

**В.А. Углев**, к.т.н., доцент, uglev-v@uandex.ru  
Сибирский федеральный университет, г. Железногорск, Россия

**Д.А. Проценко**, специалист, daryapro@mail.ru  
АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва,  
г. Железногорск, Россия

## **ОЦЕНКА БАЛАНСА НАГРУЗКИ ПО УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ НАПРАВЛЕНИЯ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ» МЕТОДОМ UGVA**

*Аннотация:* В статье рассматривается модель оценки учебного плана для подготовки специалистов магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление». Проведена оценка баланса учебной нагрузки в учебных планах и проведено сравнение учебных планов Сибирского федерального университета за 2017-2021 гг. Для визуализации параметров учебных планов использован метод унифицированного графического воплощения активности.

*Ключевые слова:* системный анализ и управление, магистерская программа, компетенции, учебный план, баланс нагрузки, метод унифицированного графического воплощения активности

**V.A. Uglev**, PhD, docent, uglev-v@uandex.ru  
Siberian Federal University, Zheleznogorsk, Russia  
**D. Protsenko**, specialist, daryapro@mail.ru  
JSC Information Satellite Systems», Zheleznogorsk, Russia

## **ESTIMATION OF THE STUDY LOAD BALANCE OF MASTER'S PROGRAM IN SYSTEM ANALYSIS AND CONTROL BY UGVA METHOD**

*Abstract:* This article describes a model for estimating the curriculum of master's program in system analysis and control (27.04.03 code) The study load balance in the curricula was estimated and a comparison of the curricula was made in Siberian Federal University by 2017-2021 years. To visualize the curriculum parameters, the method of the unified graphic visualization of activity is used.

*Key words:* system analysis and control, master's degree, competence, curriculum, study load balance, Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA)

### **Введение**

В образовательные системы многих стран мира (в том числе России) был введён компетентностный подход, не ограничивающий обучение

предметным образованием и учитывающий компетентность специалиста в условиях конкуренции на рынке труда. С внедрением нового подхода содержание образования переориентировалось с получения набора теоретических знаний на освоение определённых компетенций, умение находить и отбирать нужные знания и использовать их для решения задач в профессиональной деятельности. Перечень компетенций по каждому направлению подготовки представлен в соответствующем федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) для каждого профиля подготовки. ФГОС определяет общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, на формирование которых направлена образовательная программа. Современные работодатели оценивают качество и эффективность подготовки специалиста по наличию не только узкопрофессиональных знаний, но и умению решать управленческие, технологические, коммуникационные задачи.

Специалист по системному анализу и управлению – одна из самых востребованных профессий на рынке труда, относящейся к области информационных технологий. Основными задачами специалиста данного профиля являются анализ, синтез, моделирование систем различного назначения с целью увеличения эффективности проектирования и управления сложными системами [1]. Специалисты по системному анализу могут осуществлять профессиональную деятельность в широком круге областей (работа с техническими, экономическими, медицинскими, социальными системами и пр.). Подготовка квалифицированных специалистов, владеющих методами анализа и синтеза сложных объектов, обработки информации, моделирования, оптимизации, управления и принятия решений, становится всё более актуальной и важной. Таким образом, стратегически значимой является возможность предоставления качественного современного востребованного обществом образования по направлению «Системный анализ и управление» на основе гармоничного баланса фундаментальной и профессиональной подготовки.

### **Объект исследования**

Нашей задачей в данной работе явилось выявление основных профессиональных умений (ПУ), требующихся от специалиста по системному анализу и управлению, сопоставление этих ПУ с умениями и знаниями, формируемыми в ходе обучения в магистратуре по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» Сибирского федерального университета [2], и оценка баланса знаний выпускника указанного направления методом UGVA [3].

На основе анализа требований работодателей к основным ПУ специалиста по системному анализу и управлению, а также требований ФГОСа по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» (уровень магистратуры) [1] выделим следующие ПУ, которыми должен обладать выпускник данного направления подготовки, вне зависимости от версии стандарта или специализации подготовки:

- анализ сложных систем (ПУ1);
- синтез сложных систем (ПУ2);
- решение задач управления сложными системами (ПУ3);
- использование информационных технологий (в широком смысле) 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).

На основании выявленного перечня ключевых ПУ предложим модель оценки образовательной программы, позволяющей проанализировать соотношение дисциплин, формирующих необходимые профессиональные умения специалиста в области системного анализа и управления в Сибирском федеральном университете.

