты;

$K_p$  – компонента УП.

Фрагмент итоговых результатов расчётов по методике представлен в таблице 3. Полная таблица с результатами расчётов для всех анализируемых учебных планов представлена в Приложении В.

Таблица 3 – Фрагмент результатов расчётов показателей сбалансированности учебных планов магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление»

| № п/п | Вуз  | $K_1$ | $K_2$ | $K_3$ | $K_4$ | Значение $\delta$ |
|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 1     | Сибирский федеральный университет (профиль «Системный анализ данных и технологий принятия решений»)  | 34,41 | 36,25 | 25,89 | 3,45  | 10,77             |
| 2     | Сибирский федеральный университет (профиль «Основы проектирования космических аппаратов»)  | 29,05 | 23,28 | 17,74 | 29,93 | 4,49              |
| 3     | Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва (профиль «Системный анализ в управлении проектами и бизнес-процессами») | 35,50 | 28,00 | 25,50 | 11,00 | 7,00              |
| ...   | ...  | ...   | ...   | ...   | ...   | ...               |
| 34    | Южный федеральный университет (профиль «Системный инжиниринг»)   | 35,34 | 41,87 | 9,85  | 12,93 | 13,60             |
| 35    | Тюменский индустриальный университет (профиль «Управление социально-экономическими системами»)   | 42,04 | 35,92 | 8,98  | 13,06 | 13,97             |
| 36    | Тюменский индустриальный университет (профиль «Системный анализ и управление в отраслях топливно-энергетического комплекса»)                                     | 41,28 | 34,86 | 7,34  | 16,51 | 13,07             |

## 2.3 Частная модель визуализации содержания учебной программы магистратуры по направлению «Системный анализ и управление»

Опираясь на базовую модель, описанную в [24], и используя сформированный выше перечень ПУ, предложим частную параметрическую модель для анализируемого нами направления подготовки. Данная модель позволит описать (а затем провести сравнение и балансировку) учебные программы с точки зрения соотношения дисциплин, формирующих те или иные профессиональные умения специалиста по системному анализу и управлению.

Представим профиль подготовки специалиста по системному анализу и управлению в виде образа фигуры человека. Визуальный образ в нотации UGVA приведён на рисунке 7.

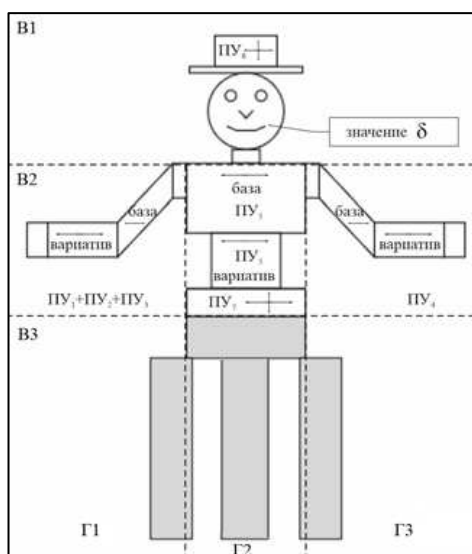


Рисунок 7 – Частная модель визуализации содержания УП для направления 27.04.03 «Системный анализ и управление» по методу UGVA

Согласно [24] модель визуализации состоит из семи зон, позволяющих кодировать отдельные аспекты учебной программы в виде элементов антропоморфного образа. Образ по вертикали разделён на три страты (уровня):

- верхний уровень (оценочный блок);

- средний уровень (распределение нагрузки текущей ступени подготовки);

- нижний уровень (имеющийся ранее опыт в выделенных группах ПУ). Данные нижнего уровня обозначают наличие базовой подготовки, то есть специализации на предыдущей ступени обучения (уровень бакалавриата). Эти данные являются персонифицированными, и поскольку в качестве объекта нами рассматривается УП безотносительно учащихся, то нижний блок в дальнейшем в анализ не включается и при отрисовке образа не отображается.

Горизонтальное деление отражает соотношение знаний в УП, отвечающих за группы умений ПУ<sub>1</sub> – ПУ<sub>7</sub>. Опишем значения каждой из 7 зон:

1) Г1/В2 – «правая рука» образа, поделённая на два сегмента, кодирует значение группы ПУ, отражающих специфику профессии (ПУ<sub>1</sub> + ПУ<sub>2</sub> + ПУ<sub>3</sub>). Сегмент, находящийся ближе к «телу» отражает вклад дисциплин базовой части УП, а дальний сегмент отражает вклад дисциплин вариативной части.

2) Г2/В2 – «корпус», поделённый по вертикали на три сегмента:

- верхний сегмент: кодирует вклад дисциплин базовой части, формирующих группу ПУ<sub>5</sub>, отражающих фундаментальные научные знания;

- средний сегмент: кодирует вклад дисциплин вариативной части, формирующих группу ПУ<sub>5</sub>, отражающих фундаментальные научные знания;

- нижний сегмент: кодирует значение ПУ, отражающих общую подготовку (ПУ<sub>7</sub>).

3) Г3/В2 – «левая рука», поделённая на два сегмента, кодирует значение группы ПУ, отражающих общую подготовку в области информационных технологий (ПУ<sub>4</sub>). Сегмент, находящийся ближе к «телу» отражает вклад дисциплин базовой части УП, а дальний сегмент отражает вклад дисциплин вариативной части.

4) В1 – «голова». Выражение «лица» зависит от степени сбалансированности вклада групп ПУ в учебный план ( $\delta$ ) – улыбка соответствует сбалансированности учебных дисциплин (отклонение  $\delta$  стремится к 0), а при дисбалансе на лице отображается грустное выражение.

Вклад профилирующих дисциплин ПУ<sub>6</sub> (привязанных к конкретному производству) не включён в среднюю страту, а формирует «головной убор» в оценочном блоке. Если в структуре учебного плана нет привязки к конкретному производству (специальность даётся исходя из широкого профиля подготовки), то «шляпа» на образе отсутствует. Это не является недостатком учебного плана, а означает то, что студент не ограничен одним предприятием для трудоустройства в регионе.

5) Зоны Г1/В3, Г2/В3 и Г3/В3 кодируют данные, относящиеся к предшествующей ступени подготовки учащегося (уровень бакалавриата) и в настоящем исследовании не используются.

Для отрисовки определим средние значения изменяемых параметров каждого элемента в пикселях, соответствующие, по нашему мнению, наиболее гармоничному визуальному представлению образа. Этот образ будем рассматривать как исходный, и для каждого его элемента определим диапазон значений задаваемого параметра (минимум – максимум). Значения размеров отдельных элементов частной модели визуализации (в пикселях) представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения изменяемых размеров элементов визуального образа

| Элемент образа        | Минимум | По умолчанию | Максимум |
|-----------------------|---------|--------------|----------|
| Шляпа                 | 30      | 45           | 60       |
| Улыбка                | -6      | 3            | 6        |
| Правое предплечье     | 15      | 40           | 80       |
| Правое плечо          | 20      | 50           | 70       |
| Левое предплечье      | 15      | 40           | 80       |
| Левое плечо           | 20      | 50           | 70       |
| Верхняя часть корпуса | 40      | 85           | 120      |
| Нижняя часть корпуса  | 30      | 50           | 120      |
| Таз (ширина)          | 35      | 85           | 120      |
| Таз (высота)          | 10      | 20           | 50       |
| Голова                | -       | 55           | -        |

Визуальный образ строится с помощью сервиса, расположенного по адресу [https://aesu.ru/\\_method/ugva](https://aesu.ru/_method/ugva).

## **2.4 Визуализация содержания учебных планов методом унифицированного графического воплощения активности**

Используя данные из таблицы Приложения В, выполним визуализацию и наглядное сравнение содержания УП по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление». Для этого воспользуемся предложенной выше моделью, что позволит визуальнo продемонстрировать баланс содержания учебных планов и сопоставить их между собой.

На рисунках 8 - 9 ниже представлены визуальные образы УП, сформированные на основе предложенной модели. Нижний блок образа, как было пояснено выше, в сравнение не включался. Он был добавлен к изображениям для демонстрации соотношения масштабов образов. Если какой-либо показатель отсутствовал, то его элементу присваивалось минимальное допустимое значение, а сам элемент образа выделялся цветом. На представленных образах видно соотношение ключевых групп ПУ (элементы образа) и интегральная характеристика сбалансированности УП (выражение «лица»).

