

УДК 378::629.7
DOI 10.20339/AM.07-26.093

О.В. Тушавина,
канд. техн. наук, доцент,
директор Института № 6 «Аэрокосмический»
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
e-mail: tushavinaov@mai.ru

Э.Р. Садретдинова,
канд. техн. наук, доцент
Институт № 6 «Аэрокосмический»
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
e-mail: sadretdinovaer@mai.ru

Е.В. Гусев,
канд. техн. наук, доцент
Институт № 6 «Аэрокосмический»
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
e-mail: gusev@mai.ru

В.В. Родченко,
д-р техн. наук, профессор
Институт № 6 «Аэрокосмический»
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
e-mail: rodchenkovv@mai.ru

В.А. Заговорчев,
канд. техн. наук, доцент
Институт № 6 «Аэрокосмический»
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
e-mail: zagovorchevva@mai.ru

КОМПЛЕКСНЫЙ КУРСОВОЙ ПРОЕКТ: ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ИНДУСТРИИ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В МАИ в рамках реализации проекта по реформе инженерного образования ведется подготовка кадров в интересах аэрокосмической индустрии. В частности, в институте «Аэрокосмический» реализуется пилотный проект по переходу на базовое высшее образование. Основными задачами проекта являются формирование уникального профиля комплексного инженера, расширение его карьерных возможностей в рамках реализации своей профессиональной траектории для работы в ракетно-космической отрасли. В статье представлен опыт сквозной проектной деятельности в МАИ на примере комплексного проекта как завершающего этапа подготовки комплексных инженеров для ракетно-космической промышленности.

Ключевые слова: образовательные программы, проектная деятельность, комплексный инженер, инженерное образование, трансформация высшего образования, подготовка кадров, ракетно-космическая техника, индустриальный партнер, базовое высшее образование.

COMPLEX COURSE PROJECT: INTEGRATION OF EDUCATION AND INDUSTRY IN THE ROCKET AND SPACE INDUSTRY

Olga V. Tushavina, Cand. Sci. (Engineering), Docent, Director of Aerospace Institute at Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: tushavinaov@mai.ru

Elnara R. Sadretdinova, Cand. Sci. (Engineering), Docent, Associate Professor, Aerospace Institute at Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: sadretdinovaer@mai.ru

Evgeny V. Gusev, Cand. Sci. (Engineering), Docent, Associate Professor, Aerospace Institute at Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: gusev@mai.ru

Vladimir V. Rodchenko, D.Sc. (Engineering), Professor, Aerospace Institute at Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: rodchenkovv@mai.ru

Vladimir A. Zagovorchev, Cand. Sci. (Engineering), Docent, Associate Professor, Aerospace Institute at Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: zagovorchevva@mai.ru

As part of the engineering education reform project, the Moscow Aviation Institute is training personnel for the aerospace industry. In particular, the Aerospace Institute is implementing a pilot project to transition to basic higher education. The main objectives of the project are to create a unique profile for a comprehensive engineer and expand their career opportunities within their professional trajectory for working in the rocket and space industry. The article presents the experience of end-to-end project activities at the Moscow Aviation Institute, using a comprehensive project as an example of the final stage of training comprehensive engineers for the rocket and space industry.

Keywords: educational programs, project activities, integrated engineer, engineering education, transformation of higher education, personnel training, rocket and space technology, industrial partner, basic higher education

Введение

Современное образование в области ракетно-космических систем требует не только глубоких теоретических знаний, но и умения работать в команде, решать междисциплинарные задачи и ориентироваться в реальных производственных процессах. В рамках комплексного курсового проекта, реализуемого в МАИ в институте «Аэрокосмический», студенты различных кафедр объединяются в проектные группы, где каждый исполняет свою роль: проектанта, технолога, испытателя или эксплуатанта. Такой подход позволяет сформировать у будущих специалистов целостное представление о жизненном цикле ракетно-космической техники — от идеи до эксплуатации.

Темы проектов формируются с учетом актуальных задач ведущих предприятий ракетно-космической промышленности. Это обеспечивает практическую значимость работы и позволяет студентам решать реальные инженерные кейсы. Темы согласовываются с представителями аэрокосмической отрасли, что гарантирует их соответствие современным требованиям и вызовам. В процессе выполнения проектов студенты получают поддержку от специалистов предприятий, которые выступают в роли наставников и консультантов. Это способствует передаче опыта, развитию профессиональных компетенций и формированию у студентов навыков работы в условиях реального производства.

