



РЕАЛИЗАЦИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА ПО ПЕРЕХОДУ НА БАЗОВОЕ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ИНСТИТУТЕ № 6 «АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ» МАИ

**НАПРАВЛЕНИЕ 24.05.01
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТ И РКК»»**

**Тушавина Ольга Валериановна, к.т.н., доц.,
директор Института №6 «Аэрокосмический», зав. кафедрой**

**Садретдинова Эльнара Рамилевна, к.т.н., доц.,
зам. директора Института №6 «Аэрокосмический», доцент**



Переходный период (специалитет)

Уровень: специалитет

Специализация:

добавляется

- После 2 курса - выбор объекта инженерной деятельности
- После 3 курса - выбор специализации

Учебный план: фиксированный

Содержание и объем учебных программ:

содержание формируется с учетом потребности предприятия; вводятся новые виды практик

Базовое высшее образование

Уровень: базовое высшее образование (БВО)

Специализация: поэтапное углубление специализации

- Поступление - на укрупненную группу направлений (УГН);
- После 1 курса – выбор направления;
- После 2 курса – выбор направленности и объекта
- После 3 курса - выбор специализации (трека)
- После 4 курса – выбор вида трудовой деятельности

Учебный план: гибкий

Содержание и объем учебных программ: формируются под потребности предприятия

Цель «переходного периода» (специалитет) — это

трансформация специалитета 24.05.01 максимально приближенная к новому базовому высшему образованию в кооперации с партнерами ракетно-космической отрасли.

Цели БВО направлены на создание среды подготовки инженерных кадров нового поколения и гибкой образовательной модели, обеспечивающей трансформацию образовательных программ на основе анализа технологического и кадрового прогнозов аэрокосмической индустрии.

Февраль 2024 г. - 2028 г.

(выпуск поступивших в 2022 г. и ранее)

С сентября 2023 г., 1 и 2 курсы

2023-2028 – параллельная реализация «переходного периода» (специалитет) и БВО



Основные задачи изменения содержания образовательных программ по трансформации инженерного образования

Основные задачи изменения содержания образовательных программ и совместных подходов их реализации с аэрокосмической индустрией при «переходном периоде» (специалитете) и базовом высшем образовании:

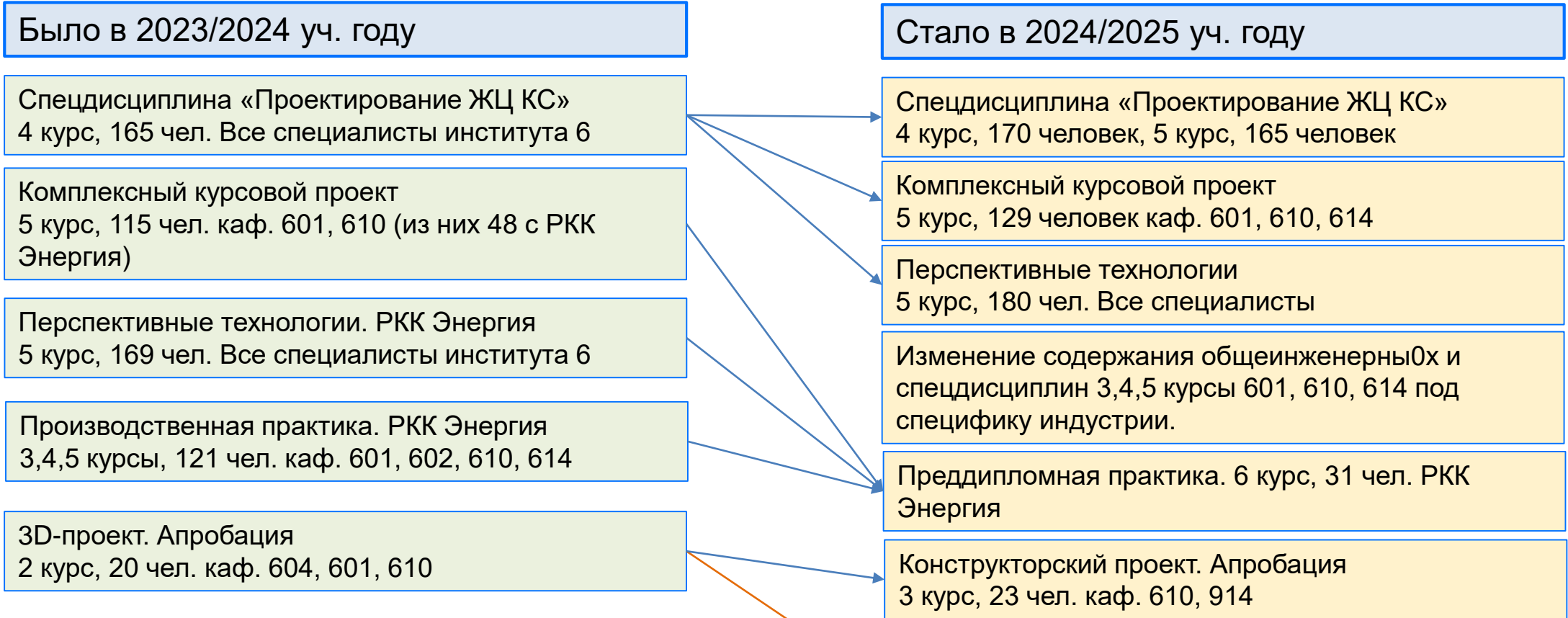
- Оперативное внесение изменений в образовательные программы под задачи ракетно-космической промышленности, в кооперации с индустриальными партнерами.
- Повышение практической составляющей программ на базе реальных проектов ракетно-космической промышленности, в т.ч. ядра образовательной программы – на 50%.
- Унификация 1-2 курса по специальности для возможности выбора и уточнения траектории (специализации) студента.
- Формирование тематик курсовых и дипломных проектов и наставников со стороны индустрии на основе актуальных и перспективных проектов.
- Формирование модуля перспективных технологий в соответствии с запросами индустрии, совместная реализация университета и работодателей.



Ключевые изменения образовательных программ института №6

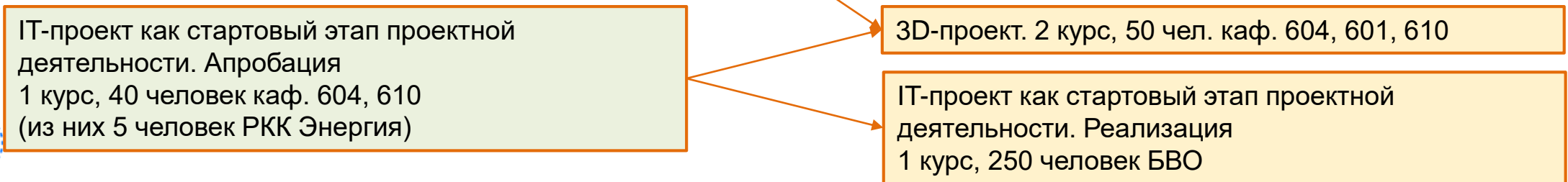


Переходный период (специалитет)



БВО

04





Реализовано в 2023/2024 учебном году совместно с РКК «Энергия».

