

УДК 37.09:629.7
DOI 10.20339/AM.06-25.045

В.А. Заговорчев,
канд. техн. наук, доцент
Институт № 6 «Аэрокосмический»
<https://orcid.org/0009-0003-9892-3742>
e-mail: zagovorchevva@mai.ru

В.Ю. Мищенко,
старший преподаватель
Институт № 1 «Авиационная техника»
e-mail: vic103@mai.ru

Э.Р. Садретдинова,
канд. техн. наук, доцент
Институт № 6 «Аэрокосмический»
<https://orcid.org/0009-0006-3601-9653>
e-mail: sadretdinovaer@mai.ru

А.В. Старков,
д-р техн. наук, доцент, профессор
Института № 6 «Аэрокосмический»
<https://orcid.org/0000-0002-2332-904X>
e-mail: starkovav@mai.ru

Московский авиационный институт (научно-исследовательский университет)

ИТ-ПРОЕКТ КАК СТАРТОВЫЙ ЭТАП ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КОМПЛЕКСНОГО ИНЖЕНЕРА В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ПО РЕФОРМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В рамках пилотного проекта по трансформации высшего образования в МАИ ведется подготовка комплексных инженеров в интересах аэрокосмической индустрии. Это невозможно реализовать без обеспечения системного углубленного освоения современных цифровых технологий и методов, средств разработки и технологий программирования для создания цифровых сервисов, прикладных систем искусственного интеллекта и цифровых двойников сложных объектов и процессов.

В статье представлен опыт сквозной проектной деятельности в МАИ на примере ИТ-проекта как первого этапа подготовки комплексных инженеров для авиационной и ракетно-космической промышленности.

Ключевые слова: образовательные программы, проектная деятельность, информационные технологии, искусственный интеллект, комплексный инженер, инженерное образование, авиационная техника, подготовка кадров, ракетно-космическая техника, индустриальный партнер.

IT-PROJECT AS A STARTING STAGE OF PROJECT ACTIVITY IN COMPREHENSIVE ENGINEER TRAINING WITHIN THE FRAMEWORK OF IMPLEMENTATION OF THE PROJECT ON REFORM OF ENGINEERING EDUCATION IN AEROSPACE UNIVERSITY

Vladimir A. Zagovorchev, Cand. Sc. (Engineering), Docent, Associate Professor, Aerospace Institute at MAI, <https://orcid.org/0009-0003-9892-3742>, e-mail: zagovorchevva@mai.ru

Viktor Yu. Mishchenko, Senior lecturer, Aviation Technology Institute at MAI, e-mail: vic103@mai.ru

Elnara R. Sadretdinova, Cand. Sc. (Engineering), Docent, Aerospace Institute at MAI, <https://orcid.org/0009-0006-3601-9653>, e-mail: sadretdinovaer@mai.ru

Alexander V. Starkov, Dr. Sc. (Engineering), Docent, Professor of Aerospace Institute at MAI, <https://orcid.org/0000-0002-2332-904X>, e-mail: starkovav@mai.ru

As part of a pilot project on the transformation of higher education, MAI is training integrated engineers in the interests of the aerospace industry. This cannot be achieved without providing in-depth development of modern digital technologies and methods, development tools and programming languages for creating digital services, applied artificial intelligence systems and digital counterparts of complex objects and processes.

The article presents the experience of implementing project activities at MAI, using the example of an IT-project as a first course project in the training of integrated engineers for the aviation and rocket and space industries.

Keywords: educational programs, project activities, information technology, artificial intelligence, integrated engineer, engineering education, aviation technology, personnel training, rocket and space technology, industrial partner

Введение

В настоящее время актуальным является вопрос повышения качества цифрового образования в контексте его связи с требуемыми профессиональными компетенциями. Эту задачу можно решить в рамках индивидуальной образовательной траектории, факультативных дисциплин или программ дополнительного профессионального образования. В формировании специальных, в том числе и цифровых, компетенций студентов участвуют предприятия аэрокосмической индустрии, флагманы IT-индустрии и партнерские IT-компании, вовлекая их в реализацию междисциплинарных научно-технических и технологических проектов с применением IT-технологий.