### Модель оценки учебного плана

Для оценки баланса учебной нагрузки и качества подготовки выпускников нами были взяты учебные планы магистратуры Сибирского федерального университета по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» по программам обучения «Системный анализ данных и технологий принятия решений» и «Основы проектирования космических аппаратов» за 2015-2020 учебные годы (УП доступны на портале [2]), а также варианты учебных планов, предложенные преподавательским составом для утверждения на будущий учебный год (2021-2022 гг.) в связи с введением новой редакции Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (Ж4.1 и Ж4.2 по ФГОС 3++). На рис. 1. показано, насколько интенсивно изменялись (редактировались и переутверждались) учебные планы по данной специальности в головной организации (Красноярск, К1-К5) и его представительстве (Железногорск, Ж1-Ж4). При этом УП Кр2 и Кр3 эквивалентны, как и Ж3 и Ж3.

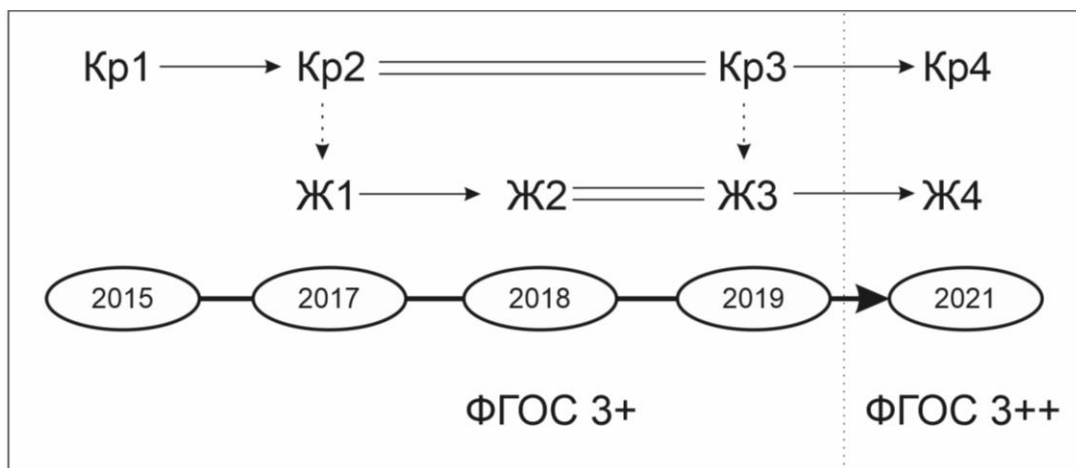


Рис. 1. Динамика обновления УП по специальности 27.04.03 в СФУ

Следует отметить, что планы, составляемые в головной организации, ориентировались на широкий рынок труда в городе-миллионнике, а планы в закрытом городе Железногорске – на градообразующие предприятия (базовая кафедра была создана под потребности в первую очередь предприятий Роскосмоса). Специфика утверждения УП заключалась в следующем: принятие УП в головной организации закрепляло набор дисциплин базовой части для всех представительств (филиалов), а также распределение по ним компетенций (эта добровольно-принудительная директива от института Космических и информационных технологий СФУ показана на рисунке пунктирными стрелками). Как можно догадаться, не во всем мнение базовой кафедры головной организацией учитывалось и распределение дисциплин / компетенций было обосновано унификацией. Обострившееся противоречие в планах на 2021 год было снято, что и послужило поводом для дальнейшего анализа.

Вернемся к задаче сравнения УП. Выявленные выше ПУ предлагается использовать в качестве критериев для сравнения различных учебных планов по направлению подготовки. 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 учебного плана была выставлена экспертная оценка вклада каждой дисциплины в формирование соответствующего ПУ, находящаяся в интервале от 0 (не формирует соответствующее ПУ) до 1 (дисциплина вносит существенный вклад в формирование соответствующего ПУ). При проведении экспертной оценки нами не учитывался объем учебной нагрузки в часах по соответствующим дисциплинам. Кроме того оценка вклада дисциплины в формирование ПУ основывалась исключительно на названии дисциплины в учебном плане и её аннотации. В таблице 1 ниже представлен фрагмент экспертных оценок учебного плана ЖЗ для набора 2019 г. Дополнительно отмечено расположение дисциплины в базовой или вариативной частях УП<sup>5</sup>.