В рамках реализации пилотного проекта базового высшего образования (БВО) в институте «Аэрокосмический» МАИ совместно с ракетно-космической индустрией были приняты два основных этапа по совместному реформированию инженерного образования: этап переходного периода, затрагивающий уровень специалитета, и целевой этап, затрагивающий уровень базового высшего образования. С февраля 2024 г. совместно с индустриальными партнерами в институте «Аэрокосмический» МАИ приступили к реализации переходного периода на старших курсах, в частности комплексных курсовых проектов с индустрией.

Основная часть

В рамках программ БВО студент может выбрать уникальную траекторию обучения — набор дисциплин, подходящих только ему. При этом, какую бы траекторию ни выбрал студент — каждая из них направлена на подготовку комплексных специалистов, которым по окончании БВО не придется доучиваться в аэрокосмической индустрии. Комплексный инженер может сразу приступить к работе и добиваться больших результатов. И во многом добиться этого позволяет грамотно выстроенная организация проектной деятельности при подготовке комплексного инжене-

ра. Будущий инженер будет обладать способностью решать самые сложные профессиональные задачи, пробовать разные роли инженера и участвовать в рамках проектной деятельности во всех этапах всего жизненного цикла сложной технической системы [1; 2].

Жизненный цикл изделия (ЖЦИ) в аэрокосмической отрасли можно разделить на несколько основных этапов: поисковые исследования, разработка, производство, испытания и эксплуатация. Каждому этапу соответствует определенный тип деятельности. На рис. 1 представлены профили инженеров, составленные совместно с ракетно-космической отраслью в соответствии с жизненным циклом изделия, а также представлены те же профили инженера, но уже с точки зрения выбора объектов.

Модуль специализации БВО позволяет студентам углублять знания по объекту изучения, а также определить тип деятельности, которым они планируют заниматься в будущем (например, стать инженером-технологом, конструктором, испытателем или эксплуатантом). Исходя из этого выбора, каждый студент строит свой индивидуальный трек обучения из цепочки дисциплин модуля специализации, который состоит из дисциплин выбранного трека, общих и элективных дисциплин модуля специализации по образовательной программе. Стоит отметить, что введение треков по модулю специализации позволяет сократить количество образовательных программ в рамках одной специальности.

В разработке траектории обучения по треку специализации для студента принимают участие представители ракетно-космической индустрии. Студент будет обладать не только универсальным набором компетенций, но и опытом работы над индустриальными проектами, способностью решать самые сложные профессиональные задачи и участвовать во всем жизненном цикле проекта, пробуя разные роли.

Проектная групповая деятельность в модуле проектов понимается как бесшовный переход от моделирования деятельности на стадии общепрофессиональной подготовки к непосредственному участию в работе центров МАИ и предприятий над актуальными практическими задачами на стадии специализации.

Заключительным проектом модуля проектов БВО является комплексный курсовой проект, реализуемый на 5 курсе по направлению 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. При выполнении комплексного проекта, в рамках работы в командах студенты осваивают разные инженерные роли — проектанта, конструктора, технолога, испытателя, эксплуатанта, выполняя один большой комплексный проект. В командах принимают участие студенты, обучающиеся на разных кафедрах и образовательных программах

по направлению 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Отличительной особенностью комплексного проекта является раннее начало работы над дипломным проектом. Тематика курсовых проектов (и выбор наставников) формируется со стороны аэрокосмической индустрии на основе актуальных и перспективных проектов [1; 3; 4].

Ярким примером такого взаимодействия МАИ с промышленностью является РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Темы комплексных курсовых проектов, реализуемых совместно с РКК «Энергия», представлены в таблице. Структура проекта с задействованными кафедрами, распределением студентов по ролям и разделами представлена на рис. 2.