Анализ баланса содержания учебных программ направления 27.04.03 «Системный анализ и управление» показывает, что проблема подготовки магистров остается актуальной для российских вузов. Можно видеть, что образы УП одного направления подготовки имеют значительные различия.

Прежде всего, обратим внимание, что в некоторых образах отсутствует «шляпа» (11,1 %). Это говорит о том, что данные программы являются широкими профилями подготовки (19, 20, 22, 29). Современные требования работодателей предполагают подготовку учащихся для работы в конкретной сфере профессиональной деятельности, которая задаётся профилем подготовки. В части учебных программ (8,3 %) количество отраслевых дисциплин слишком большое, что выражается в непропорционально большом размере «шляпы» (2, 16, 31). Во многих образах (61,1 %) имеются отсутствующие элементы, что означает то, что в этих учебных планах не представлены дисциплины,



формирующие те или иные необходимые профессиональные умения (2 – 7, 11, 13, 17, 18, 20 – 25, 30 – 33, 36).

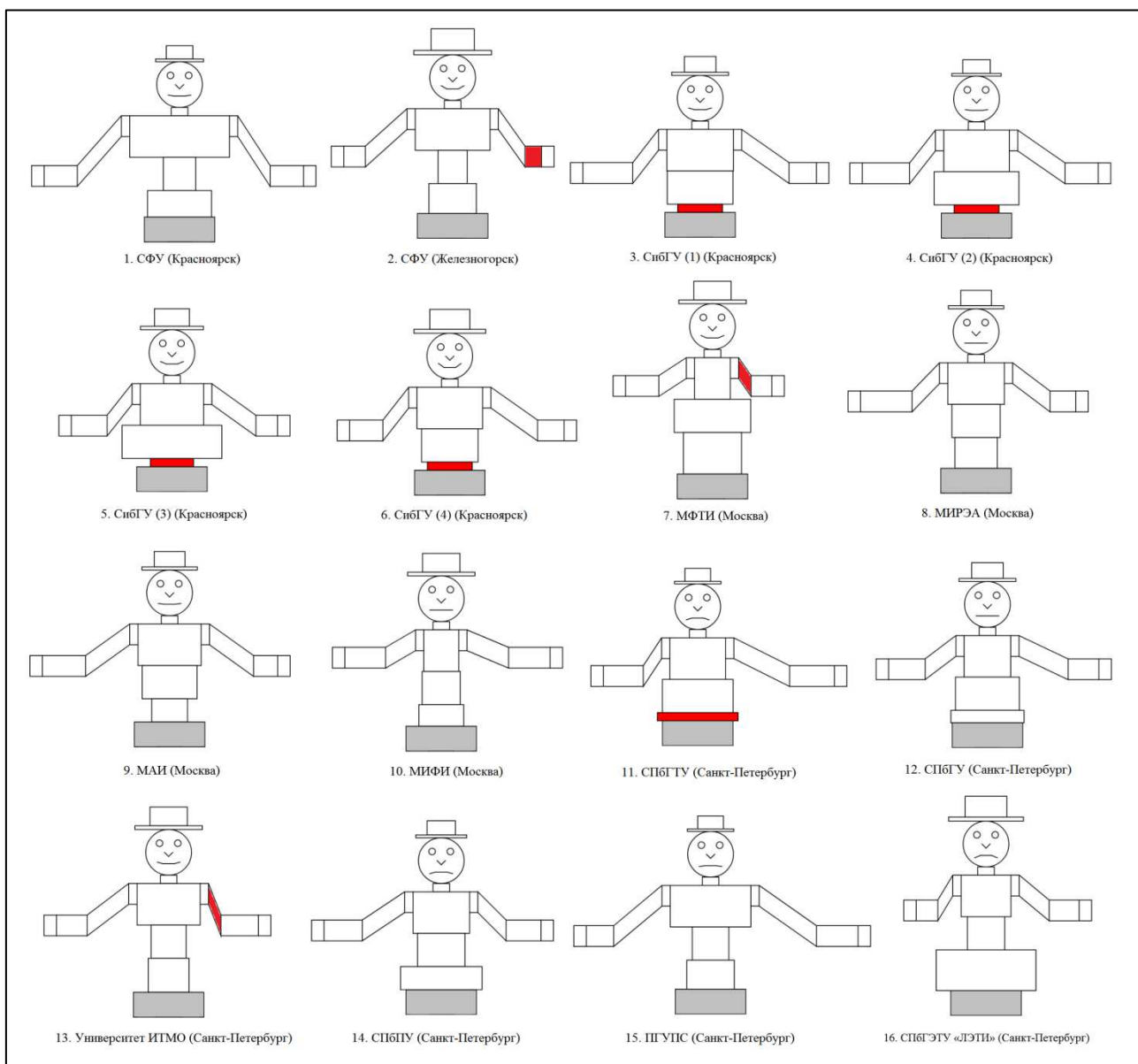


Рисунок 8 – Визуальные образы профилей УП из [46], [45], [32], [30], [31], [33], [39], [40], [52], [42], [36], [41] в нотации UGVA

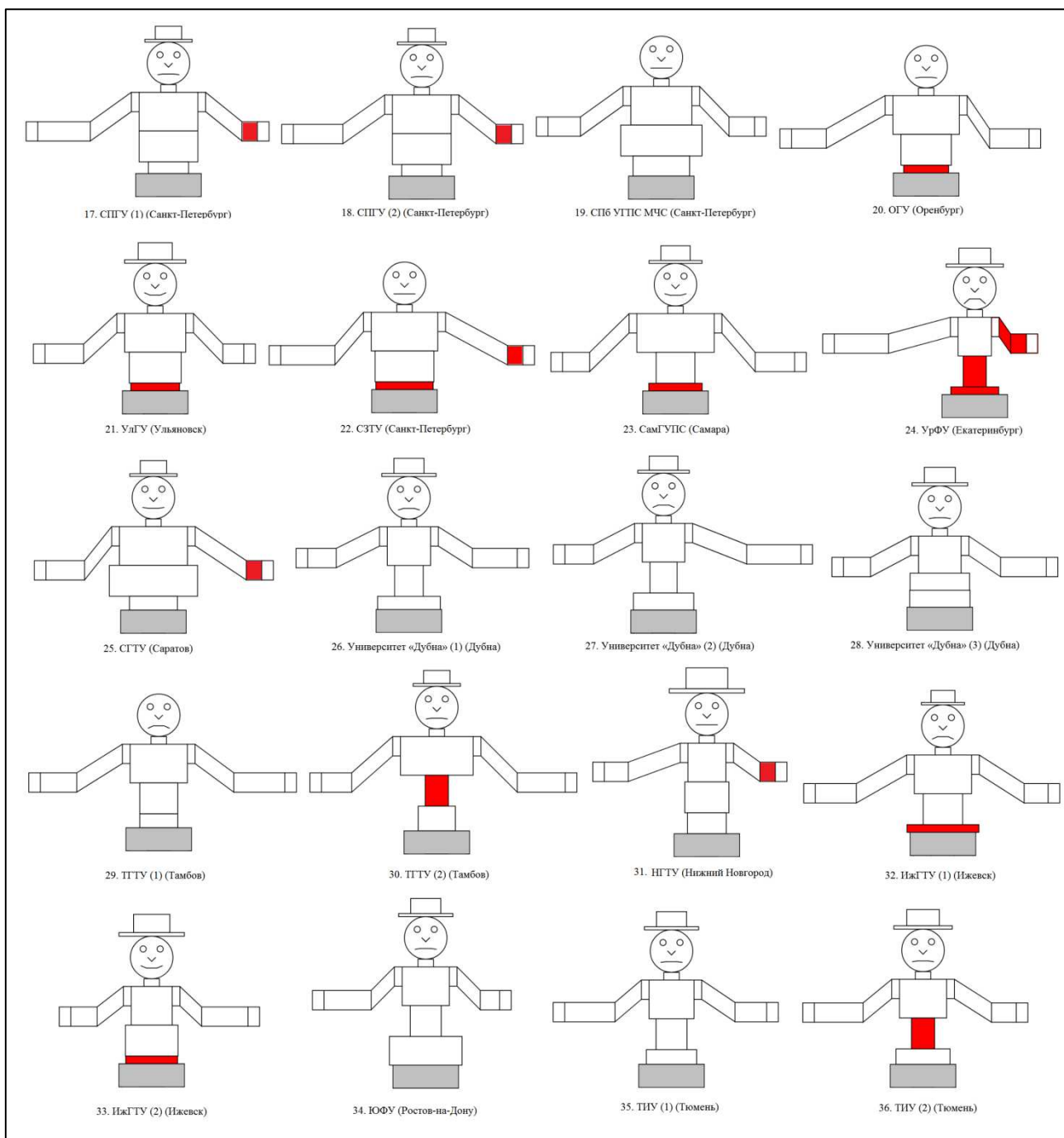


Рисунок 9 – Визуальные образы профилей УП из [38], [51], [35], [48], [44], [37], [49], [43], [29], [47], [34], [50], [54], [53] в нотации UGVA

