



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

УДК 378:37.09:629.7
DOI 10.20339/AM.06-23.050

В.Т. Калугин,

д-р техн. наук, профессор,
руководитель НУК СМ

А.Ю. Луценко,

канд. техн. наук, доцент
первый заместитель декана факультета СМ

И.К. Романова-Большакова*,

канд. техн. наук, доцент
заместитель декана по магистратуре факультета СМ
e-mail: irina.romanova@bmstu.ru

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ И МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАЮЩИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

В рамках актуальных задач формирования интегрированных компетенций рассматриваются решения, реализуемые на факультете «Специальное машиностроение» (СМ) МГТУ им. Н.Э. Баумана. Приведен обзор современного состояния компетентностного подхода в образовании в целом. Отмечены особенности междисциплинарного подхода как практического воплощения системного подхода применительно к сложным программам подготовки специалистов по направлению ракетно-космической техники (РКТ). Приведен анализ реализации профессионального стандарта «Специалист по проектированию и конструированию космических аппаратов и систем» на примере программы «Космические аппараты и ракеты-носители». Показано применение интегрированного подхода на примере реализации сбалансированной матрицы компетенций. Проведен сравнительный анализ планов подготовки специалистов и магистров по направлению РКТ. Даются оценки степени межфакультетного взаимодействия в процессе освоения базовых и вариативных курсов, которое проявляется в дипломных работах выпускников. Показаны результаты исследования запросов на формирование интегрированных компетенций со стороны обучающихся и преподавателей по направлению РКТ, в том числе данные анкетирования магистров. Дается перечень основных требований к уровням 6 и 7 по профессиональному стандарту 25.001 и рассматривается его соответствие требованиям работодателя на примере ПАО РКК «Энергия» в использовании специалистов широкого профиля. Делаются выводы о направлениях совершенствования интегрированной подготовки.

Ключевые слова: компетентностный подход, междисциплинарная подготовка, профессиональные стандарты, специалист по проектированию и конструированию космических аппаратов и систем.

FEATURES OF TRAINING SPECIALISTS AND MASTERS IN THE DIRECTION OF RST IN THE CONDITIONS OF INCREASING NEEDS FOR THE FORMATION OF INTEGRATED COMPETENCIES

Vladimir T. Kalugin, Dr. Sc. (Technic), Professor, Head of the NUC SM at Bauman Moscow State Technical University

Alexander Yu. Lutsenko, Cand. Sc. (Technic), Docent, First Deputy Dean of the Faculty of SM at Bauman Moscow State Technical University

Irina K. Romanova-Bolshakova*, Cand. Sc. (Technic), Docent, Deputy Dean for Master's Degree of the Faculty of SM at Bauman Moscow State Technical University, e-mail: irina.romanova@bmstu.ru

Within the framework of the urgent tasks of the formation of integrated competencies, solutions are considered that are implemented at the Faculty of Special Engineering (SM) of the Moscow State Technical University n.a. N.E. Bauman. A review of the current state of the competence-based approach in education as a whole is given. The features of the interdisciplinary approach are noted as a practical implementation of the systematic approach in relation to complex training programs for specialists in the field of rocket and space technology (RST). The analysis of the implementation of the professional standard "Specialist in the design and construction of space vehicles and systems" is given on the example of the program "Space vehicles and launch vehicles". The application of an integrated approach is shown on the example of the implementation of a balanced matrix of competencies. A comparative analysis of plans for the training of specialists and masters in the field of RKT is carried out, estimates are given of the degree of inter-departmental interaction in the process of mastering basic and optional courses, which appear in graduate theses. The results of a study of requests for the formation of integrated competencies from students and teachers in the field of RKT, including the data of a survey of masters, are shown. A list of basic requirements for levels 6 and 7 according to the professional standard 25.001 and its compliance with the requirements of the employer is given using the example of RSC "Energy" in the use of generalists. Conclusions are drawn about the directions for improving integrated training.

Keywords: competence approach, interdisciplinary training, professional standards, specialist in the design and construction of spacecraft and systems.