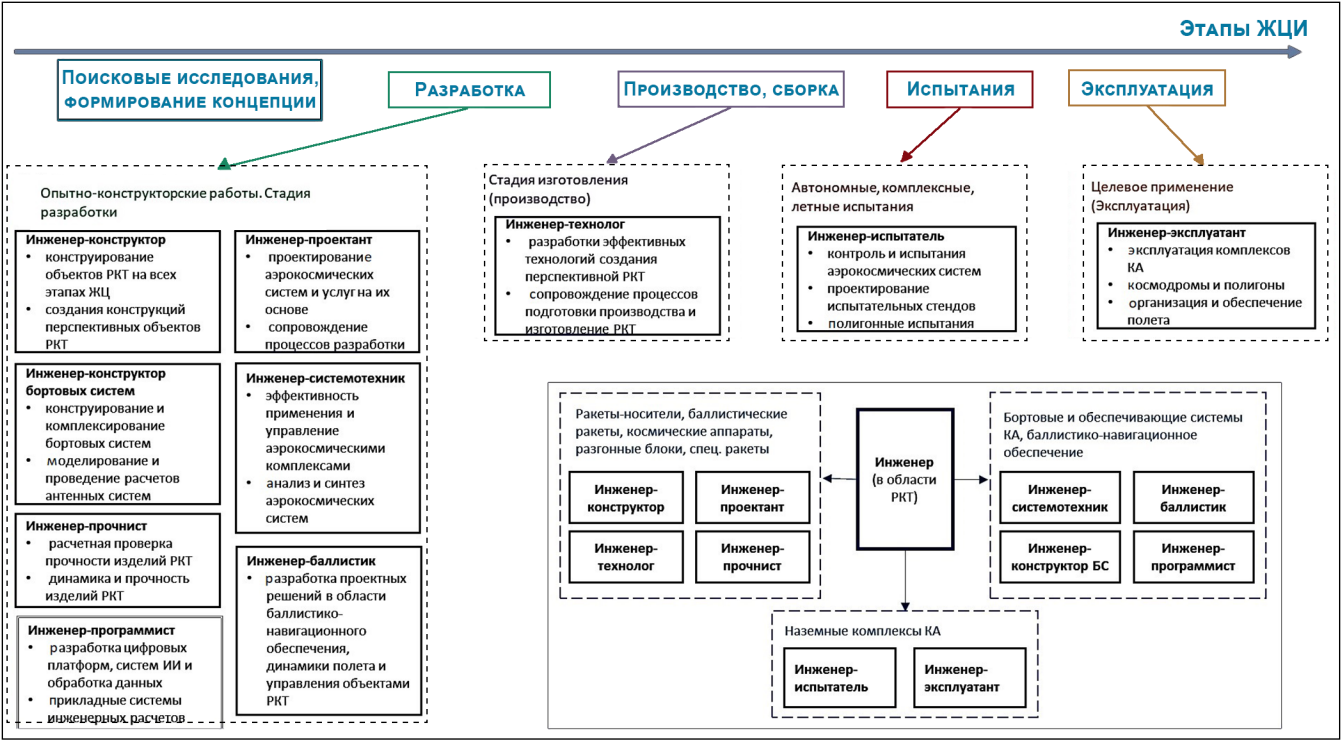


Рис. 1. Формирование профиля инженера в области РКТ

Таблица

Темы комплексных курсовых проектов, выполненных студентами в 2023/2024 и 2024/2025 учебных годах по направлению 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»			
№/№	Название проекта	Число команд	Число студентов
1	Космическая транспортная система для довыведения и доставки малых космических аппаратов на целевые орбиты и система их технического обслуживания	2	9
2	Космический аппарат дистанционного зондирования Земли сверхвысокого разрешения	2	11
3	Разработка методики экспериментальной отработки элементов сервисного космического аппарата на базе малой унифицированной спутниковой платформы, определение и расчет элементов наземной космической инфраструктуры	2	9
4	Испытания на электромагнитную совместимость КА связи «Меридиан-М»	1	4
5	Система сервисного обслуживания на базе РОС	2	7
6	Исследование лавовых труб на поверхности Луны с целью получения данных, необходимых для разработки защитных сооружений с их использованием	2	13
7	Разработка солнечного зонда для изучения влияния солнечной активности на кровообращение человека	2	6
8	Система обеспечения теплового режима обитаемой лунной базы первого этапа освоения Луны с использованием местных ресурсов	1	3