Расчёт оценки вклада каждого ПУ в подготовку специалиста проводился по методике, описанной в [3]. Для последующей оценки баланса полученные значения были сгруппированы в следующие четыре группы:

1. вклад ПУ1 + ПУ2 + ПУ3 – группа профессиональных умений, отражающих специфику профессии;
2. вклад ПУ4 + ПУ7 – группа профессиональных умений, отражающих общую подготовку;
3. вклад ПУ5 – группа профессиональных умений, отражающих фундаментальные научные знания;

---

<sup>5</sup> Здесь и далее оценка баланса и формирование образа будут базироваться на базовой модели из [3], не привлекая данные об объеме учебной нагрузки (часах) и её типах (не применяется расширенная модель). Для иллюстрации возможностей метода данного упрощения в рамках статьи вполне достаточно.

4. вклад ПУ6 – группа профессиональных умений, отражающих отраслевую специфику подготовки.

Таблица 1. Экспертная оценка вклада дисциплин ЖЗ

№	Дисциплина	Часть	ПУ1	ПУ2	ПУ3	ПУ4	ПУ5	ПУ6	ПУ7
1	Английский язык для академических целей	б	0	0	0	0	0	0	1
2	Системный анализ и исследований операций	б	1	1	0,5	0	0,5	0	0
3	Глобальная и много-критериальная оптимизация	б	0,25	0	0	0	1	0	0
4	Основы теории активных систем	б	0,5	0,25	0,25	0	1	0	0
5	Методы искусственного интеллекта	б	0,25	0	0	0,5	0,25	0	0
6	Основы устройства космических аппаратов	в	0	0	0	0	0	1	0
...	...	...	...	...	...	...	...	..	..
20	Качество и надежность космических систем и аппаратов	в	0	0	0	0	0	1	0
21	Баллистическое обеспечение навигационных спутниковых систем	в	0	0	0	0	0,5	1	0
	Сумма	5	2,5	1,5	1,5	0,5	2,75	15	2
	штук		6	3	4	1	4	15	2
	%	23,81	9,71	5,83	5,83	1,94	10,7	58,3	7,77

Предполагается, что каждая группа ПУ должна стремиться к равноценному влиянию на результат, т.е. равный 25% (100/4). Для каждого оцениваемого учебного плана был рассчитан фактический вклад каждой группы ПУ и оценено отклонение от баланса  $\delta$ .

Итоговые результаты расчётов по методике представлены в таблице 2. Оценки баланса показывает, что УП головной организации постепенно вышли на стабильный уровень баланса, не слишком сильно отклоняющегося от равновесия. Что же касается УП базовой кафедры, то до тех пор, пока необходимость унификации довлела на принимаемые решения, то и планы были сравнимы. Но при отсутствии контроля мнения разделились (см. 2 последние строки в табл. 2.). Немаловажным фактором трансформации образов Кр4, Ж4.1 и Ж4.2 является необходимость адаптации к новому набору компетенций из ФГОС 3++ [1].

Таблица 2. Показатели сбалансированности дисциплин учебных планов магистратуры по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» Сибирского федерального университета

Год	УП	ПУ1+2+3	ПУ4+7	ПУ5	ПУ6	Значение $\delta$
2015	Кр1	20,68	14,23	8,15	10,28	11,66
2017	Кр2	23,53	21,97	17,3	0,43	9,19
2017	Ж1	16,35	13,08	10,28	25,23	8,87
2018	Ж2	15,25	14,46	7,23	19,56	9,16
2019	Кр3	23,53	21,97	17,3	0,43	9,19
2019	Ж3	15,25	14,46	7,23	19,56	9,16
2020	Кр4	26,56	28,64	19,27	2,6	8,33
2021	Ж4.1	23,47	14,45	7,23	19,56	8,82
2021	Ж4.2	19,11	10,03	4,8	34,9	12,74

Отметим, что вариант УП Ж4.1 был предложен исходя из того, что подготовка должна вестись исходя из приоритета профессии и опираться на фундаментальные дисциплины. Вариант УП Ж4.2 был предложен преподавателями, работающими на градообразующем предприятии и опирался на их представление о знаниях специалиста в данной отрасли. Данные альтернативы стали доступны для выбора в связи с тем, что в 2020 г. головная организация не запросила унификацию планов на набор 2021 г. и, соответственно, дала повод для «творчества». Этим и объясняется перекопс баланса в Ж4.2 в сторону профилирующих дисциплин (исключительно для конкретного предприятия) и, как следствие, формальную расстановку компетенций в УП.