Отраслевая дисциплина «Проектирование ЖЦ КС» (4-5 курс):

- ✓ Сквозная дисциплина, 3 семестра (8, 9, 10)
- ✓ Основной ведущий лектор из индустрии
- ✓ Лекторы из РКК «Энергия» (по отделам)

Комплексный курсовой проект:

- ✓ 115 студентов 5 курса каф. 601 и 610 (из них 48 на РКК)
- ✓ 25 проектов (из них 12 с РКК «Энергия»)
- ✓ команды с разных кафедр (по 4-6 человек)

IT-проект (БВО)

- ✓ Учебная практика (Информационно-цифровая практика) 2 сем.
- ✓ Актуальные практические задачи, образовательная технология «обучение действием» в ИТ-подразделениях предприятий
- ✓ 40 студентов (из них 5 на РКК «Энергия») каф. 604 и 610

Дисциплины по перспективным технологиям 5 курс:

- ✓ 169 студентов
- ✓ индивидуальные траектории
- ✓ посещение ПЗ на РКК «Энергии» в рамках выбранной дисциплины
 - Малогабаритные космические аппараты и наноспутники
 - Управления сверхбольшими потоками данных в КС
 - Межпланетные перелеты с использованием солнечного паруса
 - Многофункциональные композиционные материалы
 - Автономное техническое обслуживание на орбите
 - Развертываемые конструкции в космосе
 - Моделирования перспективных электроракетных установок

Производственная практика:

- ✓ Эргодика пилотируемых космических аппаратов
- ✓ Кафедры: 601, 602, 604, 610, 614





Формирование профиля инженера

Этапы ЖЦИ

Поисковые исследования,
формирование концепции

Разработка

Производство, сборка

Испытания

Эксплуатация

Опытно-конструкторские работы. Стадия разработки

Инженер-конструктор

- конструирование объектов РКТ на всех этапах ЖЦИ
- создания конструкций перспективных объектов РКТ

Инженер-проектант

- проектирования аэрокосмических систем и услуг на их основе
- сопровождение процессов разработки

Инженер-конструктор бортовых систем

- конструирование и комплексирование бортовых систем
- Моделирование и проведение расчетов антенных систем

Инженер-системотехник

- эффективность применения и управление аэрокосмическими комплексами
- Анализ и синтез аэрокосмических систем

Инженер-прочнист

- расчетная проверка прочности изделий РКТ
- динамика и прочность изделий РКТ

Инженер-баллистик

- Разработка проектных решений в области баллистико-навигационного обеспечения, динамики полета и управления объектами РКТ

Инженер-программист

- Разработка цифровых платформ, систем ИИ и обработка данных
- Прикладные системы инженерных расчетов

Стадия изготовления (производство)

Инженер-технолог

- разработки эффективных технологий создания перспективной РКТ
- Сопровождение процессов подготовки производства и изготовление РКТ

Автономные, комплексные, летные испытания

Инженер-испытатель

- контроль и испытания аэрокосмических систем
- проектирование испытательных стендов
- Полигонные испытания

Целевое применение (Эксплуатация)

Инженер-эксплуатант

- Эксплуатация комплексов КА
- Космодромы и полигоны
- Организация и обеспечение полета

Ракеты-носители, баллистические ракеты, космические аппараты, разгонные блоки, спец. ракеты

Инженер-конструктор

Инженер-проектант

Инженер-технолог

Инженер-прочнист

Инженер
(в области РКТ)