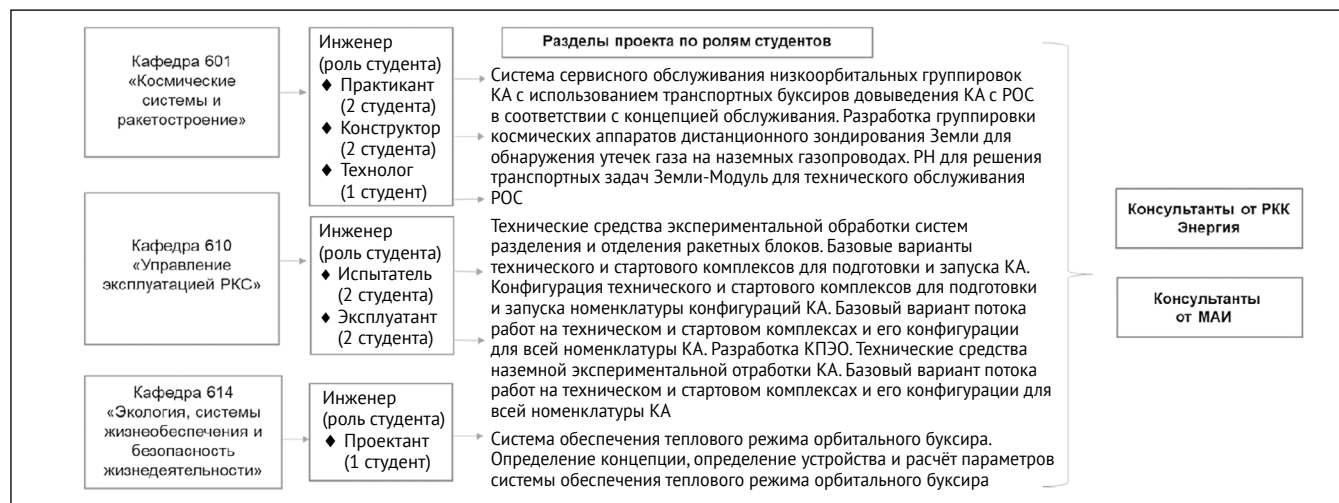


Рис. 2. Комплексный курсовой проект «Система сервисного обслуживания на базе РОС»

Все проекты выполняются командой студентов с разных кафедр, обучающихся по разным специализациям по направлению 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. В каждой команде до 10 человек распределяются роли исполнителей и лидера проекта. Курируют проекты руководители от МАИ и сотрудники РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Защиты проектов проходят в несколько этапов в виде конференции с приглашенными представителями аэрокосмической отрасли, в частности РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Тематика комплексного проекта переходит в дипломный проект. В течение 2 лет реализации данный проект проработан и запущен с индустрией в специалитете в рамках переходного периода в 2023/2024 (115 чел.), 2024/2025 (119 чел.) учебных годах [5].

Студенты распределяются по ролям в соответствии с их специализацией:

- ◆ проектант отвечает за разработку концепции, схем и расчетов;
- ◆ технолог разрабатывает процессы изготовления и сборки;
- ◆ испытатель планирует и проводит проверки на надежность и безопасность;
- ◆ эксплуатант анализирует условия эксплуатации, обслуживание и ремонт.

Этапы реализации проекта:

- ◆ Подготовительный этап — знакомство с темой, распределение ролей, постановка задач.
- ◆ Проектирование — разработка технической документации, схем, расчетов.
- ◆ Технологическая проработка — выбор материалов, разработка технологических карт, моделирование процессов изготовления.

- ◆ Испытания — планирование и проведение лабораторных и стендовых испытаний, анализ результатов.
- ◆ Эксплуатационный анализ — оценка условий эксплуатации, разработка рекомендаций по обслуживанию.
- ◆ Подготовка к защите — оформление отчета, создание презентации, репетиция выступления.

Завершающим этапом становится публичная защита перед комиссией, в состав которой входят представители предприятий отрасли и ведущие преподаватели вузов. Такая форма оценки позволяет студентам получить обратную связь от профессионалов, а работодателям — познакомиться с будущими специалистами и оценить их потенциал.

Комплексный курсовой проект — это не только учебное задание, но и важный элемент интеграции образования и индустрии. Он способствует:

- ◆ формированию командных и междисциплинарных навыков;
- ◆ развитию инженерного мышления и ответственности;
- ◆ укреплению связей между вузами и предприятиями;
- ◆ повышению качества подготовки специалистов для ракетно-космической отрасли.

Современная космонавтика переживает этап трансформации: от одиночных запусков и эксплуатации отдельных спутников отрасль переходит к созданию сложных орбитальных группировок, требующих регулярного обслуживания, модернизации и утилизации. В условиях высокой насыщенности околоземного пространства задачи орбитального обслуживания — диагностика, ремонт, дозаправка, модернизация и сведение с орбиты — становятся ключевыми для обеспечения устойчивого развития космической деятельности.