Студент в рамках своей образовательной программы базового высшего образования (БВО) получает сочетание различных форматов и типов практик для развития цифровых проектных умений и навыков обучающихся через погружение в инженерную деятельность в работе над IT-проектом в команде с участием представителей аэрокосмической промышленности [1]. Это необходимо для подготовки комплексных инженеров, создающих новые технологии, прорывные научные исследования и реализующих перспективные проекты в партнерстве с ведущими предприятиями авиационной и ракетно-космической индустрии.

В рамках реализации проекта по трансформации высшего образования, в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 12.05.2023 № 343 «О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования», был запущен пилотный проект, направленный на изменение уровней высшего образования. Одним из шести университетов России – участников пилотного проекта – стал Московский авиационный институт, который сфокусировался на создании среды подготовки кадров нового поколения и гибкой образовательной модели, обеспечивающей качественную трансформацию образовательных программ на основе анализа будущих потребностей индустриальных партнеров аэрокосмической отрасли, а также фундаментальность полученных знаний по специальностям, приоритетным для аэрокосмической отрасли [2; 3]. Вместе с тем базовое высшее образование дает возможность востребованным специалистам быстро выйти на рынок труда и на работу в аэрокосмическую индустрию и непрерывно совершенствоваться для обеспечения творческого и карьерного роста [4].

Набор студентов на первый курс был осуществлен в 2023/2024 уч. г. на направления базового высшего образования и специализированного высшего образования по УГН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техни-

ка» – в частности, в институты № 1 «Авиационная техника» и № 6 «Аэрокосмический» МАИ, на базовое высшее образование по направлениям 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» и 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», направленные на подготовку высококвалифицированных специалистов для работы в аэрокосмической индустрии.

Программы базового высшего образования по УГН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» имеют модульную структуру, которая состоит из «ядра» и профессиональных модулей. В свою очередь, «ядро» программы состоит из следующих модулей: профессионально-карьерный модуль, модуль бизнес-мышления, модуль цифровых компетенций, общеинженерный (фундаментальный) модуль, модуль гуманитарного мышления, модуль проектов, модуль практики. Профессиональные модули программы включают общепрофессиональный модуль, модуль перспективных технологий, модуль специализации, модуль инженерных проектов и выпускную квалификационную работу (дипломный проект). Такой подход повышает уровень фундаментальности подготовки и развивает системное мышление [2; 4].

Основная часть

Модуль цифровых компетенций

В статье подробно рассмотрим один из модулей «ядра» – *модуль цифровых компетенций* (МЦК). В образовательных программах базового высшего образования по УГН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» спроектирован МЦК, позволяющий сформировать у обучающихся практические навыки в области цифровых технологий, обеспечить трансфер передовых технологий от IT-партнеров и научных институтов в проекты и программы обучения для индустриальных партнеров, а также синхронизировать получение обучающимися базовых и дополнительных IT-компетенций с их планируемой образовательной и профессиональной траекторией. Модуль реализуется в виде курсов, мастер-классов, практик и IT-проектов, которые проводятся с привлечением ключевых партнеров аэрокосмической индустрии.

Цель МЦК – развитие цифрового мышления комплексного инженера за счет углубленного освоения современных цифровых технологий, методов и средств разработки, а также различных технологий программирования для создания прикладных сервисов, систем искусственного интеллекта и двойников сложных объектов и процессов.

МЦК по направлениям базового высшего образования 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07

«Самолето- и вертолетостроение» состоит из образовательных дисциплин, формирующих компетенции в области прикладной математики, информатики и программирования, искусственного интеллекта, математического моделирования, анализа данных, машинного обучения [2]. Набор базовых дисциплин формирует компетенции, знания, умения и навыки, позволяющие осознанно использовать и развивать технологии в области цифровизации и искусственного интеллекта как основы современной промышленности.

Для модуля разработаны единые результаты обучения, формирующие взаимосвязанные знания и умения, необходимые для достижения профессионально значимых качеств комплексного инженера. Университетом разрабатывается и актуализируется разработанный при участии отраслевых и IT-партнеров фонд оценочных средств, позволяющих оценить уровень освоения компетенций у выпускников на основе тестирования и практических заданий (в том числе реальных кейсов партнеров). Мониторинг процесса получения обучающимися цифровых компетенций у выпускников МАИ обеспечивается привлечением специалистов кадровых служб IT- и отраслевых партнеров, что позволяет повысить объективность и независимость оценки.