Бортовые и обеспечивающие системы КА, баллистико-навигационное обеспечение

Инженер-системотехник

Инженер-баллистик

Инженер-конструктор БС

Инженер-программист

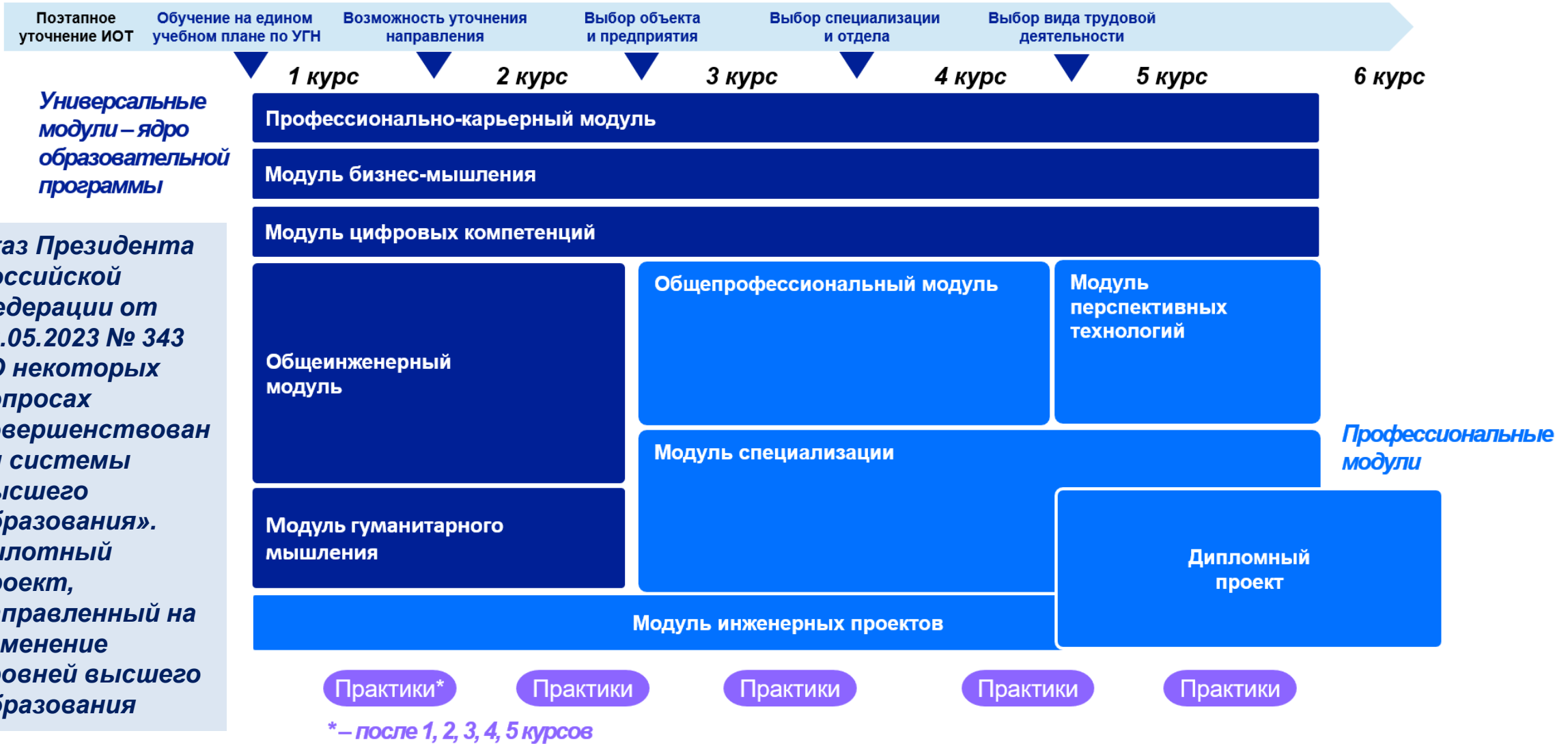
Наземные комплексы КА

Инженер-испытатель

Инженер-эксплуатант

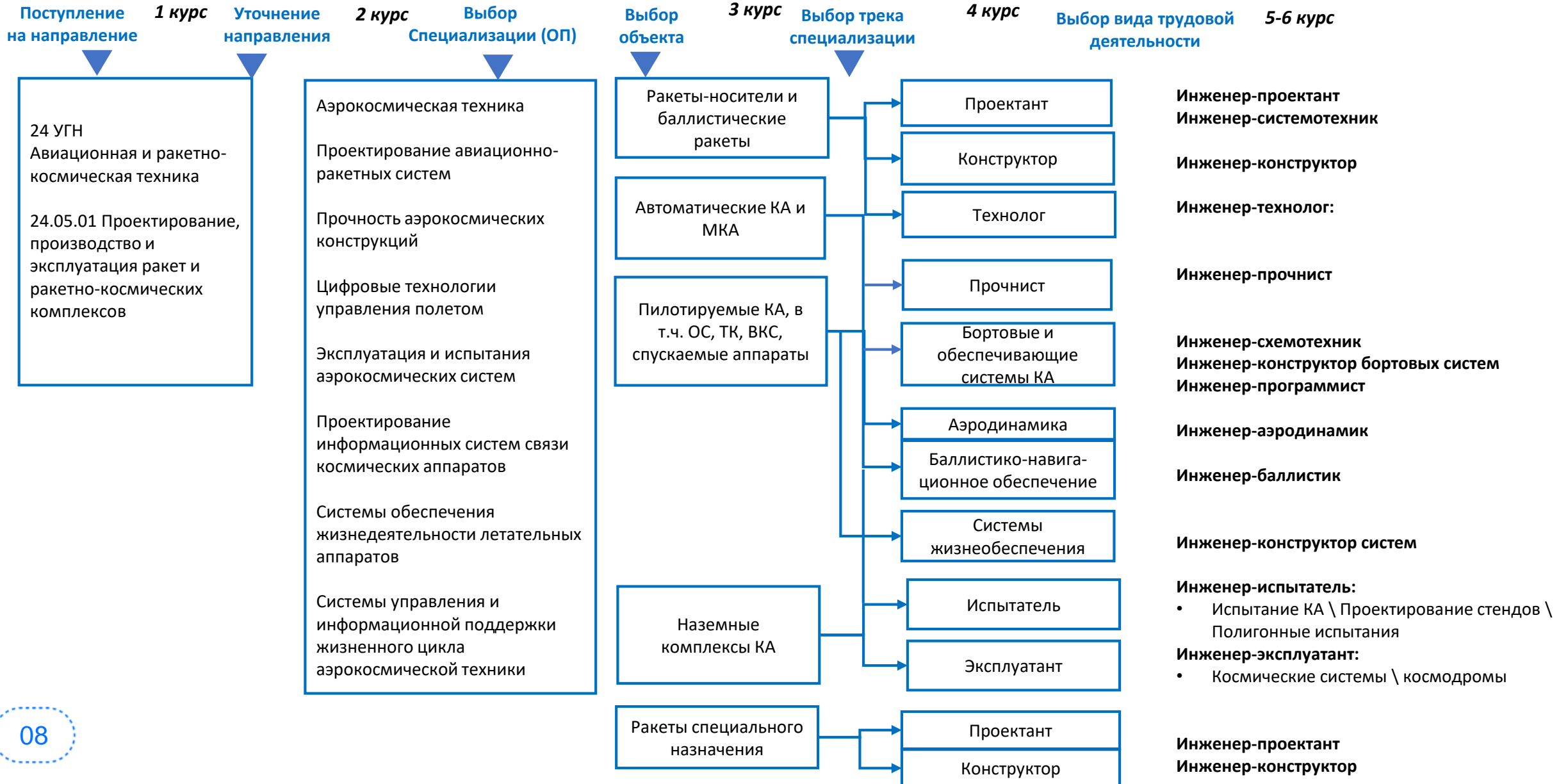


Модульная структура программы базового высшего образования по УГН 24.00.00 (5,5 лет)



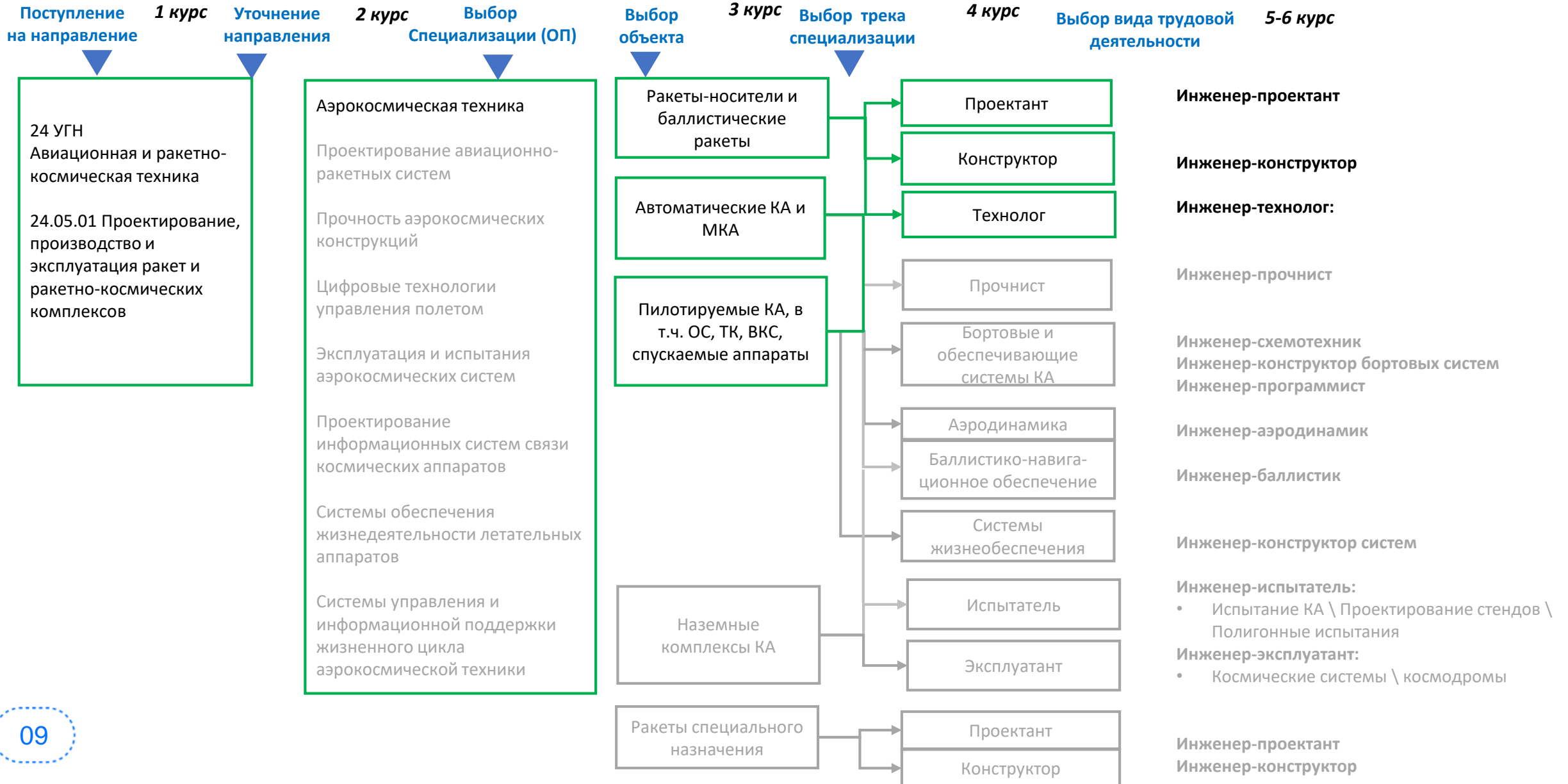


Траектории программ БВО по 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и РКК»





Траектория образовательной программы БВО «Аэрокосмическая техника»





Формирование треков БВО 24.05.01 по ОП Аэрокосмическая техника (кафедра 601)

Этапы ЖЦИ





Формирование треков БВО 24.05.01 по ОП Эксплуатация и испытание аэрокосмических систем (кафедра 610)

Этапы ЖЦИ





Погружение студентов в специализацию

Степень погружения в специализацию

100 %

50 %

0%

Формализация

Проектирование

Реализация

Погружение в предметную область

Концепция проекта

Предварительное проектирование

Углубленное проектирование

Сборка, интеграция, запуск проекта

Защита проекта

Выбор ОП

Выбор Трека

Дисциплины специализации

Дисциплины Трека специализации

Дисциплины специализации

Дисциплины Трека специализации

Дисциплины 5 курс

Дисциплины 4 курса

Дисциплины 3 курса

Дисциплины 1 курса

Дисциплины 2 курса

- Проекты**
- КР общие
 - КР спец.
 - КП
 - ВКР
- 012

IT-проект

CAD/CAM-проект

Конструкт. проект

Проект спец. (Индивид.)