Решение этих задач невозможно без междисциплинарного подхода, объединяющего проектирование, произ-

водство, испытания и эксплуатацию. В рамках комплексной курсовой работы студенческая группа, включающая специалистов по проектированию, технологии, испытаниям и эксплуатации, разрабатывает концепцию и проект космического аппарата (КА) для орбитального обслуживания. Такой формат обучения позволяет сформировать у будущих инженеров целостное представление о жизненном цикле сложной технической системы и приобрести навыки командной работы.

Комплексная курсовая работа

На примере комплексного курсового проекта по разработке системы сервисного обслуживания на орбите будет рассмотрено распределение студентов по ролям и выполняемым задачам.

1. Постановка задачи и распределение ролей.

1.1. Цель работы.

Разработка эскизного проекта КА для орбитального обслуживания, включая:

- ♦ обоснование технических решений и компоновки аппарата;
- ♦ разработку технологической документации для производства;
- ♦ формирование комплексной программы наземных и орбитальных испытаний;
- ♦ создание эксплуатационной документации и алгоритмов управления на орбите.

1.2. Распределение ролей в группе.

Для имитации реального производственного процесса группа делится на четыре функциональные подгруппы.

Проектант — отвечает за формирование облика КА, компоновку отсеков, выбор бортовых систем (двигательной установки, энергообеспечения, управления), расчет массовых и энергетических характеристик, а также прочностной анализ конструкции (рис. 3).



Рис. 3. Варианты предварительной компоновки межорбитального буксира

Технолог — разрабатывает технологический процесс изготовления КА: выбирает конструкционные материалы (композиты, алюминиевые сплавы), обосновывает методы изготовления деталей (аддитивные технологии, мехобработка), сборки и контроля качества на всех этапах производства.

Испытатель — формирует программу подтверждения надежности: определяет виды испытаний (вибрационные, термовакуумные, электрические), разрабатывает методики их проведения и критерии оценки успешности.

Эксплуатант — разрабатывает алгоритмы управления КА на орбите, сценарии обслуживания целевых спутников (сближение, стыковка/захват, выполнение операций), требования к интерфейсам взаимодействия с наземным комплексом управления.

2. Проектирование космического аппарата.

2.1. Облик и назначение КА.

КА для орбитального обслуживания представляет собой сервисный модуль (Space Tug), обладающий высокой маневренностью. Его основные функции:

- ♦ сближение с целевым спутником на орбите;
- ♦ стыковка или захват (механический или с помощью манипулятора).

Выполнение сервисных операций (диагностика с помощью встроенных сенсоров, ремонт с использованием роботизированных инструментов или дозаправка топливом). Безопасное расхождение или перевод спутника на орбиту захоронения.

2.2. Основные бортовые системы.

Двигательная установка — как правило, электрореактивные двигатели (ЭРД) для межорбитальных переходов и гидразиновые микродвигатели для точного маневрирования при сближении.

Система сближения и стыковки включает оптические датчики (лидары, камеры технического зрения) для навигации и унифицированный стыковочный узел или роботизированный манипулятор с адаптивным захватом.

Бортовой вычислительный комплекс обеспечивает автономную навигацию и обработку данных в реальном времени.

Энергетическая система — раскрываемые солнечные батареи большой площади и литий-ионные аккумуляторы для питания сервисных инструментов.

3. Технологическая подготовка производства.

3.1. Выбор материалов.

Для снижения массы конструкции применяются современные композиционные материалы на основе углепластика. Элементы корпуса изготавливаются из алюминиевых сплавов (например, 2024 или 7075) с последующей анодной обработкой для защиты от коррозии и факторов космического пространства (ФКП).

3.2. Технологические процессы.

Аддитивные технологии. 3D-печать используется для создания сложных кронштейнов, элементов крепления приборов и элементов системы терморегулирования.

Автоматизированная сборка. Применение роботизированных комплексов для высокоточной установки приборов и прокладки кабельных сетей.

Контроль качества. Внедрение систем неразрушающего контроля (рентгенография сварных швов, ультразвуковой контроль композитов) на каждом этапе производства.

4. Программа испытаний.

4.1. Наземные испытания:

Вибропрочностные испытания — имитация нагрузок на участке выведения ракеты-носителя с использованием электродинамических вибростендов.