Анализ соотношения элементов образа позволяет увидеть, как разнятся цели обучения магистрантов в разных вузах. Слишком крупные элементы относительно исходных размеров гармонизации говорят об акценте вуза на дисциплинах, формирующих соответствующую группу ПУ, зачастую в ущерб

другим необходимым дисциплинам. В учебных планах наблюдается дисбаланс между дисциплинами базовой и вариативной частей, связанных с одним видом профессиональных умений.

На рисунке 10 ниже представлено распределение вузов с точки зрения интегральной оценки баланса содержания учебного плана (выражение «лица»).

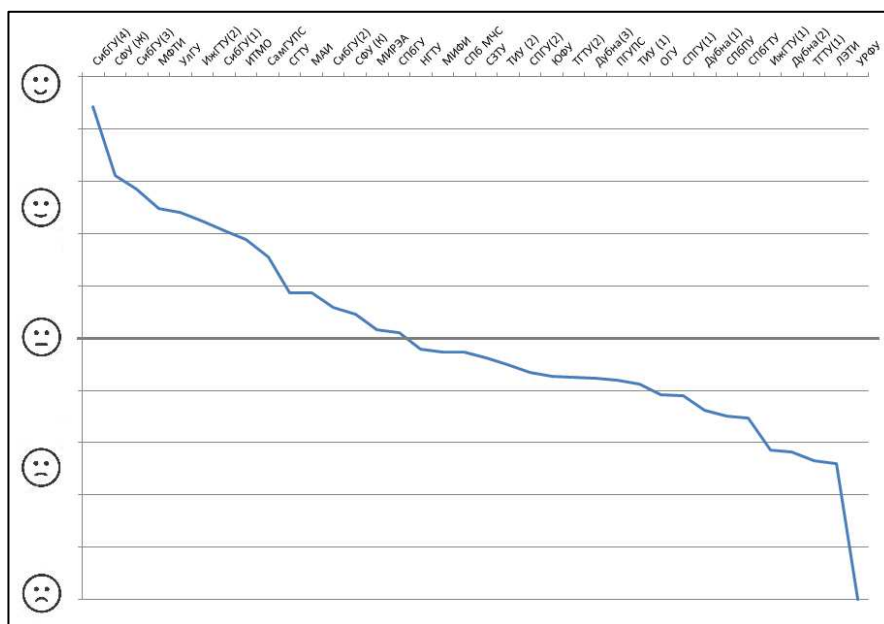


Рисунок 10 – Интегральная оценка баланса содержания УП

На наш взгляд, проблема качества подготовки магистров может быть решена при обеспечении оптимального соотношения изучаемых дисциплин, формирующих профессиональные умения учащегося. В целом сопоставительный анализ позволил сформировать более полное представление о составе дисциплин для подготовки специалиста по системному анализу и управлению, что позволяет предложить ряд рекомендаций для формирования сбалансированного учебного плана для рассматриваемого направления.

## 2.5 Выводы по главе

В главе 2 рассмотрены основные требования к профессиональным умениям и знаниям специалиста по системному анализу и управлению и выделены следующие группы профессиональных умений:

- владение методами анализа;
- владение методами синтеза;
- владение методами эффективного управления;
- инженерные знания;
- владение методами математического моделирования;
- знания в области информационных технологий.

Проведён анализ и оценка баланса содержания 36 учебных планов магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемых на сегодняшний день российскими вузами.

На основе метода унифицированного графического воплощения активности предложена частная модель визуализации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Для каждого анализируемого учебного плана построен визуальный образ его содержания на основе предложенной модели. Проведён анализ полученных образов. Выявлены основные недостатки и узкие места предлагаемых учебных программ.

### **3 Рекомендации по балансировке содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»**

#### **3.1 Выявление особенностей учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»**

Рассмотрим и подробно проанализируем визуальный образ содержания учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета, готовящего кадры для АО «ИСС». Данный учебный план разрабатывался в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3+ и реализовывался высшим учебным заведением в период с 2018 по 2020 гг. Полный перечень учебных дисциплин для данной магистерской программы с экспертными оценками представлен в Приложении А. Визуальный образ содержания этого учебного плана показан на рисунке 11.

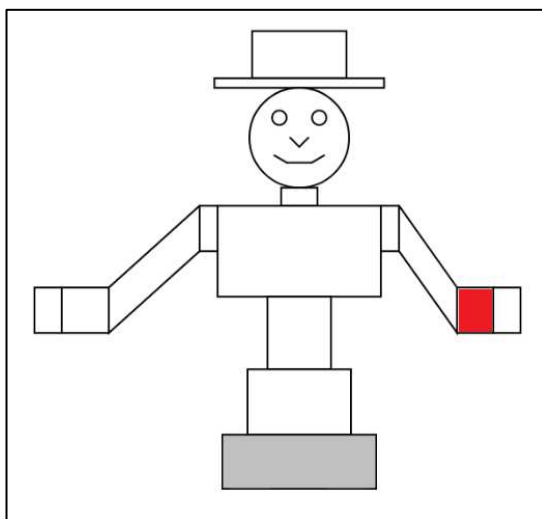


Рисунок 11 – Визуальный образ содержания учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов», разработанный в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3+

Проанализируем особенности содержания данного учебного плана.

Размер «шляпы» превышает оптимальное значение параметра, что указывает на акцент в сторону ПУ6 (инженерия в области специализации), то есть данный учебный план содержит слишком большое количество отраслевых (профильных) учебных дисциплин.

Значение дальнего от «тела» элемента «правой руки» образа, кодирующего вклад дисциплин вариативной части в формирование ПУ1, ПУ2 и ПУ3 (владение методами анализа, синтеза и управления) близко к минимальному. Это означает, что в вариативной части учебного плана практически не представлено дисциплин, формирующих профессиональные умения, непосредственно отражающие специфику получаемой профессии.

Элемент образа, обозначающий вклад дисциплин вариативной части в формирование ПУ4 (использование информационных технологий), имеет нулевое значение (выделен красным цветом). Это говорит о том, что в вариативной части учебного плана не содержится учебных дисциплин, формирующих у учащихся умения применять информационные технологии в своей профессиональной деятельности.

В вариативной части учебного плана также имеется нехватка дисциплин, формирующих профессиональные умения, отражающие фундаментальные научные знания (моделирование сложных систем и процессов). Об этом свидетельствует слишком узкая нижняя часть «корпуса» образа. Вместо этих дисциплин в вариативную часть учебного плана входит избыточное количество дисциплин, отвечающих за формирование общенаучных знаний, не имеющих отношения к профильной подготовке. На это указывает слишком большая высота верхней части «таза» образа. В то же время эти дисциплины недостаточно выражены в базовой части учебного плана (длина верхней части «таза»).

Следует отметить, что в целом, с точки зрения интегральной оценки баланса данный учебный план находится на втором месте в рейтинге среди всех проанализированных нами учебных планов. То есть, среди всех предлагаемых

российскими вузами в настоящий момент учебных программ магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» данная программа выглядит достаточно неплохо. Рейтинг учебных планов с точки зрения интегральной оценки баланса приведён на рисунке 12.