Развитие цифровых компетенций студентов МАИ также обеспечивается во время прохождения практики (стажировки) через образовательную технологию «обучение действием» (learning by doing) как в IT-подразделениях предприятий авиакосмической индустрии, так и в компаниях, лидирующих в сфере IT, что позволяет формировать актуальные компетенции, востребованные у работодателей.

Формируются такие практические результаты обучения, как:

- ◆ навыки работы в команде (способность ставить цели, выполнять свои задачи в рамках достижения общей цели, общаться, проявлять инициативу, слушать и запрашивать фидбэк);
- ◆ навыки использования цифровых технологий («цифровая ловкость» — быстрая адаптация IT-инструментов к возникающим задачам);
- ◆ умение работать с инструментарием технологий по анализу больших данных (хранение, визуализация, аналитика данных);
- ◆ навыки управления и координации IT-проектов (владение методами проектного управления с учетом специфики IT);
- ◆ понимание возможностей и рисков, связанных с применением новых технологий (кибербезопасность, социальное влияние и др.);
- ◆ навыки системного и цифрового мышления в контексте решения практических задач проектирования и разработки больших систем;

- ◆ понимание роли и значения государственных стандартов в реализации жизненного цикла IT-систем.

Особенности реализации МЦК программы базового высшего образования. На первом этапе разработки были выполнены следующие мероприятия:

- ◆ определен коллектив разработчиков (индустриальные партнеры, руководители институтов, методисты, преподаватели);
- ◆ определено «место» МЦК в учебном плане (1–5 курсов) образовательных программ базового высшего образования по 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» (взаимосвязь с профессиональными модулями и модулем проектов);
- ◆ согласован перечень дисциплин по цифровым технологиям и формат участия в них предприятий;
- ◆ разработаны рабочие программы дисциплин по МЦК, согласованные с представителями аэрокосмической индустрии.

В рамках МЦК студент, обучаясь на своей образовательной программе БВО, получает сочетание различных форматов и типов практик для развития цифровых проектных умений и навыков обучающихся через погружение в инженерную деятельность в работе над IT-проектом в команде с участием представителей аэрокосмической промышленности. Для модуля определены профессиональные цифровые компетенции, которые можно освоить или углубить в рамках индивидуальной образовательной траектории. Предусмотрена реализация программ формирования дополнительных цифровых компетенций для целевых студентов по согласованию с предприятиями, где планируют работать выпускники. Сотрудники предприятий IT-индустрии и партнерских IT-компаний участвуют в формировании специальных компетенций студентов, вовлекая их в реализацию междисциплинарных научно-технических и технологических проектов с применением IT-технологий.

Программа БВО позволяет студентам поэтапно выстраивать свою образовательную траекторию в течение всего периода обучения: начиная с поступления на направление подготовки, с последующей возможностью уточнения направления, далее осуществляется выбор объекта и предприятия, специализацию, профессиональную роль и будущее место работы. Степень погружения студента в специализацию происходит постепенно по нарастающей. На рис. представлено место модуля специализации по времени в течении всего срока обучения 5,5 лет. Как видно из рис. — это 3, 4 и 5-й курсы. Модуль специализации позволяет студентам углублять знания по объекту изучения,

а также определить тип деятельности, которым в будущем планирует заниматься выпускник. Исходя из этого выбора, каждый студент строит свой индивидуальный трек обучения из цепочки дисциплин модуля специализации, который состоит из дисциплин специализации программы и дисциплин специализации выбранного трека. Таким образом

студент формирует свою образовательную траекторию. На рис. представлена реализация модуля проектов. Первым проектом является IT-проект, реализуемый на первом курсе БВО по направлениям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение».