Термовакuumные испытания (ТВИ) — проверка работоспособности бортовой аппаратуры в условиях глубокого вакуума и циклического перепада температур (от -150°C до $+150^{\circ}\text{C}$).

Электрические испытания — проверка помехоустойчивости систем и функционирования интерфейсов стыковки.

4.2. Летные испытания.

Тестирование алгоритмов сближения — выполнение демонстрационных маневров в автоматическом режиме на безопасном расстоянии от РОС или других объектов.

Проверка сервисных операций — отработка захвата макета спутника или выполнение операций по дозаправке на специализированном стенде на орбите.

5. Эксплуатация и сценарии обслуживания.

5.1. Алгоритмы управления.

Разработка программного обеспечения включает создание нейросетевых алгоритмов технического зрения для распознавания стыковочных узлов целевого спутника и планирования траектории сближения с учетом ограничений по безопасности.

5.2. Сценарии обслуживания.

Плановая диагностика — регулярный облет группировки спутников связи для оценки состояния солнечных батарей и антенн с помощью фотофиксации высокого разрешения.

Экстренный ремонт — перевод вышедшего из строя спутника на орбиту захоронения или раскрытие заклинчивших элементов конструкции (солнечных батарей).

Модернизация — установка новых блоков аппаратуры взамен устаревших (концепция «орбитального сервиса»).

Комплексная курсовая работа по разработке космического аппарата для орбитального обслуживания представляет собой не просто учебное задание, а полноценную модель жизненного цикла современной высокотехнологичной системы. В ходе ее выполнения студенты сталкиваются с необходимостью принимать инженерные решения, выходящие за рамки одной узкой специальности, что формирует у них системное мышление — ключевую компетенцию для инженера XXI века.

Особую ценность представляет синергетический эффект командной работы. Проектант, создавая облик аппарата, вынужден учитывать технологические ограничения, озвученные технологом: доступность материалов, возможности аддитивного производства и требования к сборке. В свою очередь, технолог получает от проектировщика точные 3D-модели и спецификации, что позволяет разработать оптимальный маршрут изготовления и минимизировать отходы. Испытатель, анализируя проектные решения, выявляет критические точки отказа и формирует программу проверок, которая на этапе проектирования может быть учтена для повышения надежности (принцип DFMEA — анализ видов и последствий отказов на стадии проектирования). Эксплуатант замыкает этот цикл, формулируя требования к интерфейсам и алгоритмам управления, которые напрямую влияют на компоновку приборного отсека и выбор вычислительных мощностей.

Таким образом, работа над проектом КА для орбитального обслуживания позволяет студентам на практике освоить принципы интегрированного проектирования (Concurrent Engineering), когда все этапы жизненного цикла продукта рассматриваются параллельно, а не последовательно. Это позволяет существенно сократить время разработки и снизить риски дорогостоящих ошибок на поздних стадиях.

В контексте развития российской ракетно-космической отрасли переход к концепции «обслуживания на орбите» является стратегически важным. Создание сервисных спутников — это шаг к формированию устойчивой космической инфраструктуры, где срок службы дорогостоящих аппаратов не ограничен запасом топлива или ресурсом единичного компонента. Это напрямую влияет на экономическую эффективность орбитальных группировок и укрепляет технологический суверенитет страны.

Практическая реализация предлагаемой методики междисциплинарного взаимодействия для обучающихся по направлению БВО 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов осуществляется при реализации **комплексного проекта**.

- ◆ Завершающие плановые этапы формирования набора комплексных компетенций обучающихся. Выполнение комплексных проектов и работ.
- ◆ Развитие устойчивых междисциплинарных связей на основе выполнения теоретической и практической учебной работы.
- ◆ Разработка более глубоких (и более эффективных) конструкторско-технологических решений в соответствии с разделами выполняемой учебной работы.
- ◆ Окончательное формирование у обучающихся направлений последующей трудовой деятельности на основе:

- ✓ освоенных (в различной степени) дисциплин учебного плана;
- ✓ возникших системных междисциплинарных связей;
- ✓ реализовавшихся этапов личностного роста;
- ✓ появившегося более богатого жизненного опыта.
- ◆ Выборочно, индивидуально: разработка стартапа – при возникновении условий и наличии возможностей [5].