Но как показать разницу в УП более наглядно, чем обобщенными группами ПУ? Для этого обратимся к методике Unified Graphic Visualization of Activity из [3].

### Визуализация профиля подготовки методом UGVA

Используя метод унифицированного воплощения активности (UGVA), предложим профиль подготовки специалиста по системному анализу и управлению в виде образа фигуры человека, что позволит визуально продемонстрировать баланс содержания учебного плана и сопоставить учебные планы между собой.

Модель фигуры, как следует из [3], по вертикали разделяет верхний (оценочный блок), средний (распределение нагрузки текущей ступени подготовки) и нижний уровни – имеющийся ранее опыт в выделенных группах ПУ (персонифицированные данные, далее в анализ не включаются). Для линейных размеров отдельных частей образа поставлены в соответствие ПУ, их части (базовая или вариативная) или целые группы. Вклад профилирующих дисциплин (привязанных к конкретному работодателю) вынесен в оценочную часть (размер «шляпы»). Значение оценки (отклоне-

ния от) баланса  $\delta$  выражено через форму рта: улыбка – отклонение стремится к 0, грустное выражение – баланс соотношения групп ПУ далек от равновесия.

Если в структуре учебного плана нет привязки к конкретному производству (специальность дается исходя из широкого профиля подготовки), то «шляпа» на образе отсутствует. Это не недостаток УП, а всего лишь свидетельство того, что студент не ограничен одним (в данном случае) предприятием для трудоустройства в регионе, соответствующему профилирующим предметам.

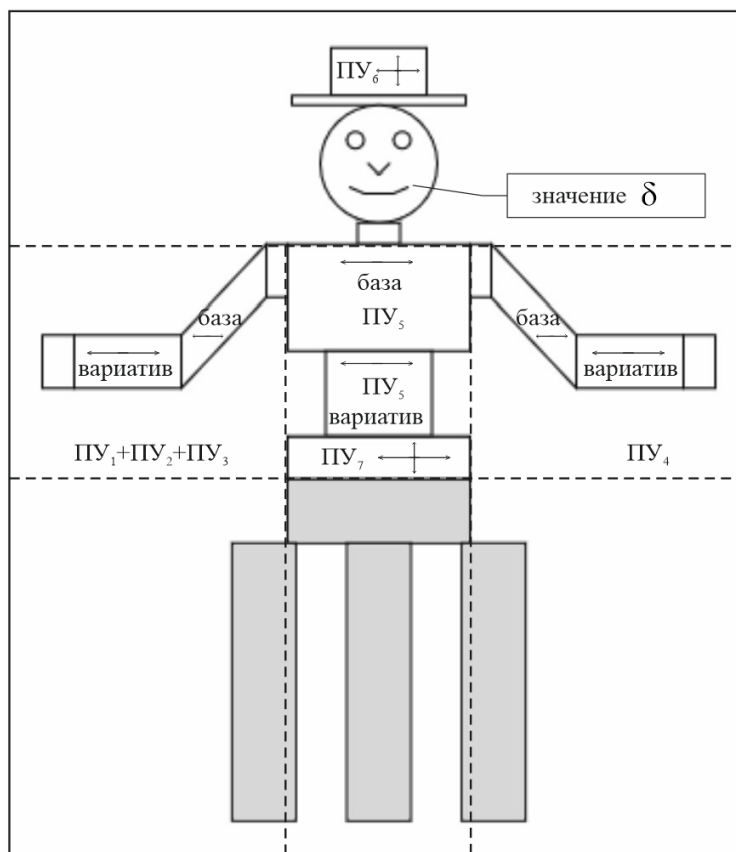


Рис. 2. Схема кодирования профессиональных умений на образе для специальности 27.04.03 «Системный анализ и управление»

На рисунке 3 представлены образы УП, подвергавшиеся анализу в рамках нашего исследования. Нижний блок образа, как было пояснено выше, в сравнение не включался. Если какой-либо показатель отсутствовал, то его элементу присваивалось минимальное допустимое значение (вариант, например, чтобы рука отсутствовала или полностью исчезало предплечье – не рассматривался).