Введение

Проблемы междисциплинарной подготовки и пути их решений являются предметом исследований на протяжении последнего десятилетия. Теоретические основы заложены в таких работах, как исследования Н.С. Антонова, С.Я. Батышева, А.П. Беляевой, М.Н. Берулавы, И.М. Низамова, В.Н. Максимовой, М.Н. Скаткина и многих других.

Реализация идеи междисциплинарной интеграции в системе образования осуществляется на разных уровнях: внутрипредметных связей, межпредметных связей, межпредметного синтеза [1].

В настоящее время с вводом в действие стандартов ФГОС 3++ дальнейшее развитие получил компетентностный подход, отражением которого является *матрица компетенций* (МК), основанная на образовательном стандарте (в МГТУ им. Н.Э. Баумана применяются *собственно утверждаемые образовательные стандарты* (СУОС) и *образовательные программы* (ОП)). МК показывает, как и в каких элементах ОП формируются компетенции, как решаются профессиональные задачи, проверяется сбалансированность и определяется вариативная часть для освоения необходимых компетенций.

Основные компетенции, как показали реализации Международного проекта по оценке и преподаванию навыков и компетенций XXI в. (ATC21S), востребованные обществом и бизнесом в настоящий момент, таковы:

- ◆ навык критического мышления;
- ◆ навык коллективного решения сложных задач;
- ◆ способность мыслить нестандартно и гибко;

- ◆ социальный интеллект;
- ◆ развитие проектного мышления;
- ◆ предпринимательская способность – умение находить новые идеи и превращать их в бизнесы.

Формирование этих компетенций возможно только на основе интегрированного подхода, который должен быть рассмотрен как с теоретических позиций, так и с позиции практической реализации на мировом уровне. Под интеграцией понимается полиструктурный процесс, объединяющий элементы различных, порой противоположных, разнокачественных явлений.

В настоящий момент разработана методология интеграции знания, которая разворачивается во времени последовательно и/или параллельно:

- ◆ «вчера» – процессы систематизации имеющегося знания;
- ◆ «сегодня» – получение нового знания и присоединение его к имеющейся системе;
- ◆ «завтра» – планирование будущего процесса получения знаний.

Система знаний может быть отнесена к типу сложных систем, основой которых является системный анализ [2]. Пример интегрированного знания на примере методов искусственного интеллекта представлен в работах авторов [3–4].

На практике необходимость и возможность применения интегрированного подхода в подготовке специалистов связана с возрастающей сложностью исследуемых и проектируемых объектов. Междисциплинарный подход – это практическое воплощение системного подхода. Он позволяет решать проблемы на стыке отдельных направлений и даже разных сфер деятельности. Прогноз показывает, что

к 2030 г. появится около 100 междисциплинарных профессий. Можно выделить два важнейших направления в междисциплинарном обучении:

- ♦ подготовка специалистов широкого междисциплинарного профиля;
- ♦ углубление знаний и умений внутри выбранной специальности на основе принципов теории конструктивизма – особенностей формирования системы знаний самим обучающимся.

Основная часть

Особенности формирования интегрированных компетенций в направлении подготовки РКТ факультета СМ

Был проведен анализ образовательных программ по направлению РКТ на факультете СМ. В разработке моделей компетенций по направлению РКТ был использован профессиональный стандарт «Специалист по проектированию и конструированию космических аппаратов и систем» [5].

Анализ этого стандарта показал, что для специалиста требуются знания и умения как в основной предметной области – непосредственном проектировании, конструировании и производстве космических аппаратов, которые обучающийся получает на специализированной кафедре, – но и знания по математике, физике, инженерной графике, системе автоматизированного проектирования, 3D-моделированию, эргономике, патентоведению, стандартизации и др. Такой принцип формирования системы подготовки проверен в практике факультета СМ. Его реализация представлена на следующих диаграммах: пример подготовки специалистов на кафедре СМ1 МГТУ им. Н.Э. Баумана «Космические аппараты и ракеты-носители» (рис. 1).