Заключение

Основные результаты, полученные в течение 2023–2025 годов при организации комплексных проектов:

- ◆ Реализация проектной деятельности и практической подготовки. Проведение учебной деятельности в рамках, согласованных с представителями аэрокосмической индустрии перспективных направлений и тем инженерных (проектно-конструкторских, конструкторско-технологических) проектов; реализация практической деятельности обучающихся на площадках профильных предприятий и организаций промышленности.
- ◆ Разработка и апробация модуля проектов по направлению БВО 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов.
- ◆ Реализованы комплексные проекты в сборных командах по разным кафедрам в течение упомянутого переходного периода: проработаны и реализованы с

индустрией для специалитета в 2023/2024 учебном году – приняло участие 115 человек, в 2024/2025 учебном году – 119 человек.

- ◆ Проектная групповая деятельность в модуле проектов принята как бесшовный переход от моделирования на стадии общепрофессиональной подготовки к непосредственному участию в работах центров МАИ и предприятий над актуальными практическими задачами на стадии специализации.

Выполнение подобного комплексного курсового проекта по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов закладывает фундамент для подготовки инженеров нового поколения, способных не просто выполнять отдельные операции, а видеть всю картину целиком. Именно такие специалисты будут востребованы при реализации амбициозных проектов по освоению дальнего космоса, созданию орбитальных станций нового типа и формированию глобальной системы космического обслуживания. Опыт, полученный в ходе этой работы, является прямым вкладом в кадровое обеспечение будущего отечественной космонавтики. Важно отметить, что при разработке и реализации методов обучения студентов в рамках проектной деятельности активное участие принимают работодатели профильных предприятий и организаций промышленности.

Литература

1. Аэрокосмическое образование в России. Подготовка инженерных кадров нового поколения / под ред. Д.А. Козореца. М.: Изд-во МАИ, 2024. 208 с.
2. Погосян М.А., Козорез Д.А., Шемяков А.О., Терещенко Т.С. О совершенствовании системы высшего образования на базе Московского авиационного института // *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. 2024. № 7. С. 5–15. <http://doi.org/10.20339/AM.07-24.005>
3. Заговорчев В.А., Садретдинова Э.Р., Старков А.В., Мищенко В.Ю. IT-проект как стартовый этап проектной деятельности при подготовке комплексного инженера в рамках реализации проекта по реформе инженерного образования в аэрокосмическом вузе // *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. 2025. № 6. С. 45–52. <http://doi.org/10.20339/AM.06-25.045>
4. Тушавина О.В., Заговорчев В.А., Садретдинова Э.Р., Зарубин Д.С. Реализация пилотного проекта по переходу на базовое высшее образование в институте № 6 «Аэрокосмический» МАИ // Третья международная конференция по космическому образованию «Дорога в космос», 1–5 октября 2024 г. Москва, 2024. С. 350–353.
5. Организационно-методические аспекты развития аэрокосмического образования / под ред. Д.А. Козореца. М.: Изд-во МАИ, 2025. 210 с.

References

1. Aerospace Education in Russia: Training a New Generation of Engineers. D.A. Kozorez (ed). Moscow: MAI Publishing House, 2024. 208 pp.
2. Poghosyan, M.A., Kozorez, D.A., Shemyakov, A.O., Tereshchenko, T.S. On Improving the Higher Education System at the Moscow Aviation Institute. *Alma Mater (Vestnik vysshey shkoly)*. 2024. No. 7. Pp. 5–15. <http://doi.org/10.20339/AM.07-24.005>
3. Zagovorchev, V.A., Sadretdinova, E.R., Starkov, A.V., and Mishchenko, V.Yu. The IT Project as the Initial Stage of Project-Based Learning in the Training of Multidisciplinary Engineers as Part of the Engineering Education Reform Project at an Aerospace University. *Alma Mater (Vestnik vysshey shkoly)*. 2025. No. 6. Pp. 45–52. <http://doi.org/10.20339/AM.06-25.045>
4. Tushavina, O.V., Zagovorchev, V.A., Sadretdinova, E.R., Zarubin, D.S. Implementation of a pilot project on the transition to basic higher education at Institute No. 6 "Aerospace" of the Moscow Aviation Institute (MAI). *Third International Conference on Space Education "The Road to Space"*, October 1–5, 2024, Moscow, 2024. Pp. 350–353.
5. Organizational and Methodological Aspects of the Development of Aerospace Education. D.A. Kozorez (ed). Moscow: MAI Publishing House, 2025. 210 pp.