Комплексный проект

ДП

Образовательная траектория

6 курс ВКР

5 курс

4 курса

3 курса

2 курса

1 курса



Система профессиональных модулей

3 курс ▼

4 курс ▼

5 курс ▼

6 курс ▼





Увязка модуля проектов с профессиональными и универсальными модулями

Проект 1 курс

Проект 2 курс

Проект 3 курс

Проект 4 курс

Проект 5 курс





IT-проект как стартовый этап проектной деятельности при подготовке комплексного инженера. Направление 24.05.01

Цель

- развитие цифрового мышления комплексного инженера за счёт углублённого освоения современных цифровых технологий, методов и средств разработки.

Направления проектов

- Спутниковые группировки
- Цифровая среда
- РОС
- Освоение Луны
- Симуляторы роботизированных комплексов
- 3D моделирование и оптимизация
- Искусственный интеллект и нейросети для БПЛА
- Искусственный интеллект и нейросети в ДЗЗ
- Экология и ЧС
- Проектно-баллистический анализ

Формат проведения

- Смешанные команды (разные кафедры), 250 человек
- Инициативные проекты (по согласованию)
- Задача - придумать, создать и представить свой стартап
- работа в команде
- Программирование, 3D /2D графика
- реальные модели и данные
- знакомство с будущей профессией
- защита результатов и конкурс проектов
- рефлексия студентов и преподавателей по завершению

Формат руководства

- Руководитель IT-проекта
- Кураторы команд (ведущие преподаватели)
- Наставники команд (аспиранты, магистры, активные студенты старших курсов)

Модули

- Модуль цифровых компетенций
- Модуль практик
- Модуль проектов

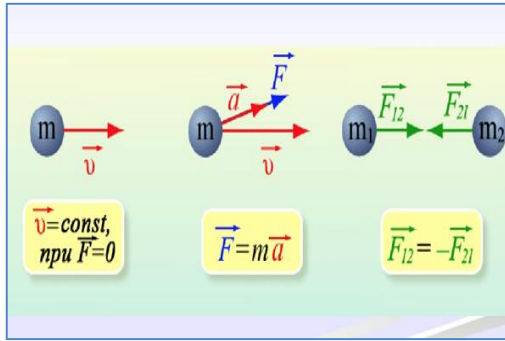
Дорожная карта на 2024/2025 гг.

- Определить перечень кураторов (12.12.2024)
- Выделить день/дни и помещения в расписании (12.12.2024)
- Согласовать перечень стартапов (12.12.2024)
- Определить состав наставников (26.12.2024)
- Согласовать материально-техническое обеспечение и нагрузку (20.01.2025)
- Сформировать и согласовать с кураторами сценарий проведения IT-проекта и контрольные точки его проведения (20.01.2025)
- Приступить к реализации проекта (02.2025)
- Защита проектов в группах и выбор лучших (21.05.2025)
- Конкурсное представление лучших проектов в Институте №6, награждение победителей (29.05.2025)



IT-проект как стартовый этап проектной деятельности при подготовке комплексного инженера. Формат проведения

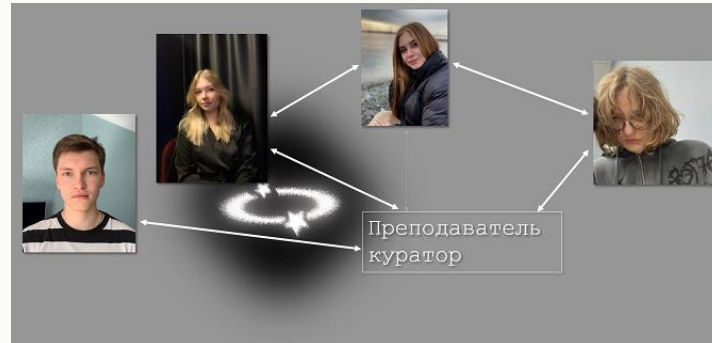
Защиты финалистов, 29 мая 2025 г.



Задание на IT-проект

- перспективная тематика
- адаптированные математические модели
- современные «быстрые» средства разработки и 2D/3D моделирования
- преподаватель куратор
- распределение по ролям (лидер, front-end, back-end разработчики,

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases}$$



Формат проведения защиты

- конференция
- представители индустрии
- Первый этап. Защиты в группах, с привлечением студентов и сотрудников профильных кафедр. Срок - до 21.05. По результатам защит необходимо выбрать лучший проект в группе.
- Второй этап. Конкурсное представление лучших проектов групп института №6. Срок - до 29.05. Приглашаются студенты и представители кафедр. Конкурсная комиссия и подведение итогов.
- Определение победителей конференции и выдача сертификатов



CAD/CAM-проект как второй этап проектной деятельности при подготовке комплексного инженера

Цель

Формирование через практическую деятельность понимания жизненного цикла разработки сложных технических систем

Формат проведения

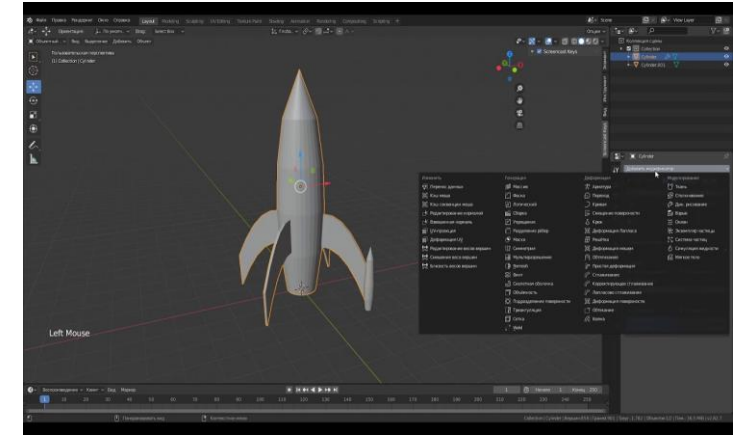
- Формирование подходов работы в команде.
- Декомпозиция цели. Персонафикация задач и их планирование.
- Широкое использование программных продуктов.
- Подходы к разработке программного обеспечения.
- Компас-3D» (АО «Аскон»), «T-FLEX CAD» (АО «ТопСистемы»)

Задание на CAD/CAM -проект

- Работа над 3D моделью в CAD.
- Подбор конструкционных материалов, внесение изменений в 3D-модель.
- Выпуск первичной конструкторской документации.
- Подготовка моделей для производства: аддитивные технологии, классические технологии производства объектов РКТ (ЧПУ, литье и пр.)

Тематика проектов

- Создание сборок и деталей РОС
- Параметрическое моделирование спутниковых группировок
- Анализ прочности конструкций
- Прототипирование компонентов БПЛА
- Интеграция технологий искусственного интеллекта
- Технологии виртуальной и дополненной реальности



Формат проведения защиты

- конференция
- представители индустрии
- Защиты в группах, с привлечением студентов и сотрудников профильных кафедр.
- Определение победителей конференции и выдача сертификатов



Преподаватель
МАИ, Отрасль

Команда студентов с
разными ролями в проекте

Куратор отрасли,
РКК «Энергия»

ТЗ на проект
Февраль 2025 г.