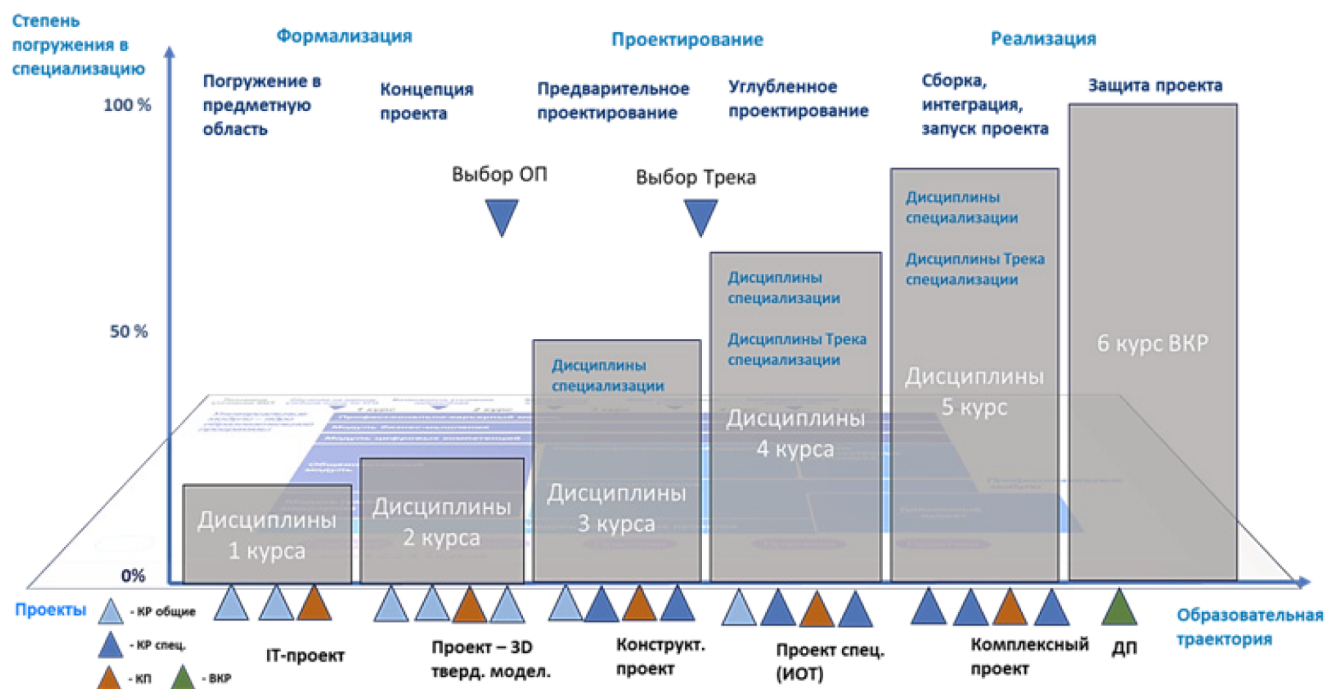


Рис. Погружение студентов в специализацию

МЦК реализуется совместно с модулем проектов базового высшего образования. Модуль проектов формирует междисциплинарное инженерное мышление. В рамках работы в командах студентам предоставляется возможность освоить разные инженерные роли – программиста, конструктора, разработчика, проектанта, технолога, испытателя, эксплуатанта. Тематики проектов определяются в коммуникации с предприятиями аэрокосмической промышленности, центрами компетенций и лабораториями МАИ [2; 4]. Как видно (рис.), модуль проектов в программах базового высшего образования по направлениям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» заложен как сквозная проектная деятельность в течение всего обучения. Каждый студент выполняет проекты в течение всего периода обучения в рамках конкретной дисциплины разных модулей базового высшего образования, которые интегрируются в комплексный дипломный проект, тем самым обеспечивая междисциплинарный подход в обучении.

Модуль проектов по направлениям базового высшего образования 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» состоит из определенного перечня курсовых работ и проектов дисциплин, спроектированных в определенной последовательности по модулям базового высшего образования. Предусмотрена реализация проектов как в командной работе среди студентов, так и в индивидуальной. Отличительной особенностью данного модуля является раннее начало работы над дипломным проектом с 4-го курса в комплексных проектах по дисциплинам модуля специализации, а также его реализация в командном формате. Тематики курсовых проектов и наставников формируются со стороны аэрокосмической индустрии на основе актуальных и перспективных проектов. Разработан комплекс методических материалов по проектированию модуля проектов для базового высшего образования. Составлен перечень актуальных и перспективных тематик проектов образовательных программ базового высшего образования на основе междисциплинарного подхода.