Поскольку центральным в подготовке инженера является формирование знаний, умений и навыков в проектировании, необходимо оценить формирование соответствующих интегрированных компетенций.

Анализ матриц компетенций (табл. 1) показал, что учебный план является сбалансированным и позволяет реализовать заявленные компетенции, поэтому задача формирования проектного подхода на современном этапе успешно решена.

У проектного подхода имеются большие перспективы как в формировании облика специалиста, так и в решении задач за пределами выбранной сферы деятельности, за счет следующих факторов.

- ♦ Достижение целей определяется как основная задача проекта.
- ♦ Одновременное соблюдение финансовых и временных ограничений проекта.
- ♦ Уникальность проекта, которая может выражаться либо в создании принципиально нового, либо в наличии определенных элементов новизны.
- ♦ Изменения некоторой технической системы как задача реализации проекта, которая трактуется как целенаправленный перевод системы из существующего в конкретное желаемое состояние [2].

Предлагается реализовать в практике подготовки специалистов два направления.

1. Параллельный метод проектирования – подход к проектной деятельности, в котором все проектные дисциплины и заинтересованные стороны объединяются для создания интегрированного дизайна в совместном режиме работы, обеспечивая хорошую связь и обмен информацией между членами команды – платформа параллельного проектирования (Concurrent Design Platform, CDP) [6].

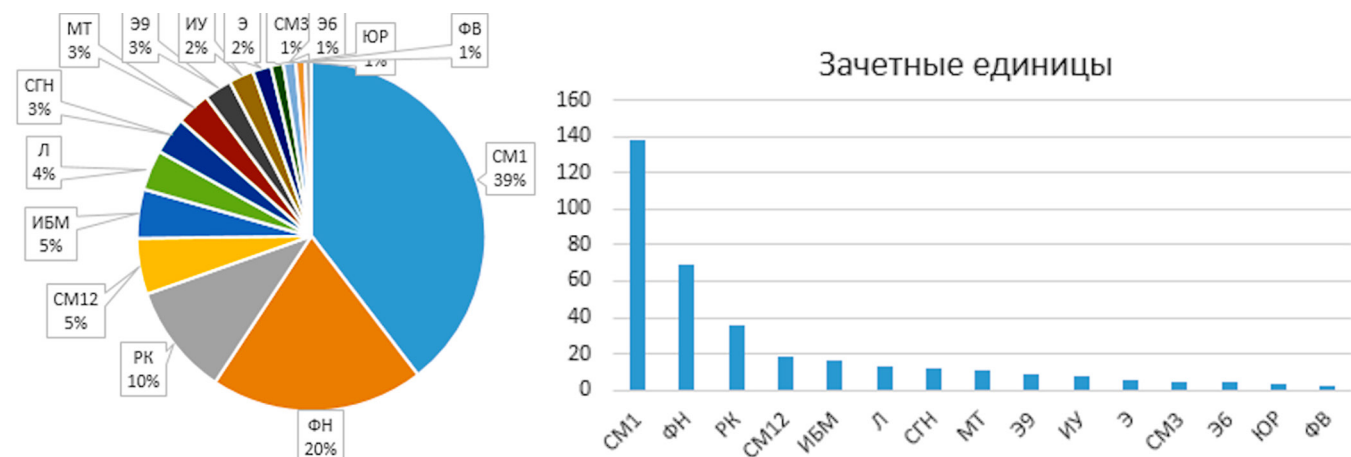


Рис. 1. Распределение дисциплин, осваиваемых в специалитете кафедры СМ1, по факультетам: ФН – фундаментальные науки, РК – конструирование, ИБМ – экономический блок, Л – лингвистика, СГН – социально-гуманитарные науки, МТ – технологии, Э – энергомашиностроение, ИУ – информационные технологии, СМ – кафедры СМ факультета, в том числе СМ1 – выпускающая кафедра

2. Применение System Composer в коллективном проектировании – разработка и анализ системных и программных архитектур. Он позволяет определять, анализировать и специфицировать архитектуры и композиции для системного проектирования на основе моделей и проектирования программного обеспечения.