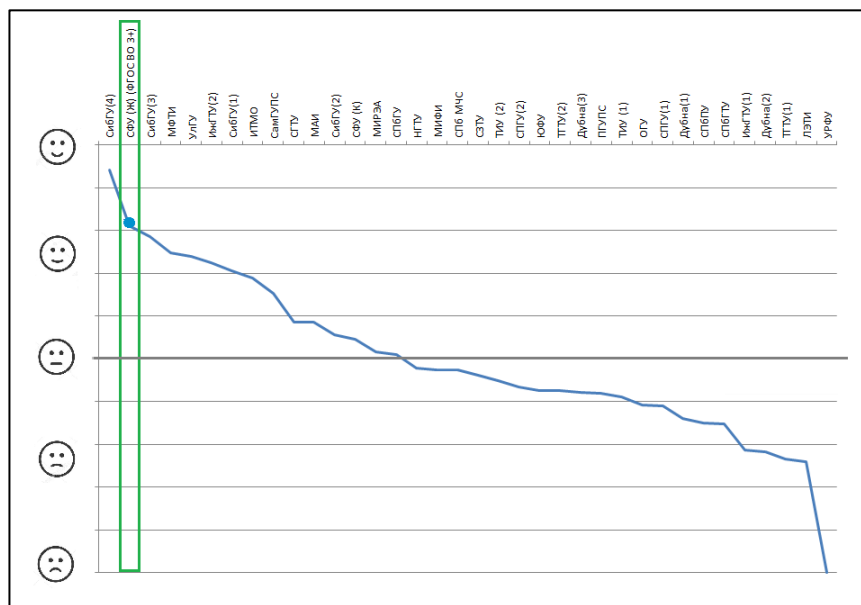


Рисунок 12 – Распределение учебных планов направления 27.04.03 «Системный анализ и управление» с точки зрения интегральной оценки баланса их содержания

В связи с внедрением в 2020 г. нового стандарта ФГОС ВО 3++ для рассматриваемого направления подготовки для данного профиля был разработан и утверждён новый учебный план с изменённым составом дисциплин и их распределением [46]. Построим визуальный образ этого учебного плана, используя предложенную нами модель, проанализируем его и сравним с учебным планом, который предлагался ранее. Полный перечень учебных дисциплин нового учебного плана с экспертными оценками представлен в Приложении Б. Визуальный образ содержания нового учебного плана для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов», разработанного в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, представлен на рисунке 13 ниже.

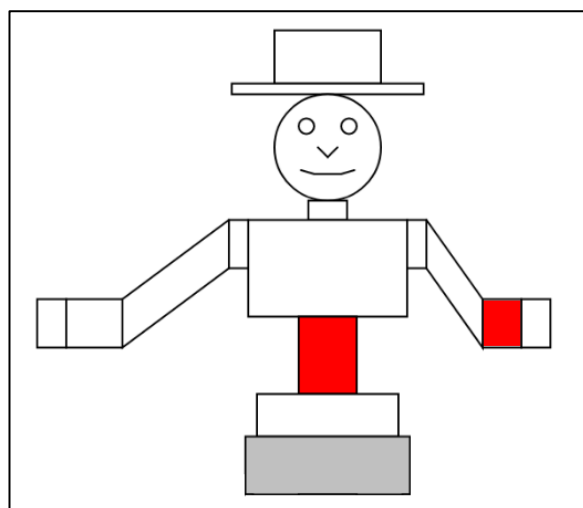


Рисунок 13 – Визуальный образ содержания учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов», разработанный в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++

Наложим образы предыдущего и текущего учебных планов друг на друга, чтобы нагляднее обозначить их различия. Образы, наложенные друг на друга, представлены на рисунке 14. Зелёным цветом на рисунке отмечено увеличение значений параметров образа учебного плана, разработанного на основе ФГОС ВО 3++, относительно параметров образа учебного плана, разработанного на основе ФГОС ВО 3+. Синим цветом обозначено уменьшение значений параметров образа учебного плана, разработанного на основе ФГОС ВО 3++, относительно параметров образа учебного плана, разработанного на основе ФГОС ВО 3+.



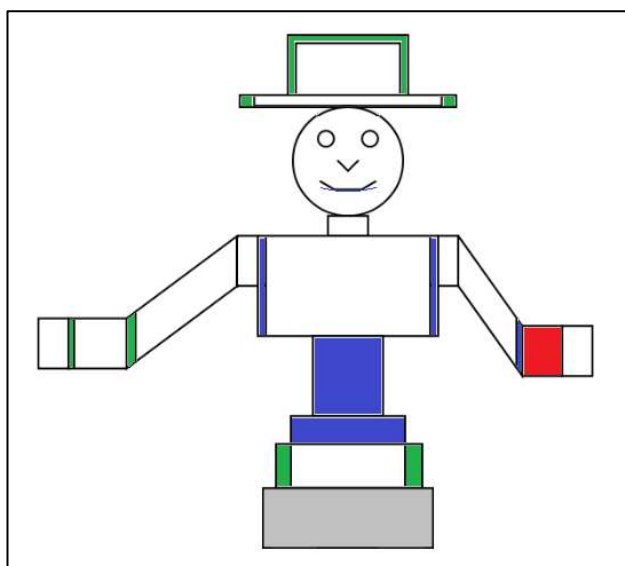


Рисунок 14 – Наложение визуальных образов содержания учебных планов

Можно видеть, насколько сместился акцент в сторону профилирующих дисциплин (ПУ6). «Шляпа» приобрела свои максимальные допустимые размеры.

Плечо «левой руки» во втором образе уменьшилось, что указывает на сокращение в базовой части учебного плана вклада учебных дисциплин, формирующих ПУ4 (использование информационных технологий). В вариативной части учебного плана («предплечье») дисциплины, направленные на использование информационных технологий для решения прикладных задач, отсутствуют совсем.

Верхняя часть «корпуса» второго образа уменьшилась в размере. Это означает, что часть дисциплин, формирующих ПУ5 (математическое моделирование сложных систем), была убрана из базовой части учебного плана. Надо отметить, что в предыдущем образе размеры этой части (верхняя часть «корпуса») были близки к оптимальному показателю. Нижняя часть «корпуса» во втором образе отсутствует, то есть в вариативной части нового УП дисциплины, формирующие ПУ5, не представлены.

Часть дисциплин, направленных на общую подготовку, была перенесена из вариативной в базовую часть, благодаря чему их показатель для вариативной

части УП достиг оптимального значения (высота верхней части «таза») и несколько улучшился для базовой части УП (длина верхней части «таза»).

Что касается ПУ, относящихся к специфике направления подготовки (методы анализа, синтеза и управления), то показатели их вклада остались приблизительно на том же уровне, то есть количество учебных дисциплин, формирующих эти ПУ, в вариативной части УП близко к минимальному значению, а показатель для базовой части УП близок к оптимальному.

Место нового учебного плана в рейтинге всех предлагаемых российскими вузами программ с точки зрения интегральной оценки баланса показано на рисунке 15.

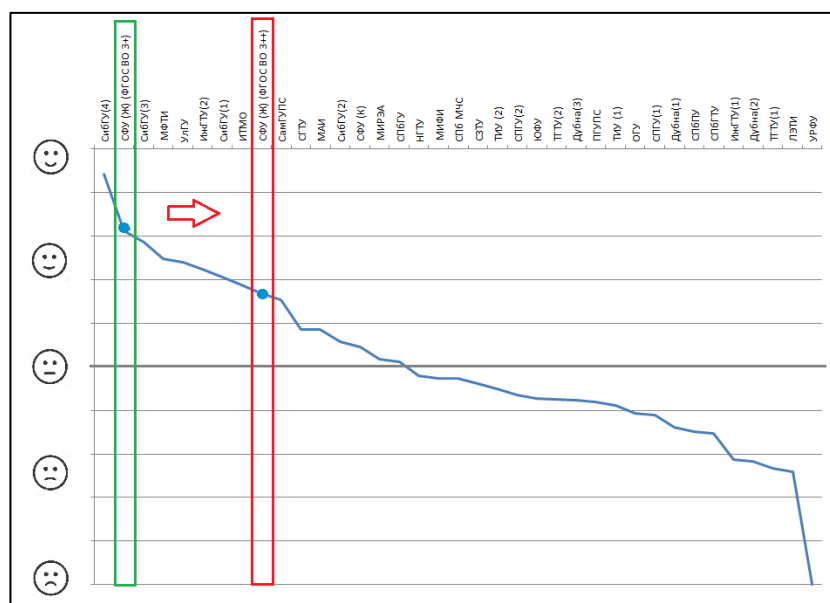


Рисунок 15 – Распределение учебных планов направления 27.04.03 «Системный анализ и управление» с точки зрения интегральной оценки баланса их содержания

Можно видеть, что показатель баланса нового учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов», разработанного в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, снизился относительно предыдущего показателя.