В рамках погружения в проектную деятельность на первом курсе БВО по направлениям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» организован IT-проект. Целью проекта является комплексное получение теоретических и практических навыков и компетенций в области применения современных компьютерных средств и методов разработки специализированного программного обеспечения. Результатом выполнения IT-проекта является приобретение студентом следующих компетенций в рамках основных образовательных программ:

- ♦ способность осуществлять самоорганизацию, само-развитие и социальное взаимодействие, достигать поставленных целей в командной работе;
- ♦ способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач в профессиональной деятельности;
- ♦ способность разрабатывать алгоритмы и специальное программное обеспечение.

Для достижения поставленной цели студентам в режиме принятия самостоятельных решений было предложено:

- ♦ сформировать команды разработчиков IT-решений (5–7 человек) и предложить (или выбрать из списка), создать и представить свой учебный стартап;
- ♦ предложить современные IT-средства реализации с использованием 2D/3D-визуализации и стандартных библиотек обработки данных;
- ♦ выполнить начальную реализацию проекта, основываясь на реальных моделях и данных, с опорой на базу знаний, полученных в школе и первом семестре;
- ♦ подготовить презентацию и на конкурсной основе защитить проект.

В табл. 1 представлены некоторые темы IT-проектов, выполненные студентами в 2023/2024 и 2024/2025 уч. г. по направлениям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение». Следует отметить, что темы IT-проектов, численность студентов (193 человека) и количество команд студентов, представленные в табл. 1, являются выборочными из двух направлений за два учебных года. Общая численность студентов, участвующих в IT-проектах за два последних учебных года, составляет 760 человек.

Таблица 1

Некоторые темы IT-проектов, выполненных студентами в 2023/2024 и 2024/2025 учебных годах по направлениям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»

№	Название IT-проекта	Проект, предложенный командой студентов	Использованные цифровые технологии	Кол-во команд	Численность студентов
1	Автопилот	Да	Программирование микропроцессоров	1	5
2	Визуализация кабин ЛА	Нет	Векторная графика	5	36
3	Виртуальный программный комплекс «Конструкция, оборудование и системы самолета»	Нет	3D-графика	3	13
4	Контроль космической обстановки	Нет	Python, 3D-графика	1	5
5	Мониторинг доступности спутниковой навигации	Нет	Python, 3D-графика	1	5
6	Подготовка графического материала для онлайн-курсов	Нет	Векторная графика	2	8
7	Разработка процессов моделирования аэродинамических нагрузок	Да	Работа с БД, 2D-графика	2	11
8	Разработка деталей и сборочных единиц МКА	Нет	T-Flex CAD, работа с КД	2	10
9	Разработка управляющей программы для обработки деталей на станке ЧПУ	Нет	T-Flex ЧПУ, работа с КД	2	10
10	Ручная посадка на Луну	Нет	Python, 3D-графика, работа с БД	1	5
11	Составление конструкторской и эксплуатационной документации	Нет	T-Flex CAD, работа с КД	2	10
12	Статический и частотный анализ конструкции МКА	Нет	T-Flex анализ, работа с КД	2	10
13	Стенд БПЛА	Да	3D-графика, Цифровое видео, Аддитивные технологии	1	9
14	Триммеры	Нет	Программирование микропроцессоров	2	8
15	Управление группой БПЛА	Да	Python, 3D-графика	1	5
16	Цифровое моделирование работ подвижных элементов самолета	Нет	3D-графика	7	33
17	Электронная база данных каталога технических заданий проектирования самолета	Нет	Работа с БД	2	10

Командная работа включала в себя совместную деятельность в рамках проекта для достижения поставленной перед командой цели, приближенную к их будущей профессиональной деятельности. При этом в качестве наставников команд выступали представители аэрокосмической промышленности, аспиранты и студенты старших курсов, передавая им свои знания и практические навыки. В дальнейшем устойчивые проектные команды могут сохраняться, объединяться с другими, закрепляя междисциплинарные связи.