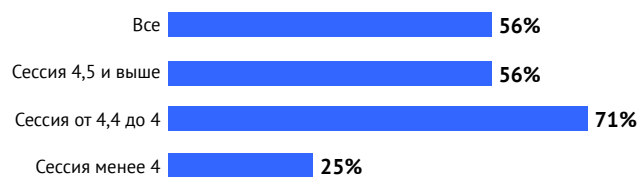
Анализ запросов на формирование интегрированных компетенций со стороны обучающихся по направлению РКТ

Были изучены мнения студентов и преподавателей факультета СМ по проблемам формирования новых компетенций, на основании которых происходит дальнейшее совершенствование программ подготовки:

- ◆ усиление акцента на практическом применении теоретических знаний, полученных в процессе обучения;
- ◆ увеличение количества мастер-классов, экскурсий, практик и лекций представителей предприятий отрасли, усиление взаимодействия с предприятиями и кафедрами по смежным направлениям;
- ◆ включение в программу программно-аппаратных средств полунатурного моделирования для изучения физики поведения проектируемых объектов;
- ◆ тайм-менеджмент, планирование своей учебы студентами с помощью новых программных продуктов;
- ◆ групповые курсовые проекты студентов с отдельным планом на каждого студента и надлежащим контролем;
- ◆ разработка проекта от постановки задачи до опытного образца, усиление межпредметных связей;
- ◆ сквозное проектирование с использованием современных средств информационных технологий;
- ◆ новые технологии программной инженерии.

Анкетирование магистрантов, обучающихся по направлению РКТ (рис. 2), показало, что большинство достаточно высоко оценивает новизну и актуальность планируемых исследований,

Ожидания результатов обучения: Социальная значимость будущей профессии



Ожидания результатов обучения: Карьерный рост



Рис. 2. Анкетирование магистрантов по направлению РКТ

собирается продолжать работать по специальности. Ожидаемые результаты обучения включали карьерный рост, финансовое благополучие и социальную значимость будущей профессии.

Требования работодателей по направлению РКТ

Для организации интегрированной подготовки обучающихся по направлению РКТ важным является анализ требований, которые сформированы работодателями и отражены в профессиональном стандарте «25.001 Специалист по проектированию и конструированию космических аппаратов и систем». В нем определена основная цель вида профессиональной деятельности: **создание конкурентоспособных космических аппаратов, космических систем и их составных частей с применением современных методов и средств проектирования, конструирования, расчетов, математического, физического и компьютерного моделирования**. Сформулированы две обобщенные трудовые функции: 1) координация разработки, проектирования, конструирования и сопровождения на всех этапах жизненного цикла космических аппаратов, космических систем и их составных частей; 2) проектирование, конструирование и сопровождение на всех этапах жизненного цикла космических аппаратов, космических систем и их составных частей.

Основные требования работодателя (ПАО РКК «Энергия») в соответствии с обеими трудовыми функциями для специалистов разного уровня представлены в табл. 2.

Выделены следующие интегрированные компетенции, характерные для всех специалистов, которые представлены на рис. 3

Заключение

Анализ особенностей подготовки специалистов и магистров по направлению РКТ в современных условиях показал, что возрастающие потребности формирования

Ожидания результатов обучения: Финансовое благополучие



Как вы оцениваете новизну и актуальность планируемых вами исследований?