Состав и содержание учебного плана во многом определяют результаты освоения учебной программы и сформированность у выпускника ключевых профессиональных умений. Результаты анализа построенных образов содержания учебных планов подтвердили необходимость в разработке рекомендаций по балансировке содержания учебного плана, сформированного в соответствии с ФГОС ВО 3++ для профиля подготовки 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета.

### **3.2 Рекомендации по балансировке содержания учебного плана для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»**

Нами предлагается ряд рекомендаций по балансировке (гармонизации) содержания учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета.

1 Учитывая дисбаланс, полученный при отрисовке визуального образа содержания учебной программы, рекомендуется *усилить вклад дисциплин, формирующих группу профессиональных умений, связанных с использованием информационных технологий*. Для этого как в базовой, так и в вариативной части учебного плана необходимо ввести соответствующие дисциплины, направленные на формирование данной группы ПУ.

2 В вариативной части учебного плана рекомендуется *ввести дисциплины, относящихся к использованию методов математического моделирования* сложных систем.

3 В вариативной части учебного плана также имеется нехватка дисциплин, формирующих ПУ, отражающие специфику направления подготовки. Следовательно, необходимо *усилить вклад дисциплин, отвечающих*

за формирование навыков владения методами анализа, синтеза и эффективного управления сложными системами.

4 Рекомендуется расширить практическую составляющую предлагаемых учебных дисциплин, связанных с инженерией в области специализации. Благодаря этому обучение будет обеспечивать формирование актуальных прикладных умений и навыков. Практико-ориентированный подход к преподаванию профильных дисциплин поможет устранить оторванность получаемых знаний от их реального применения в профессиональной деятельности. Практическая составляющая учебных дисциплин будет способствовать углублению и расширению теоретических знаний и развитию самостоятельной активности студентов.

5 Для повышения практико-ориентированности учебной программы целесообразно получать обратную связь от работодателей о качестве подготовки выпускников, а также внедрять в УП профессиональные компетенции по их отзывам. Расширение взаимодействия представителей рынка труда, формирующих рекомендации к результатам обучения, и высших учебных заведений, а также открытость учебных программ для внешней оценки может способствовать повышению ответственности вуза за качество подготовки учащихся. Это, в свою очередь, позволит обеспечить большую согласованность действий выпускающей кафедры, методического отдела и отдельных преподавателей при разработке и утверждении учебных программ.

6 В перечень профессиональных компетенций, который определяется вузом самостоятельно на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, рекомендуется добавить ПК, связанные с направлением подготовки в привязке к базовому предприятию, а именно ПК «Способность применять методы системного анализа, синтеза и управления при проектировании космических аппаратов» и ПК «Способность применять базовые информационные технологии и методы математического моделирования при проектировании космических аппаратов». Учёт базовых профессиональных умений в рамках

направления подготовки («Системный анализ и управление») в составе профессиональных компетенций обеспечит согласованность и преемственность учебных программ различного уровня (бакалавриат и магистратура) и обусловит повышение качества подготовки.

7 При разработке учебной программы важно *обращать внимание на логические связи между учебными модулями и избегать неравномерной учебной нагрузки по семестрам*. Учитывая то, что «...как правило, отдельный модуль работает на достижение нескольких результатов обучения по программе и, в свою очередь, отдельный результат обучения уровня программы достигается освоением ряда модулей...» [19], отдельные компетенции реализуются целым рядом дисциплин. Очень важна грамотная последовательность в подаче знаний и умений, что способствует последовательному наращению соответствующих компетенций.

8 Рекомендуется *расширить состав дисциплин по выбору* учащегося (элективных дисциплин). Учебные программы, предлагающие возможность выбора учебных модулей студентами, позволяют учащимся расширить и углубить свои знания по отдельным дисциплинам и сформировать индивидуальные результаты обучения.

Способность успешно осуществлять профессиональную деятельность во многом зависит от полученных в ходе обучения умений и знаний. Предложенные рекомендации, направленные на гармонизацию содержания учебного плана подготовки будущих магистров профиля 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета, позволят сформировать у выпускников необходимые профессиональные умения и обеспечить успешную профессиональную подготовку.

### **3.3 Выводы по главе**

На основе предложенной модели гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» построены визуальные образы содержания учебных планов для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета, разработанных в соответствии с ФГОС ВО 3+ и ФГОС ВО 3++. Анализ полученных образов позволил выявить ряд недостатков в содержательном наполнении процесса подготовки магистров указанной специальности.

Нами сформулирован ряд рекомендаций, направленных на совершенствование учебного плана, разработанного в соответствии с ФГОС ВО 3++ для указанной специальности, и повышение качества подготовки выпускников. Соблюдение высшим учебным заведением предложенных рекомендаций при разработке учебного плана для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» гарантирует учащимся получение качественного образования и обеспечит востребованность предлагаемой учебной программы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационное исследование посвящено проблеме баланса содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Цель диссертационной работы была достигнута. Результатом работы является частная модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление». В процессе исследования решены все поставленные задачи.

1 Проанализировано 36 учебных программ магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», предлагаемых российскими вузами. Выделены ключевые профессиональные умения специалиста по системному анализу и управлению, не зависящие от профиля подготовки. На основе выделенных профессиональных умений проведена оценка сбалансированности содержания учебных программ магистратуры указанного направления, разработанных в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3+ и ФГОС ВО 3++.

2 Предложена частная модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», состоящая из 10 параметров. В основе предложенной модели лежит метод унифицированного графического воплощения активности.

3 Предложенная модель использована для разработки рекомендаций по балансировке содержания учебного плана магистратуры, разработанного в соответствии с ФГОС ВО 3++ для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета, готовящего кадры для АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва».

Научная новизна диссертационного исследования: предложена частная модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Практическая значимость: предложенная модель использована для разработки рекомендаций по балансировке содержания учебной программы магистратуры для специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» Сибирского федерального университета, готовящего кадры для АО «ИСС». Внедрение данных рекомендаций позволит повысить качество подготовки выпускников и поднимет репутацию высшего учебного заведения.

Перспективными направлениями исследования являются следующие:

- анализ зарубежного опыта подготовки специалистов в области системного анализа и управления в высших учебных заведениях;
- повышение точности модели за счёт совершенствования методики расчёта баланса содержания УП (использование показателя объёма учебной нагрузки);
- применение модели для сравнения не только учебных планов, но и учащихся (дополнение образа нижним блоком, основанным на персонифицированных данных по предыдущей ступени подготовки).

По теме исследования опубликовано 3 статьи [17], [18], [26].



## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

|          |   |  |
|----------|---|--|
| АО «ИСС» | – | акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»;     |
| ВО       | – | высшее образование;  |
| Вуз      | – | высшее учебное заведение;  |
| ИТ       | – | информационные технологии;   |
| ОПК      | – | общепрофессиональная компетенция;  |
| ПК       | – | профессиональная компетенция;  |
| ПУ       | – | профессиональные умения;   |
| РФ       | – | Российская Федерация;  |
| УК       | – | универсальная компетенция;   |
| УП       | – | учебный план;  |
| ФГОС     | – | Федеральный государственный образовательный стандарт;  |
| UGVA     | – | Unified Graphic Visualization of Activity / унифицированное графическое воплощение активности. |