Использование современных ИТ-средств реализации проекта чрезвычайно важно для формирования у студента углубленного цифрового мышления. Тем не менее, учитывая специфику первого курса, необходима их ревизия для выполнения поставленных в конкретном проекте задач. Это включало в себя адаптацию как средств разработки, так и математических моделей и алгоритмов под текущие навыки и компетенции студентов [5; 6; 7]. Слишком простые или слишком сложные подходы и решения могли существенно снизить мотивацию студентов к их качественной реализации.

В рамках теоретической подготовки в ИТ-проекте немаловажным является знакомство уже на первом курсе с основными подходами системного анализа в контексте практических задач проектирования и разработки систем, а также основными принципами в рамках понятий проектной организации. В контексте правовой грамотности должны быть представлены роль и значение государственных стандартов в реализации жизненного цикла ИТ-систем, базовые подходы и инструменты описания и моделирования в жизненном цикле в рамках требований государственных стандартов.

Завершением ИТ-проекта являлась его публичная защита. Защита проходила в форме конференции, при этом каждая команда презентовала свой стартап, включая:

- ◆ представление команды и распределение ролей в ней;
- ◆ актуальность проекта и его важность;
- ◆ представление целей и задач проекта, которые необходимо было решить для достижения заявленных целей;
- ◆ обоснование подходов к реализации проекта, средств разработки и используемых библиотек;
- ◆ наглядные результаты front-end и back-end разработки;
- ◆ дальнейшие планы по развитию проекта

В частности, ИТ-проект реализуется с 2023/2024 уч. г. для всех студентов института № 6 «Аэрокосмический» по направлению БВО 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» совместно с предприятиями ракетно-космической отрасли. В рамках совместной работы с аэрокосмической индустрией студенты выполняют ИТ-проект, проходят практику на

предприятии, осваивают дисциплины МЦК с привлечением сотрудников – флагманов ИТ-индустрии. ИТ-проект реализуется на актуальном программном обеспечении и компьютерной технике предприятий в рамках дисциплины МЦК «Цифровое проектирование» и распределенной информационно-цифровой практики [6; 8]. Общий контингент обучающихся на первом курсе по направлению БВО 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» составляет порядка 250 студентов в 2024/2025 уч. г., все студенты в соответствии с учебным планом выполняют свой первый курсовой проект – ИТ-проект.

С целью ознакомления обучающихся с существующими цифровыми технологиями и прикладным программным обеспечением кафедрами реализуется распределенная информационно-цифровая практика, которая помогает сформировать первоначальные компетенции и сориентировать студентов в тематике ИТ-проектов. Для примера: в настоящее время ни одно машиностроительное предприятие при проектировании изделий любой сложности не обходится без внедрения и использования систем автоматизированного проектирования. Для создания геометрических моделей изделия, а также выпуска чертежей используются CAD-системы (Computer Aided Design). Для автоматизированной подготовки производства, создания управляющих программ для станков с ЧПУ, 3D-принтеров используются CAM-системы (Computer Aided Manufacturing). Для проведения инженерных расчетов, математического моделирования и оптимизации используются CAE-системы (Computer Aided Engineering). Для выстраивания взаимодействия между разными системами, организации электронного документооборота и организации в целом процесса проектирования используются системы PDM (Product Data Management).

При знакомстве первокурсников с этим направлением автоматизации видится целесообразным использовать не специализированное, «профессиональное» для каждого вида деятельности программное обеспечение, а максимально универсальное. Это позволит на раннем этапе погрузить студентов в решение инженерных задач в рамках комплексных проектов, при этом не вдаваясь в сложные для начала обучения вопросы математического обеспечения и физического описания происходящих в момент проектирования процессов. Данные пробелы будут далее закрываться при изучении соответствующих дисциплин, а у обучающегося уже будет понимание, где эти знания можно применить на практике.