Графическое представление позволяет увидеть, как последовательность образов, по аналогии с рис. 1, постепенно меняют акцент по отношению к каждой группе ПУ. Так Ж4.1 является адаптацией ЖЗ к реалиям нового поколения ФГОС. В противоположность к этому, Ж4.2, который в результате и был утвержден, имеет значительное перераспределение акцентов в сторону ПУ6 и существенное сокращение вклада ПУ4 и ПУ5.

Судя по тенденции изменений к образу Кр4 в головной организации, следует предположить, что план Ж4.2 ожидает более пристальная экспертиза и последующие изменения.

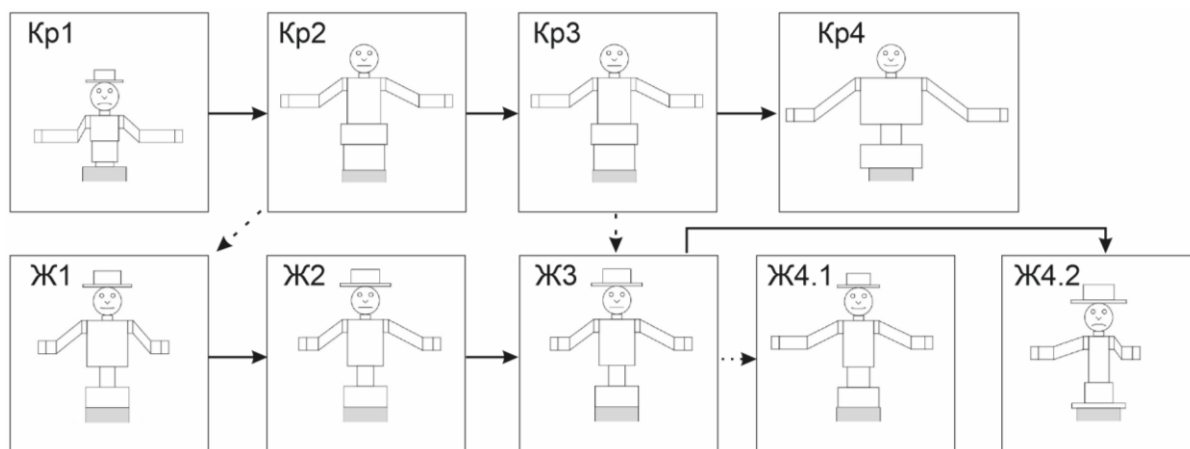


Рис. 3. Динамика образов УП 27.04.03 в СФУ за 2015-2021 гг. методом UGVA

## Заключение

Сегодня в условиях тесной связи образования и производства перед высшим учебным заведением стоит задача подготовить специалиста, сформированные навыки которого связаны с содержанием будущей профессиональной деятельности. Профессиональная компетентность специалиста включает соответствующие профессиональные умения (навыки и знания), направленные на решение профессиональных задач в широком смысле, а не на конкретном рабочем месте. Поэтому выявление «переко-сов» в учебных планах – важная задача лиц, принимающих решение в учебных заведениях.

В результате анализа требований к подготовке специалиста по специальности 27.04.03 «Системный анализ и управление» и опираясь на экспертную оценку был проанализирован баланс вклада дисциплин на примере подготовки магистров в Сибирском федеральном университете в Институте космических и информационных технологий (в головной организации и её представительстве). Выделены профессиональные умения и показано их соотношение методом унифицированного графического воплощения активности (UGVA). Выводы, которые можно сделать после изучения образов учебных планов, наглядно демонстрируют владение системным подходом их составителей и могут стать основаниями для постановки задачи балансировки учебной нагрузки. Повышение выразительности образа можно достичь как за счет ввода цветовой градации, так и за счет перехода к *расширенной модели* его описания методом унифицированного графического воплощения активности.



## Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление [Электронный ресурс]: режим доступа - <https://ivo.garant.ru>. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/>.
2. Учебный план магистратуры «Системный анализ и управление» [Электронный ресурс]: режим доступа - <https://edu.sfu-kras.ru> [сайт]. – URL: <http://edu.sfu-kras.ru/programs#show>.
3. Углев В.А. Метод унифицированного графического воплощения активности (UGVA) // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы XI Всероссийской конференции с международным участием. – Красноярск: Лиетра-принт, 2019. – С. 161-172.
4. Углев В.А., Некрасов М.В. Модель для оценки баланса учебной нагрузки методом UGVA для подготовки специалистов в области искусственного интеллекта // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы XI Всероссийской конференции с международным участием. – Красноярск: Лиетра-принт, 2019. – С. 173-181.