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Антонов, В. А. Системный анализ / А. В. Антонов. – Москва: Высшая школа, 2008. – 456 с.
- 2 Беденко, Н. Н., Чегринцова, С. В. Проблемы сопряжения профессиональных и образовательных стандартов высшего образования/ Н. Н. Беденко, С. В. Чегринцова // Вестник ТвГУ. – 2016. – № 4. –С. 129-134.
- 3 Болонский процесс в России: история и современность [Электронный ресурс] // Национальный офис ERASMUS+ в России [сайт]. – Режим доступа: [http://erasmusplusinrussia.ru/PDF/BolonProcess/Bolon\\_Process.pdf](http://erasmusplusinrussia.ru/PDF/BolonProcess/Bolon_Process.pdf).
- 4 Дахин, А. Н. Компетентностное обучение в России и за рубежом: попытка сопоставления / А. Н. Дахин // Школьные технологии. – 2009. – № 5. – С. 45-55.
- 5 Джоунс, Д. Изобретения Дедала. – Москва: Мир, 1985. – 232 с.
- 6 Зеер, Э. Ф., Павлова, А. М., Сыманюк, Э. Э. Модернизация профессионального образования: Компетентностный подход / Э. Ф. Зеер, А. М. Павлова, Э. Э. Сыманюк. – Москва: Московский психолого-социальный институт, 2006. – 216 с.
- 7 Зиновьев, А. Ю. Визуализация многомерных данных / А. Ю. Зиновьев. – Красноярск: Изд-во КГТУ, 2000. – 168 с.
- 8 Олейникова, О. Н. Профессиональные стандарты как основа национальной системы квалификаций [Электронный ресурс] // Региональное агентство развития квалификаций [сайт]. – Режим доступа: [https://rark-kazan.ru/files/prof\\_stand/publ/o.n.%20oleynikova%20профессиональные%20стандарты%20как%20основа%20национальной%20системы%20квалификаций.pdf](https://rark-kazan.ru/files/prof_stand/publ/o.n.%20oleynikova%20профессиональные%20стандарты%20как%20основа%20национальной%20системы%20квалификаций.pdf).
- 9 Портал Федеральных государственных образовательных стандартов [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [сайт]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru>.

10 Постановление Правительства РФ от 22.01.2013 № 23 (ред. от 29.11.2018) «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов» [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_141271/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_141271/).

11 Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.02.2002 № 393 «О Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года» [Электронный ресурс] // Федеральный портал «Российское образование» [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <http://www.edu.ru/documents/view/1660/#1>.

12 Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.03.2006 № 62 «Об образовательной программе высшего профессионального образования специализированной подготовки магистров» [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_106361/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_106361/).

13 Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.10.2014 № 1413 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление (уровень магистратуры)» [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [сайт]. – Режим доступа: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/270403\\_Systanaliupr.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/270403_Systanaliupr.pdf).

14 Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.04.2013 № 148н «Об утверждении уровней квалификаций в целях разработки проектов профессиональных стандартов» [Электронный ресурс] // Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/48>.

15 Профессиональный стандарт 06.022 «Системный аналитик» [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных

образовательных стандартов высшего образования [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/06.022.pdf>.

16 Профессиональный стандарт 25.001 «Специалист по проектированию и конструированию космических аппаратов и систем» [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/25.001.pdf>.

17 Проценко, Д. А. Выявление некоторых тенденций изменения содержания учебных планов магистратуры направления «Системный анализ и управление» с помощью метода UGVA в условиях реализации ФГОС ВО 3++ / Д. А. Проценко // Нейроинформатика, её приложения и анализ данных: XXVIII Всероссийский семинар. – Красноярск, 2021. – (в печати).

18 Проценко, Д. А. Сравнение учебных планов магистратуры направления «Системный анализ и управление» методом UGVA / Д. А. Проценко // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: сборник научных трудов; материалы Девятнадцатой открытой Всероссийской конференции. – Москва: АПКИТ, 2021. – С. 173-174.

19 Ребрин, О. И. Использование результатов обучения при проектировании образовательных программ / О. И. Ребрин. – Екатеринбург: ООО «Издательский дом «Ажур», 2014. – 28 с.

20 Тарасенко, Ф. П. Прикладной системный анализ: учебное пособие / Ф. П. Тарасенко. – Москва: Кнорус, 2010. – 224 с.

21 Теоретические основы системного анализа / В. И. Новосельцев, Б. В. Тарасов, В. К. Голиков, Б. Е. Демин; под ред. В. И. Новосельцева. – Москва: Майор, 2006. – 592 с.

22 Тепловая карта, как способ презентации данных исследований [Электронный ресурс] // Блог про HR-аналитику. – Режим доступа: <https://edwvb.blogspot.com/2013/10/teplovaja-karta-kak-sposob-prezentacii-dannykh-issledovaniij.html>.

23 «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2011 № 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020) [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/).

24 Углев, В. А. Метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA) / В. А. Углев // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Красноярск: ЛИТЕРА-принт, 2019. – С. 161-172.

25 Углев, В. А., Некрасов, М. В. Модель для оценки баланса учебной нагрузки методом UGVA для подготовки специалистов в области искусственного интеллекта / В. А. Углев // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Красноярск: ЛИТЕРА-принт, 2019. – С. 173-181.

26 Углев, В. А., Проценко, Д. А. Оценка баланса нагрузки по учебной программе магистратуры направления «Системный анализ и управление» методом UGVA / В. А. Углев, Д. А. Проценко // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Красноярск: ЛИТЕРА-принт, 2020. – С. 220-228.

27 Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597 [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129344/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129344/).

28 Утверждённые ФГОС ВО с учётом проф. стандартов (3++) [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/152/150/25>.

29 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Государственный университет «Дубна» [сайт]. – Дубна, 2021. – Режим доступа: <https://www.uni-dubna.ru/sveden/education#>.

30 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // МИРЭА - Российский технологический университет [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <https://www.mirea.ru/sveden/education/programs>.

31 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Московский авиационный институт [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <https://mai.ru/education/space/magistratura/>.

32 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: <https://mipt.ru/sveden/education/programs/sistemnyu-analiz-i-upravlenie-faki-27.04.03.html>.

33 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: [http://eis.mephi.ru/AccGateway/index.aspx?report\\_param\\_gosn=3&report\\_param\\_is\\_magister=true](http://eis.mephi.ru/AccGateway/index.aspx?report_param_gosn=3&report_param_is_magister=true).

34 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева [сайт]. – Нижний Новгород, 2021. – Режим доступа: <https://www.nntu.ru/content/obrazovanie/magisterskie-programmy>.

35 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Оренбургский государственный университет [сайт]. – Оренбург, 2021. – Режим доступа: <http://www.osu.ru/doc/4577/prof/2607/lvl/1/year/2020/>.

36 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: [https://www.pgups.ru/struct/kafedra\\_informatika\\_i\\_informatsionnaya\\_bezopasnost/napravleniya-podgotovki-inib](https://www.pgups.ru/struct/kafedra_informatika_i_informatsionnaya_bezopasnost/napravleniya-podgotovki-inib).

37 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Самарский государственный университет путей сообщения [сайт]. – Самара, 2021. – Режим доступа: <https://www.samgups.ru/sveden/education/practicsZe>.

38 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский горный университет [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <http://landing.spmi.ru/sistemnyu-analiz-organizacionno-upravlencheskoj-deyatelnosti-v-bolshikh-sistemakh>.

39 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <http://technolog.edu.ru/sveden/eduOp>.

40 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский государственный университет [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <https://spbu.ru/postupayushchim/programms/magistratura/>.

41 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <https://etu.ru/sveden/education/practicsZe/>.

42 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <https://www.spbstu.ru/sveden/education/documents-educational-process-educational-organization/>.

43 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. [сайт]. – Саратов, 2021. – Режим доступа:

[http://www.sstu.ru/files/umu/op\\_sym/FTI/m-SAUP/Ucheb\\_plan\\_m-SAUP\\_26.06.2020.pdf](http://www.sstu.ru/files/umu/op_sym/FTI/m-SAUP/Ucheb_plan_m-SAUP_26.06.2020.pdf).

44 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Северо-Западный открытый технический университет [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <http://nwotu.ru/2-uncategorised/226-rabochie-programmy-27-04-03>.

45 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва [сайт]. – Красноярск, 2021. – Режим доступа: <https://www.sibsau.ru/opop/edufiles/>.

46 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Сибирский федеральный университет [сайт]. – Красноярск, 2021. – Режим доступа: <http://edu.sfu-kras.ru/programs#show>.

47 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Тамбовский государственный технический университет [сайт]. – Тамбов, 2021. – Режим доступа: <https://tstu.ru/m/r.php?r=tgtu.sveden.education.tab10-mag>.

48 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Ульяновский государственный университет [сайт]. – Ульяновск, 2021. – Режим доступа: <https://www.ulsu.ru/ru/education/57/documents/2019/>.

49 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» [сайт]. – Екатеринбург, 2021. – Режим доступа: <https://magister.urfu.ru/ru/programs/>.

50 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» [сайт]. – Ижевск, 2021. – Режим доступа: <https://istu.ru/sveden/programs/1384>.