Большинство существующих CAD-систем, помимо основной задачи по созданию 3D-моделей и выпуска чертежей,

имеют встроенные дополнительные модули, которые позволяют рассчитать прочность детали, провести статический и частотный анализ конструкции, подготовить заготовку для ЧПУ-обработки, создать анимацию сборки для эксплуатационной документации. На российском рынке существуют такие отечественные системы, как «Компас-3D» (АО «Аскон»), T-FLEX CAD (АО «ТопСистемы»), папоCAD Механика (ООО «Нанософт разработка»). При обсуждении с предприятиями ракетно-космической отрасли подготовки студентов в рамках БВО было решено организовать информационно-цифровую практику студентов на базе ПО T-FLEX CAD. Здесь также стоит отметить, что АО «ЦНИИмаш» с 2023 г. совместно с АО «ТопСистемы» разрабатывает единую информационную среду Госкорпорации «Роскосмос» для управления жизненным циклом изделий ракетно-космической техники.

Внедрение IT-проекта в рамках распределенной информационно-цифровой практики реализовано и апро-

бировано пилотно по направлениям базового высшего образования 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» совместно с предприятиями авиационной и ракетно-космической отрасли. За истекший период в проектную деятельность по МЦК было вовлечено более 760 студентов, выполнивших проекты по предложенным студентами тематикам (14%), по заказу университета (32%), по заказу промышленных партнеров (54%). Данные по численности студентов, выполнивших IT-проекты по направлениям за два учебных года, представлены в табл. 2. Тематики проектов включают широкий спектр конкретных профессиональных задач: «Контроль космической обстановки», «Доступности спутниковой навигации», «Посадка на Луну», «Управление группой БПЛА», «Визуализация кабин ЛА», «Разработка процессов моделирования аэродинамических нагрузок» и др.

Таблица 2

Данные по численности студентов, выполнивших IT-проекты в 2023/2024 и 2024/2025 учебных годах по направлениям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»

Направление	Учебный год	Численность студентов
24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»	2023/2024	62
24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»	2024/2025	181
24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»	2023/2024	250
24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»	2024/2025	267

Для тиражирования опыта реализации IT-проекта как стартового этапа проектной деятельности при подготовке комплексного инженера в аэрокосмическом вузе для всех направлений необходимы кадровые и технические ресурсы. Кадровые ресурсы – подбор профессорско-преподавательского состава практиков для реализации IT-проектов. Технические ресурсы – построение учебного плана, планирование учебного процесса, цифровая платформа для создания индивидуальной образовательной траектории.

При реализации IT-проекта есть риски, такие как сложности в материально-техническом оснащении дисциплин и проблемы в подборе курсовых проектов на опережение. Это связано с высокими темпами развития требований к аппаратно-программной составляющей, а также с высокими темпами развития современных наукоемких технологий в аэрокосмической отрасли. Мы можем проектировать только на ближайшие 2–3 года с последующей актуализацией рабочих программ дисциплин.

Метрики успешности внедрения IT-проектов:

- ♦ повышение уровня развития критического мышления и гибких навыков (коммуникация, презентация и др.);

- ♦ высокий уровень вовлеченности в IT-составляющей научно-исследовательской деятельности студентов;
- ♦ организация актуальных IT-проектов как в МАИ, так и за его пределами;
- ♦ высокий уровень командообразования студентов разных институтов.

Заключение

Предлагаемый подход к реализации IT-проектов в полной мере реализует технологию индивидуальной образовательной траектории: студент выбирает из перечня тематик проектов наиболее интересную для его образовательной траектории, что и фиксируется в его индивидуальном учебном плане. Далее в рамках модуля студент, обучаясь по своей образовательной программе БВО, получает сочетание различных форматов и типов практик для развития своих проектных умений и навыков через погружение в инженерную деятельность при работе в реальных лабораториях предприятий аэрокосмической отрасли. Это позволит выпускать специалистов, которые будут высоко

востребованы аэрокосмической отраслью, высшей школой и академической наукой.