Тема: Промежуточный узел редуктора поворота малого КА

План КП, гр. 6О-303С-22. Распределение ролей в команде:

1. Руководитель проекта / Координатор (1 человек)
2. Кинематический и силовой расчет (1 человек)
3. Конструкционные материалы и расчет прочности зубьев передачи (1 человек)
4. Расчет прочности вала и подшипников (1 человек)
5. 3D-моделирование механизма (1 или несколько человек)
6. Конечно-элементный анализ (1 человек)

Редуктор

Публичная
защита
Май 2025 г.

Примеры применения редукторов в РКТ

- РКК «Энергия» разрабатывает рулевые машины с цилиндрическими зубчатыми передачами для пилотируемых кораблей.
- NASA использует редукторы на марсоходах для привода колес и манипуляторов.
- ESA в своих спутниках применяет зубчатые механизмы для управления панелями и антеннами.

Цель: приобретение командных и инженерных навыков по расчёту и конструированию типовых деталей и узлов на основе полученных теоретических знаний и использованием цифровых технологий

Задача для реализации КП поставлена на ПАС в ноябре 2024

Апробация в рамках дисциплины «Детали машин и основы конструирования»

Сроки: февраль-май 2025 г.

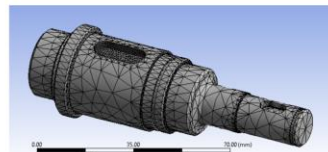
Запуск в БВО:

Связка модуль проектов –
общепрофессиональный модуль.
«Основы проектной деятельности»

Сроки: февраль-май 2026 г.

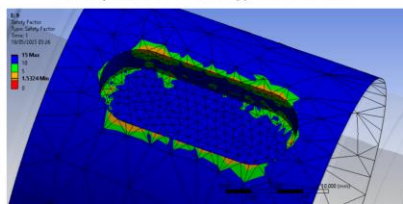


Проверочные расчеты



Конечно-элементная модель

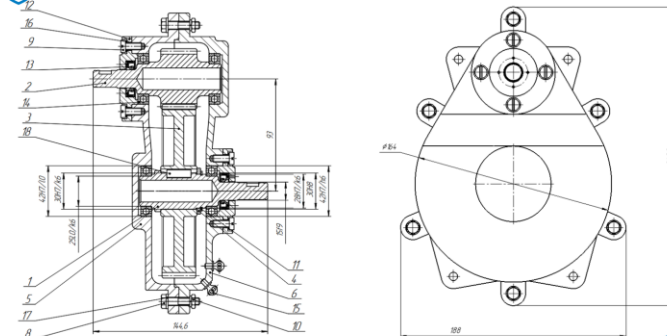
Запас прочности в самом нагруженном сечении



13



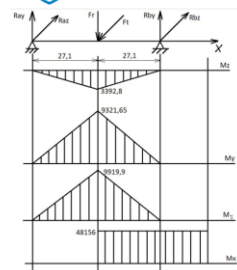
Конструирование фрагментов корпуса



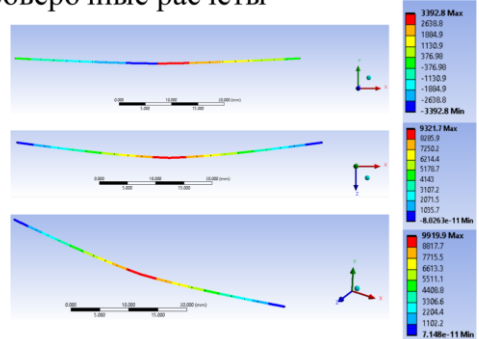
11



Проверочные расчеты



Аналитический метод

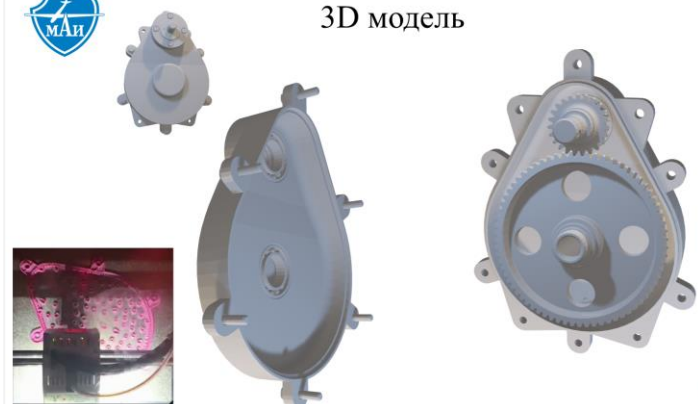


Конечно-элементный метод (сверху вниз: изгибающие моменты относительно осей Z и Y, суммарный изгибающий момент)