51 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы» [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: <https://igps.ru/Content/publication/documents/>.

52 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» [сайт]. – Санкт-Петербург, 2021. – Режим доступа: [http://csi.ifmo.ru/education/plans/plan\\_6.html](http://csi.ifmo.ru/education/plans/plan_6.html).

53 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет» [сайт]. – Тюмень, 2021. – Режим доступа: <https://www.tyuiu.ru/institutes/isou/depts/kafedra-mimu/abiturientu/magistratura/upravlenie-sotsialno-ekonomicheskimi-sistemami/>.

54 Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс] // Южный федеральный университет [сайт]. – Ростов-на-Дону, 2021. – Режим доступа: [https://sfedu.ru/www/stat\\_pages22.show?p=EDU/N13472/D](https://sfedu.ru/www/stat_pages22.show?p=EDU/N13472/D).

55 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (3++) по направлению магистратуры 27.04.03 Системный анализ и управление [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [сайт]. – Москва, 2021. – Режим доступа: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Mag/270403\\_M\\_3\\_22082020.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Mag/270403_M_3_22082020.pdf).

56 Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/).

57 Филимонов, В. А. Применение простого конструктора «4 уровня» для обеспечения научной новизны публикаций [Электронный ресурс] // Научная социальная сеть ResearchGate [сайт]. – 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\\_ENSUREING\\_THE\\_SCIENTIFIC\\_NOVELTY\\_OF\\_PUBLICATIONS](https://www.researchgate.net/publication/332250190_PRIMENENIE_PROSTOGO_KONSTRUKTORA_4_UROVNA_DLA_OBESPECENIA_NAUCNOJ_NOVIZNY_PUBLIKACIJ_APPLICATION_OF_A_SIMPLE_4_LEVEL_CONSTRUCTOR_FOR_ENSUREING_THE_SCIENTIFIC_NOVELTY_OF_PUBLICATIONS).

58 Хуторской, А. В. Современная дидактика / А. В. Хуторской. – Санкт-Петербург, 2001. – 418 с.

59 Яу, Н. Искусство визуализации в бизнесе. Как представить сложную информацию простыми образами / Нейтан Яу. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 352 с.

60 Chernoff, H. The Use of Faces to Represent Points in K-Dimensional Space Graphically / H. Chernoff // Journal of the American Statistical Association. – 1973. – Vol. 68, № 342. – P. 361–368. – Режим доступа: <http://www.jstor.org/pss/2284077>.

61 Flury, B. Graphical Representation of Multivariate Data by Means of Asymmetrical Faces / B. Flury, H. Riedwyl // Journal of the American Statistical Association. – 1981. – Vol. 76, № 376. – P. 757–765. – Режим доступа: <https://www.jstor.org/stable/2287565?seq=1>.

62 Parallel Coordinates Class [Электронный ресурс] // ROOT Reference Guide [сайт]. – Режим доступа: <http://root.cern.ch/root/html532/TParallelCoord.html>.

63 Radar Chart [Электронный ресурс] // The Data Visualisation Catalogue [сайт]. – Режим доступа: [https://datavizcatalogue.com/methods/radar\\_chart.html](https://datavizcatalogue.com/methods/radar_chart.html).

64 White, R. W. Motivation reconsidered: The concept of competence / R. W. White // Psychological review. – 1959. – № 66. – P. 38-54.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Экспертные оценки вклада учебных дисциплин в формирование  
профессиональных умений для учебного плана специальности 27.04.03.06  
«Основы проектирования космических аппаратов»  
(ФГОС ВО 3+)**

| №  | Дисциплина   | Часть* | ПУ1  | ПУ2  | ПУ3  | ПУ4  | ПУ5  | ПУ6 | ПУ7 |
|----|--|--------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 1  | Английский язык для академических целей              | 1      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   |
| 2  | Системный анализ и исследований операций             | 1      | 1    | 1    | 0,3  | 0    | 0,5  | 0   | 0   |
| 3  | Глобальная и многокритериальная оптимизация          | 1      | 0,25 | 0,1  | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   |
| 4  | Основы теории активных систем                        | 1      | 0    | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,75 | 0   | 0   |
| 5  | Методы искусственного интеллекта                     | 1      | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0   | 0   |
| 6  | Основы электрического проектирования                 | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 7  | Основы устройства космических аппаратов              | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 8  | Методология научной деятельности                     | 0      | 0,25 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   |
| 9  | Основы ракетно-космической техники                   | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 10 | Основы проектирования космических систем и аппаратов | 0      | 0,25 | 0,5  | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 11 | Научно-исследовательский семинар                     | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   |
| 12 | Системы ориентации космических аппаратов             | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 13 | Системы электропитания космических аппаратов         | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 14 | Системы терморегулирования космических аппаратов     | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 15 | Двигательные установки космических аппаратов         | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   |
| 16 | Физика космоса                                       | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,5 | 1   |

Окончание приложения А

| №  | Дисциплина   | Часть* | ПУ1  | ПУ2 | ПУ3  | ПУ4 | ПУ5 | ПУ6 | ПУ7 |
|----|--|--------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 17 | Баллистическое обеспечение навигационных спутниковых систем                  | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0,5 | 1   | 0   |
| 18 | Основы управления космическими аппаратами                                    | 0      | 0    | 0   | 0,25 | 0   | 0   | 1   | 0   |
| 19 | Наземная эксплуатация и запуск космических аппаратов                         | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 1   | 0   |
| 20 | Качество и надежность космических систем и аппаратов                         | 0      | 0,25 | 0   | 0    | 0   | 0   | 1   | 0   |
| 21 | Обеспечение безопасности и экологичности при производстве и эксплуатации РКТ | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 1   | 0   |

\* 1 – базовая часть УП, 0 – вариативная часть УП

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Экспертные оценки вклада учебных дисциплин в формирование профессиональных умений для учебного плана специальности 27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов» (ФГОС ВО 3++)

| №  | Дисциплина  | Часть* | ПУ1  | ПУ2 | ПУ3  | ПУ4 | ПУ5  | ПУ6  | ПУ7 |
|----|---|--------|------|-----|------|-----|------|------|-----|
| 1  | Методология научной деятельности                                | 1      | 0,25 | 0   | 0    | 0   | 0    | 0    | 1   |
| 2  | Проблемы управления сложными системами                          | 1      | 0    | 0   | 0,25 | 1   | 0,25 | 0,25 | 0   |
| 3  | Патентование объектов научно-исследовательской деятельности     | 1      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0,5 |
| 4  | Иностранный язык  | 1      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 0    | 1   |
| 5  | Системный анализ и синтез                                       | 1      | 1    | 1   | 0,3  | 0   | 0,5  | 0    | 0   |
| 6  | Методы оптимизации и принятия решений                           | 1      | 0,25 | 0,1 | 0    | 0   | 1    | 0    | 0   |
| 7  | Основы управления космическими аппаратами                       | 1      | 0    | 0   | 0,25 | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 8  | Основы проектирования космических систем и аппаратов            | 1      | 0,25 | 0,5 | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 9  | Общие принципы построения и функционирования космических систем | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 10 | Основы устройства космических аппаратов                         | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 11 | Качество и надежность космических систем и аппаратов            | 0      | 0,25 | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 12 | Основы электрического проектирования                            | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 13 | Физические основы создания информационных спутниковых систем    | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 14 | Надёжность и диагностика космических систем                     | 0      | 0,25 | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |
| 15 | Системы ориентации космических аппаратов                        | 0      | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 1    | 0   |

Окончание приложения Б

| №   | Дисциплина   | Часть* | ПУ1 | ПУ2  | ПУ3 | ПУ4 | ПУ5 | ПУ6  | ПУ7 |
|---|--|--------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|
| 16  | Системы терморегулирования космических аппаратов       | 0      | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 1    | 0   |
| 17  | Двигательные установки космических аппаратов           | 0      | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 1    | 0   |
| 18  | Проектирование инфраструктуры систем использования РКД | 0      | 0   | 0,25 | 0   | 0   | 0   | 1    | 0   |
| 19  | Научно-исследовательский семинар                       | 0      | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0    | 1   |
| 20  | Основы системной инженерии                             | 0      | 0,5 | 1    | 0   | 0   | 0   | 0,25 | 0   |
| 21  | Наземная эксплуатация и запуск космических аппаратов   | 0      | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 1    | 0   |
| * 1 – базовая часть УП, 0 – вариативная часть УП. |  |        |     |      |     |     |     |      |     |