Таблица 2

Основные требования к уровням 6 и 7 по стандарту 25.001

Требование	Специалист
Техническое сопровождение проекта	Ведущий инженер
Организация работ по разработке, согласованию и представлению на утверждение генеральных графиков создания изделий	Ведущий инженер
Организация и участие в проведении сдачи этапов работ заказчиком в соответствии с установленными в контрактах порядком и сроками, устранение замечаний заказчика	Ведущий специалист
Подготовка директивных документов и технических решений на выполнение работ	Ведущий инженер. Ведущий конструктор
Обеспечение контроля изготовления штатного и экспериментальных изделий, их систем и комплексов на соответствие номенклатуре изготавливаемой материальной части и срокам директивных документов и планов-графиков	Ведущий конструктор
Обеспечение контроля экспериментальной отработки изделия, его комплексов и систем на всех этапах работ	Ведущий конструктор
Участие в проведении испытаний штатного изделия и осуществление контроля за проведением испытаний, выпуском организационно-технических документов и заключений по испытаниям	Ведущий конструктор
Разработка методик испытаний и участие в испытаниях приборов и изделий по тематике отдела в КИС, на Байконуре и в Центре управления полетами	Инженер-программист
Обеспечение взаимодействия с подразделениями – соисполнителями испытаний	Инженер испытатель
Проведение проверки электрических параметров в процессе и после испытаний при автономной отработке бортовой и наземной аппаратуры космических комплексов	Инженер испытатель
Разработка директивных технологических процессов. Согласование разработанной документации. Составление ТЗ на проектирование нестандартного оборудования, оснастки и инструмента	Инженер-технолог
Разработка и сопровождение бортового программного обеспечения аппаратуры системы управления движением. Разработка программно-математических моделей измерительных приборов	Инженер-программист
Разработка технической документации (технических заданий, технических решений, электрических и информационных протоколов, методик испытаний) и ее согласование с другими подразделениями Корпорации. Согласование технической документации со смежными организациями	Инженер-программист

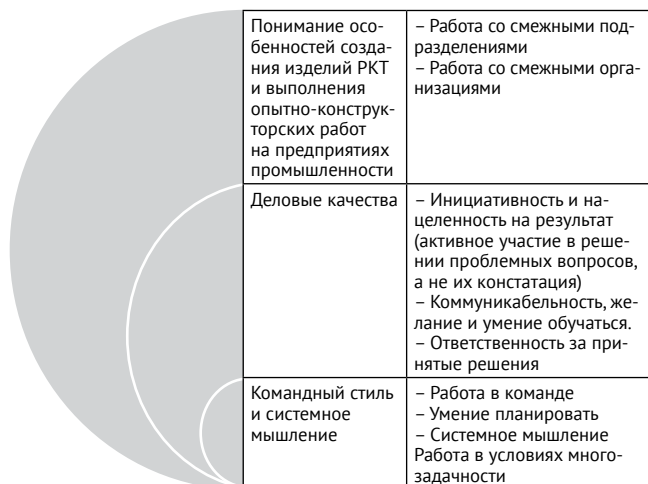


Рис. 3. Интегрированные компетенции по направлению РКТ

интегрированных компетенций являются актуальными, соответствуют требованиям работодателей, успешно реализуются в программах подготовки на факультете СМ, которые имеют большой потенциал развития, отвечающий запросам студентов и преподавателей.

Литература/References

1. Инженерное образование. 2016. № 20. 178 с. *Engineering education*. 2016. No. 20. 178 p.
2. Romanova, I.K. Development of a New Concept of Modeling Systems Based on the Application and Development of Modern Information Technologies. *AIP Conference Proceedings*. 2022. Vol. 2383. P. 030001-1-030001-9. DOI: 10.1063/5.0074539.
3. Vladimir Kalugin, Alexander Lutsenko, Irina Romanova, Ding Ye. Development of teaching programs of artificial intelligence methods in aerospace education. *SHS Web of Conferences*. 137, 01006 (2022). DOI: 10.1051/shsconf/202213701006AESHE 2021
4. Vladimir Kalugin, Alexander Lutsenko, Irina Romanova, Yongjian Xu. Implementation of artificial intelligence development strategy in the Russian Federation in the educational programs of aerospace engineering training of Bauman Moscow State Technical University. *SHS Web of Conferences*. 137 (2):01005. DOI: 10.1051/shsconf/202213701005
5. Профессиональный стандарт 25.001 Специалист по проектированию и конструированию космических аппаратов и систем. Professional standard 25.001 Specialist in the design and construction of spacecraft and systems
6. Dominik Knoll. Model-based processes and tools for concurrent conceptual design of space systems. 2019. URL: <https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2019/12/thesis25.pdf> (accessed on: 10.11.2022).