12



3D модель



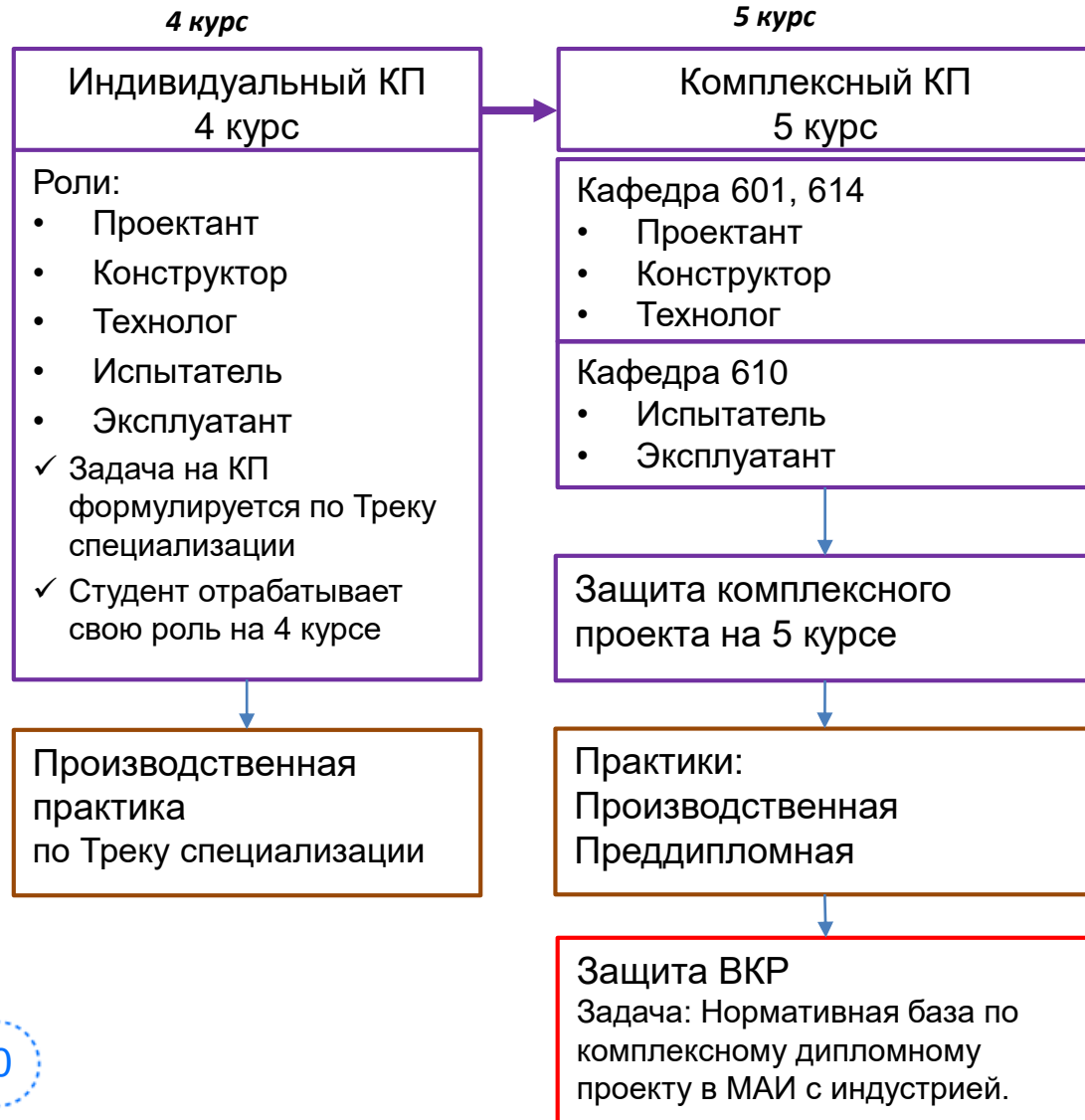
15





Индивидуальный и Комплексный курсовые проекты. 4-5 курсы

Команда студентов с разными ролями в комплексном проекте



Запуск и реализация нового комплексного проекта в 2024-2025 гг.

Формат проведения

- 119 студентов 5 курса (601, 610, 614)
- Команда студентов с разными ролями: проектирование, конструирование, технология, испытания и эксплуатация
- реальные модели и данные
- публичная защита результатов (май 2025)

Результаты по запуску пилотного комплексного проекта в 2023-2024 гг.

Комплексный курсовой проект окт. 2023-май 2024 гг.

5 курс, 115 студентов

- Темы проектов: Индустрия - 80% МАИ - 20%, 25 тем
- Команды из студентов разных инженерных профилей
- Публичная защита
- Тематика курсовых проектов с переходом в ВКР (ДП)

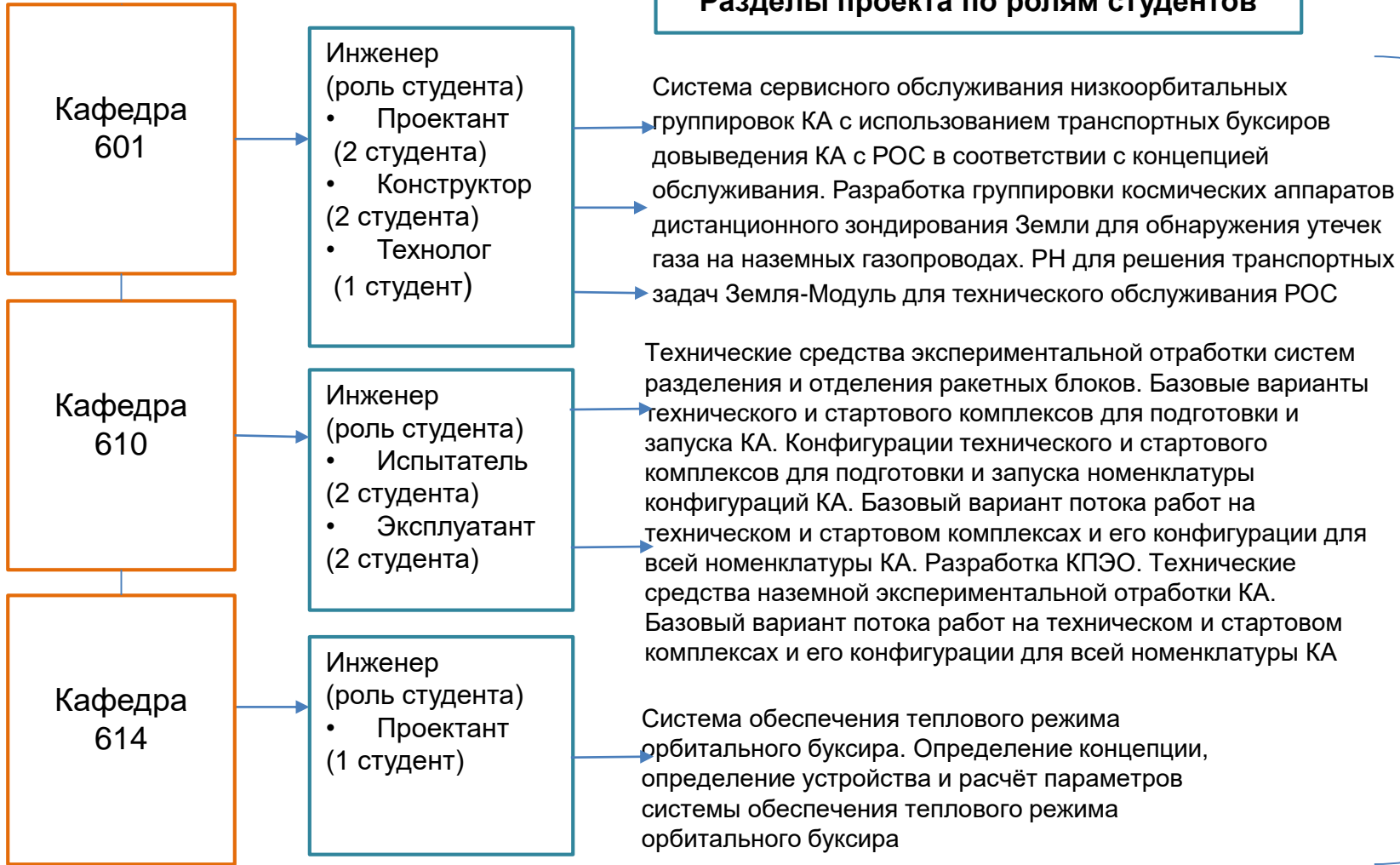
Практическая подготовка окт. 2024-январь 2025

- Преддипломная практика
- Энергия – 31 чел., Хруничев – 22, Лавочкина – 11, ЦАГИ – 9, ЦНИИМаш – 10, МИТ - 6, РКС – 5 и т.д.

Дипломный проект Защита январь 2025 г.

- По тематикам комплексных проектов
- ВКР по темам индустрии

Разделы проекта по ролям студентов



Консультанты от РКК Энергия

Бычков Андрей Дмитриевич	НТЦ-1Ц
Франчук Сергей Владимирович	НТЦ-14Ц
Медведев Василий Николаевич	ЕЦИ

Консультанты от МАИ

Кабанов А.А. к.т.н., доц., доц. каф. 601
 Ельников Р.В. к.т.н., доц. каф. 601
 Гусев Е.В. к.т.н., доц. каф. 610
 Палешкин А.В. к.т.н., доц., доц. каф. 610
 Белявский А.Е. д.т.н., доц. проф. каф. 614

Сроки реализации:

- ✓ Проект запущен в октябре 2024 г.
- ✓ Публичная защита проекта – май 2025 г.



Ключевые элементы изменений. Теоретическая часть. Реализация с 2023/2024 уч. года.



Спецдисциплина «Проектирование жизненного цикла космических систем»



Дисциплины по перспективным технологиям по заказу индустрии



20% содержания **общеинженерных** дисциплин меняется под специфику конкретного партнера из индустрии



50% содержания **спецдисциплин** меняется под специфику конкретного партнера из индустрии

23-24 уч.г.

24-25 уч.г.

25-26 уч.г.

26-27 уч.г.

27-28 уч.г.

28-29 уч.г.

29-30 уч.г.

Переходный период

6

5

4

3

2

1





Ключевые элементы изменений. Практическая часть. Реализация с 2023/2024 уч. года.



Выдача темы диплома



Лабораторные работы/ лекции в индустрии



Производственная/ преддипломная практика



Ознакомительная практика (выбор объекта/роли)



Курсовой проект



Расчетно-графическая работа



Информационно-цифровая практика



Защита диплома, трудоустройство

Переходный период

6

23-24 уч.г.