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Показатели сбалансированности учебных планов магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление»

| № п/п | Вуз   | К <sub>1</sub> | К <sub>2</sub> | К <sub>3</sub> | К <sub>4</sub> | Значение δ |
|-------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 1     | Сибирский федеральный университет (профиль «Системный анализ данных и технологий принятия решений»)   | 34,41          | 36,25          | 25,89          | 3,45           | 10,77      |
| 2     | Сибирский федеральный университет (профиль «Основы проектирования космических аппаратов»)   | 29,05          | 23,28          | 17,74          | 29,93          | 4,49       |
| 3     | Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва (профиль «Системный анализ в управлении проектами и бизнес-процессами»)        | 35,50          | 28,00          | 25,50          | 11,00          | 7,00       |
| 4     | Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва (профиль «Системный анализ в условиях неопределённости»)                       | 34,13          | 30,94          | 30,94          | 3,99           | 10,50      |
| 5     | Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва (профиль «Системный анализ данных и моделей принятия решений»)                 | 25,46          | 23,15          | 34,72          | 16,67          | 5,09       |
| 6     | Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва (профиль «Системный анализ и управление в информационно-управляющих системах») | 24,30          | 27,39          | 22,91          | 25,40          | 1,39       |
| 7     | Московский физико-технический институт (профиль «Системный анализ и управление в больших системах»)   | 27,92          | 34,08          | 17,04          | 20,97          | 5,99       |
| 8     | МИРЭА – Российский технологический университет (профиль «Инженерия автоматизированных систем»)  | 39,79          | 33,16          | 17,45          | 9,60           | 11,47      |

Продолжение приложения В

| № п/п | Вуз   | К <sub>1</sub> | К <sub>2</sub> | К <sub>3</sub> | К <sub>4</sub> | Значение δ |
|-------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 9     | Московский авиационный институт (профиль «Автоматизированные системы поддержки принятия проектных и управленческих решений в аэрокосмической технике»)                              | 44,66          | 25,02          | 20,09          | 10,24          | 9,83       |
| 10    | Московский инженерно-физический институт (профиль «Системная инженерия искусственных систем»)   | 34,61          | 40,36          | 4,84           | 20,18          | 12,48      |
| 11    | Санкт-Петербургский государственный технологический университет (профиль «Системный анализ и управление в организационных системах»)  | 20,13          | 55,96          | 21,55          | 2,07           | 15,47      |
| 12    | Санкт-Петербургский государственный университет (профиль «Инженерно-ориентированная математика»)  | 29,39          | 43,86          | 15,79          | 10,96          | 11,62      |
| 13    | Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (профиль «Интеллектуальные системы управления техническими процессами») | 36,62          | 28,17          | 15,49          | 19,72          | 7,39       |
| 14    | Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (профиль «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических и экономических системах»)    | 37,61          | 43,23          | 14,27          | 4,90           | 15,41      |
| 15    | Петербургский государственный университет путей сообщения (профиль «Системный анализ и исследование операций в технических системах»)   | 34,70          | 42,88          | 20,47          | 1,95           | 13,79      |
| 16    | Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (профиль «Человеческий фактор в информационных системах»)  | 5,36           | 56,78          | 9,46           | 28,39          | 17,58      |



Продолжение приложения В

| № п/п | Вуз  | К <sub>1</sub> | К <sub>2</sub> | К <sub>3</sub> | К <sub>4</sub> | Значение δ |
|-------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 17    | Санкт-Петербургский горный университет (профиль «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах»)                                  | 53,96          | 18,76          | 22,17          | 5,12           | 14,48      |
| 18    | Санкт-Петербургский горный университет (профиль «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических и социально-экономических системах») | 51,85          | 18,92          | 22,36          | 6,88           | 13,42      |
| 19    | Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России (профиль «Интегрированные системы управления производством»)                     | 39,12          | 32,23          | 28,65          | 0,00           | 12,50      |
| 20    | Оренбургский государственный университет (профиль «Системный анализ данных и моделей принятия решений»)  | 53,85          | 24,62          | 21,54          | 0,00           | 14,42      |
| 21    | Ульяновский государственный университет (профиль «Интегрированные системы управления производством»)   | 37,38          | 21,82          | 21,82          | 18,98          | 6,19       |
| 22    | Северо-Западный открытый технический университет (профиль «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах»)                        | 41,32          | 34,23          | 24,45          | 0,00           | 12,77      |
| 23    | Самарский государственный университет путей сообщения (профиль «Системный анализ в распределенных технических системах»)   | 32,84          | 33,58          | 23,08          | 10,49          | 8,21       |
| 24    | Уральский федеральный университет (профиль «Системная инженерия»)  | 72,49          | 10,58          | 1,06           | 15,87          | 23,74      |
| 25    | Саратовский государственный технический университет (профиль «Системный анализ и управление»)  | 30,39          | 29,45          | 34,81          | 5,35           | 9,82       |
| 26    | Государственный университет «Дубна» (профиль «Бизнес-аналитика и системы больших данных»)  | 37,08          | 43,24          | 6,70           | 12,97          | 15,16      |

Продолжение приложения В

| № п/п | Вуз   | К <sub>1</sub> | К <sub>2</sub> | К <sub>3</sub> | К <sub>4</sub> | Значение δ |
|-------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 27    | Государственный университет «Дубна» (профиль «Системный анализ проектно-технологических решений»)   | 35,56          | 48,48          | 5,86           | 10,10          | 17,02      |
| 28    | Государственный университет «Дубна» (профиль «Геоинформационные технологии в управлении сложными системами»)  | 33,86          | 43,56          | 8,71           | 13,86          | 13,71      |
| 29    | Тамбовский государственный технический университет (профиль «Системный анализ и управление информационными системами»)  | 46,28          | 38,57          | 15,15          | 0,00           | 17,42      |
| 30    | Тамбовский государственный технический университет (профиль «Системный анализ проектно-технологических решений»)  | 36,87          | 40,40          | 17,68          | 5,05           | 13,63      |
| 31    | Нижегородский государственный технический университет (профиль «Управление в организационно-технических системах»)  | 41,01          | 16,85          | 8,43           | 33,71          | 12,35      |
| 32    | Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (профиль «Системный анализ проектирования, обеспечения и управления качеством организаций»)         | 47,63          | 36,25          | 14,10          | 2,01           | 16,94      |
| 33    | Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (профиль «Компьютерные технологии и моделирование в управлении и автоматизации технических систем») | 23,81          | 38,10          | 14,29          | 23,81          | 6,54       |
| 34    | Южный федеральный университет (профиль «Системный инжиниринг»)  | 35,34          | 41,87          | 9,85           | 12,93          | 13,60      |
| 35    | Тюменский индустриальный университет (профиль «Управление социально-экономическими системами»)  | 42,04          | 35,92          | 8,98           | 13,06          | 13,97      |


Окончание приложения В

| №<br>п/п | Вуз  | К <sub>1</sub> | К <sub>2</sub> | К <sub>3</sub> | К <sub>4</sub> | Значение δ |
|----------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 36       | Тюменский индустриальный университет (профиль «Системный анализ и управление в отраслях топливно-энергетического комплекса») | 41,28          | 34,86          | 7,34           | 16,51          | 13,07      |

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  
«25» 08 2021 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

«Модель гармонизации содержания учебной программы магистратуры по  
направлению «Системный анализ и управление» с элементами визуального  
представления»  
тема

27.04.03 «Системный анализ и управление»  
код и наименование направления

27.04.03.06 «Основы проектирования космических аппаратов»  
код и наименование магистерской программы

Научный  
руководитель

  
подпись, дата

доцент МБК ПФиКТ,  
канд. техн. наук  
должность, ученая степень

В.А. Углев  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

начальник группы АО  
«ИСС» имени  
академика М.Ф.  
Решетнёва»,  
канд. техн. наук  
должность, ученая степень

Д.А. Проценко  
инициалы, фамилия

Рецензент

  
подпись, дата

профессор  
МБК ПФиКТ,  
д-р техн. наук, доцент  
должность, ученая степень

Ю.В. Кочев  
инициалы, фамилия

Нормоконтролёр

 23.08.21  
подпись, дата

В.Е. Чеботарёв  
инициалы, фамилия

Красноярск 2021