В рамках реализации проекта по реформе инженерного образования в интересах аэрокосмической индустрии в МАИ модернизируются образовательные программы и актуализируется их содержание под запросы авиационной и ракетно-космической промышленности. Совместно с промышленными партнерами выстраивается

система привлечения молодых специалистов, мотивированных и подготовленных к работе в аэрокосмической отрасли. Дальнейшим направлением работы является расширение предлагаемых новых подходов и методов проектной, конструкторской, технологической и эксплуатационной подготовки, использующих информационные технологии на другие УГН, востребованные аэрокосмической отраслью.

Литература

1. Тушавина О.В., Заговорчев В.А., Садретдинова Э.Р. Аэрокосмический институт МАИ: опыт практико-ориентированной подготовки кадров отрасли // Первая Международная конференция по космическому образованию «Дорога в космос», 5–8 октября 2021 г. М., 2021. С. 284–285.
2. Аэрокосмическое образование в России. Ответ на вызов времени / под ред. Д.А. Козореца. М.: Изд-во МАИ, 2023. 216 с.
3. Заговорчев В.А., Тушавина О.В., Садретдинова Э.Р. Опыт организации сетевого обучения в институте № 6 «Аэрокосмический» МАИ // *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. 2023. № 6. С. 36–40. DOI: 10.20339/AM.06-23.036
4. Аэрокосмическое образование в России. Подготовка инженерных кадров нового поколения / под ред. Д.А. Козореца. М.: Изд-во МАИ, 2024. 208 с.
5. Бобронников В.Т., Козорез Д.А. Системный анализ и управление организационно-техническими системами: учеб. пос. М.: Изд-во МАИ, 2024. 188 с.
6. Акимов А.А., Тихонов А.И. Цифровая трансформация на предприятиях ракетно-космической отрасли: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Астраханский государственный университет, 15–16 апреля 2021 г. Астрахань, 2021. С. 40–44.
7. Тушавина О.В., Зарубин Д.С. Аэрокосмический институт МАИ: опыт практико-ориентированной подготовки кадров отрасли // 3-я Международная конференция по космическому образованию «Дорога в космос», 1–5 октября 2024 г. М., 2024. С. 350–353.
8. Козорез Д.А., Корнеенкова А.В., Топорова М.И., Румакина А.В. Проектное обучение в аэрокосмическом образовании // *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. 2024. № 7. С. 85–89. DOI: 10.20339/AM.07-24.085

References

1. Tushavina, O.V., Zagovorchev, V.A., Sadretdinova, E.R. MAI Aerospace Institute: experience of practice-oriented training of industry personnel. The First International Conference on Space Education "The Road to Space", October 5–8, 2021. Moscow, 2021. Pp. 284–285.
2. Aerospace education in Russia. Responding to the challenge of time. Ed. by D.A. Kozorez. Moscow: Publishing house of MAI, 2023. 216 p.
3. Zagovorchev, V.A., Tushavina, O.V., Sadretdinova, E.R. The experience of organizing network training at the Institute No. 6 "Aerospace" MAI. *Alma Mater (Vestnik vysshey shkoly)*. 2023. No. 6. Pp. 36–40. DOI: 10.20339/AM.06-23.036
4. Aerospace education in Russia. Training of new generation engineering personnel. Ed. by D.A. Kozorez. Moscow: MAI Publishing House, 2024. 208 p.
5. Bobronnikov, V.T., Kozorez, D.A. System analysis and management of organizational and technical systems: textbook. Moscow: Publishing House of MAI, 2024. 188 p.
6. Akimov, A.A., Tikhonov, A.I. Digital transformation at enterprises of the rocket and space industry. Proceedinds of the All-Russian scientific and practical conference. Astrakhan State University, April 15–16, 2021. Astrakhan, 2021. Pp. 40–44.
7. Tushavina, O.V., Zarubin, D.S. MAI Aerospace Institute: experience of practice-oriented training of industry personnel. Third International Conference on Space Education "The Road to Space", October 1–5, 2024. Moscow, 2024. Pp. 350–353.
8. Kozorez, D.A., Korneenkova, A.V., Toporova, M.I., Rumakina, A.V. Project training in aerospace education. *Alma Mater (Vestnik vysshey shkoly)*. 2024. No. 7. Pp. 85–89. DOI: 10.20339/AM.07-24.085

Статья поступила: 31.03.2025

Принята к печати: 10.06.2025