24-25 уч.г.

25-26 уч.г.

26-27 уч.г.

27-28 уч.г.

28-29 уч.г.

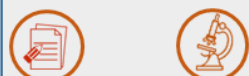
29-30 уч.г.



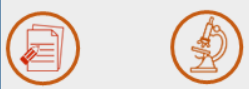
5



4



3



2



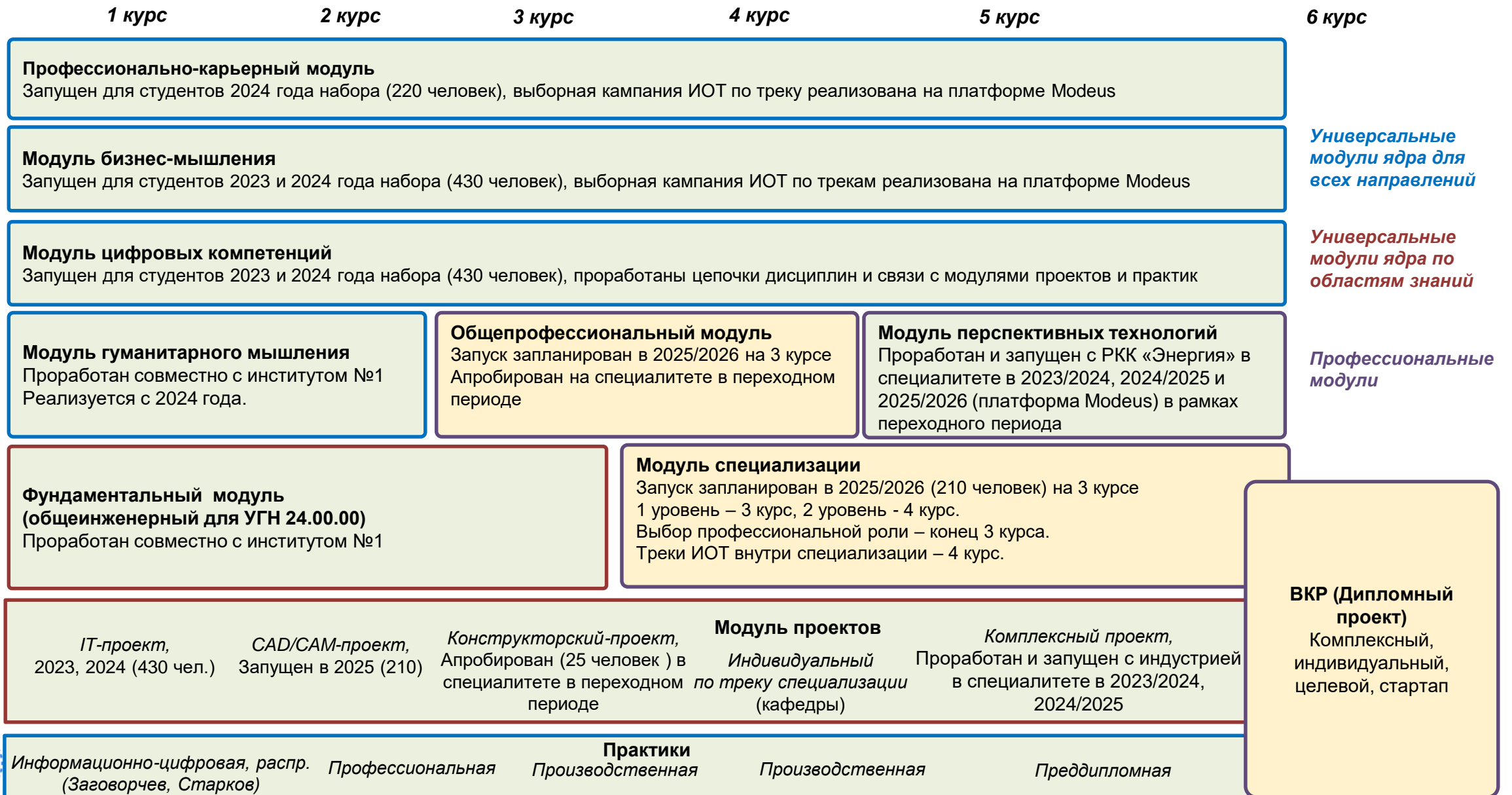
1



Базовое ВО 23



Основные результаты реализация модульной структуры программы БВО 24.05.01



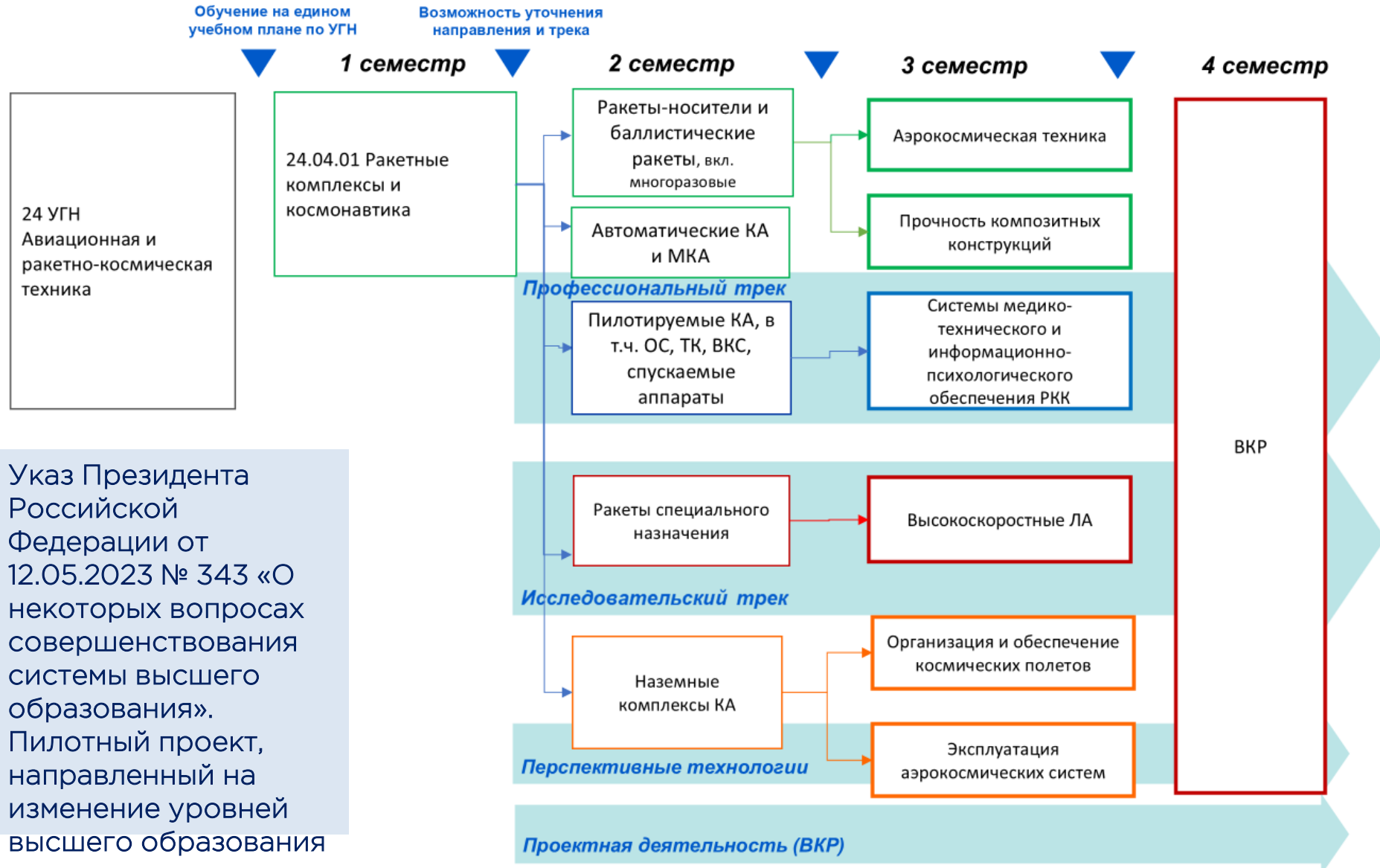


**РЕАЛИЗАЦИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА ПО
ПЕРЕХОДУ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ВЫСШЕЕ
ОБРАЗОВАНИЕ В ИНСТИТУТЕ № 6
«АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ» МАИ**

**НАПРАВЛЕНИЕ Спец.ВО
24.04.01 «РАКЕТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И
КОСМОНАВТИКА»**



Формирование траекторий на примере направления Сп.ВО 24.04.01 «Ракетные комплексы и космонавтика»



Указ Президента Российской Федерации от 12.05.2023 № 343 «О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования». Пилотный проект, направленный на изменение уровней высшего образования



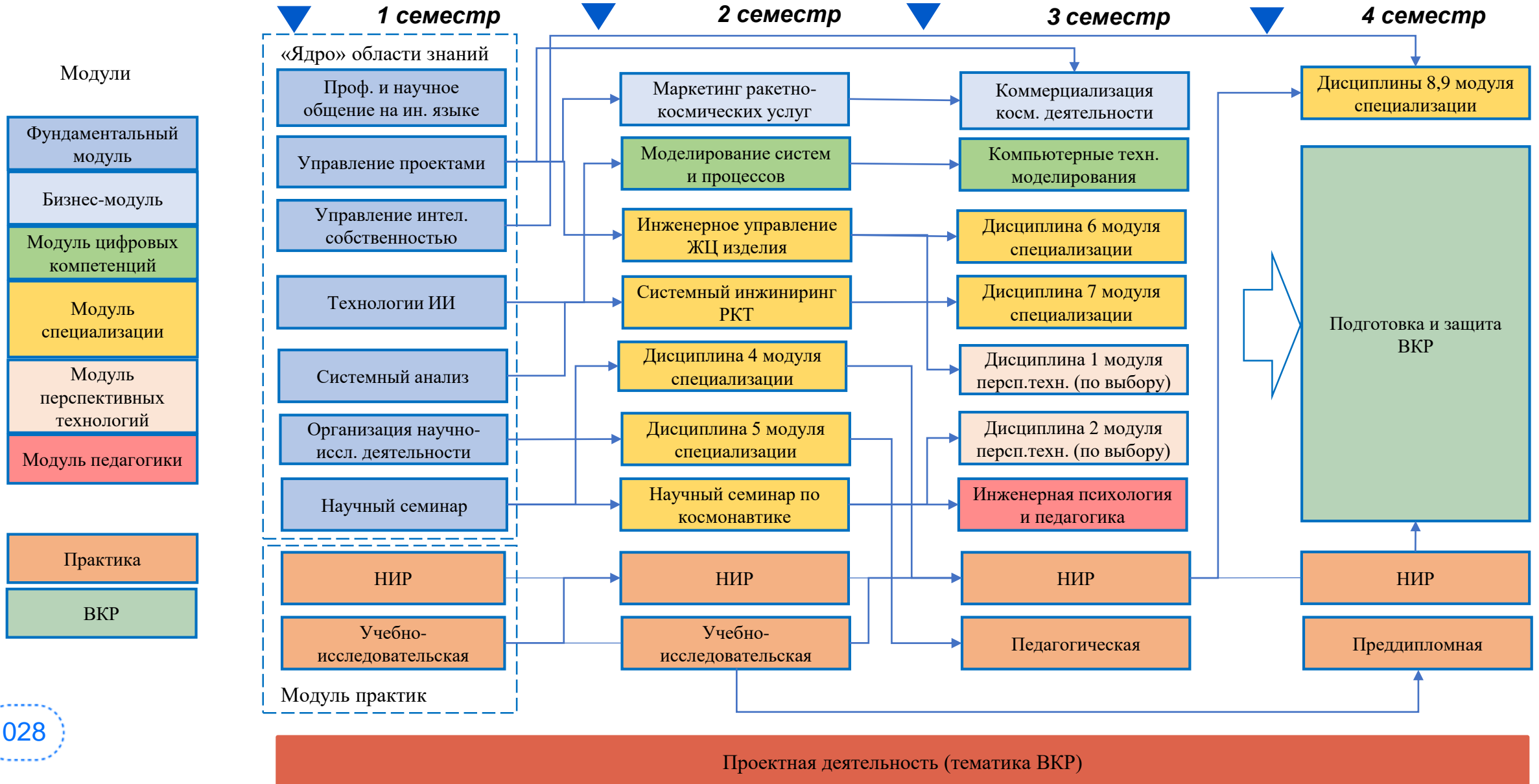


Модульная структура программы специализированного высшего образования (Сп.ВО) по УГН 24.00.00 (2 года)





Структура программы направления 24.04.01





Дисциплины по перспективным технологиям:

- ✓ Все студенты по направлению 24.04.01
- ✓ индивидуальные образовательные траектории
- ✓ посещение ПЗ на предприятии в рамках

Выборной дисциплины

- Системный инжиниринг РКТ
- Система подготовки космонавтов
- Механика композиционных материалов и конструкций
- Экологическая безопасность комплексов космических летательных аппаратов
- Прикладные методы расчета и программные комплексы
- Малогабаритные космические аппараты и наноспутники
- Эргономика пилотируемых космических аппаратов
- Межпланетные перелеты с использованием

И.И. Лавочкина
ИИИ



- ✓ Модуль перспективных технологий включает курсы по выбору, разработанные на основе стратегического технологического прогноза, по направлениям, наиболее востребованным в индустрии в будущем

Дисциплина 2

- Обеспечение задач исследования Луны
- Основы инженерной инновационной деятельности
- Дистанционные технологии в системах медицинского обеспечения
- Основы космического тренажеростроения
- Технология производства композиционных материалов
- Управления сверхбольшими потоками данных в КС
- Многофункциональные композиционные материалы
- Развертываемые конструкции в космосе





Подготовка инженерных кадров в рамках реализации проекта с аэрокосмической индустрией. Основные результаты

- Сформирован кадровый прогноз и определены индивидуальные траектории студентов по образовательным программам.
- Реализация проектной деятельности и практической подготовки. Согласованные тематики инженерных (комплексных) проектов и реализация совместно с представителями аэрокосмической индустрии и на их площадках.
- Проведен комплексный проект в сборных командах по разным кафедрам в «переходном периоде».
- Согласование перечня дисциплин по перспективным технологиям и формата участия в них предприятий, а также их проведение.
- Проведение лабораторных работ и лекций на материально-технической базе работодателей ракетно-космической промышленности.
- Проведение Информационно-цифровой (учебной) практики на программном обеспечении и компьютерной технике предприятий. Внедрение IT-проекта в рамках распределенной практики (стартап).
- Внедрение с партнерами ракетно-космической промышленности сквозной дисциплины «Проектирование жизненного цикла космических систем».
- Основные результаты опубликованы в монографии «Аэрокосмическое образование в России. Подготовка инженерных кадров нового поколения» и в спец. выпуске журнала ВАК «Alma mater (Вестник высшей школы)» в 2024 году.





**РЕАЛИЗАЦИЯ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА ПО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ НА БАЗЕ МАИ**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