



Национальный
исследовательский

**Томский
государственный
университет**

**2028 год —
150-летие Томского
государственного университета
и высшего образования
и науки в Сибири**

Принципы и подходы проектирования инженерных образовательных программ

Юлия Николаевна Рыжих

Декан физико-технического
факультета ТГУ

Пилотный эксперимент по изменению уровней профессионального образования

Участники эксперимента

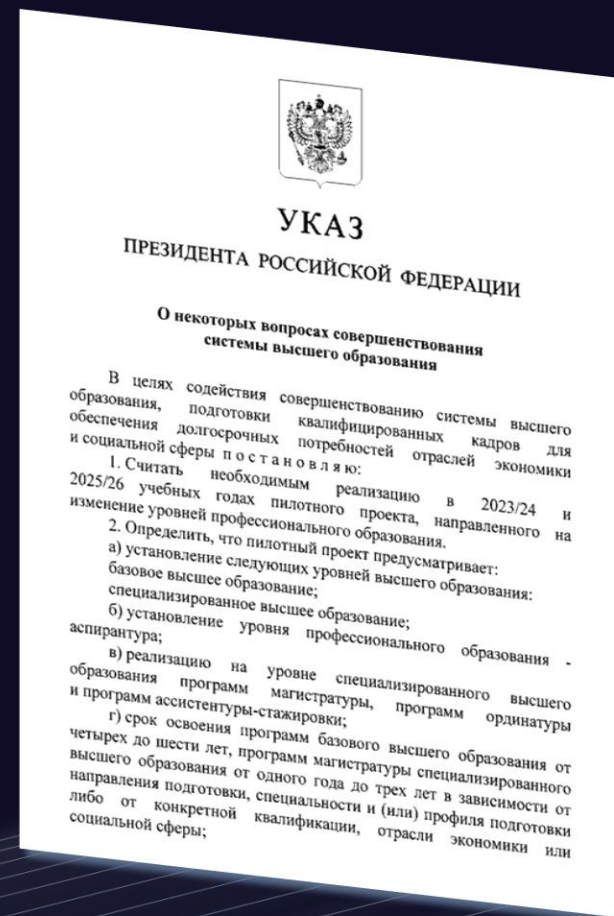
- Томский государственный университет
- Московский авиационный институт
- Университет науки и технологий МИСИС
- Московский педагогический государственный университет
- Санкт-Петербургский горный университет
- Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Базовые линии эксперимента

Программы базового и специализированного высшего образования

- Гибкость
- Фундаментальность
- Практическая подготовка
- Разнообразие квалификаций
- Ускоренный выход на рынок труда

Взаимодействие с работодателями на всех этапах программы



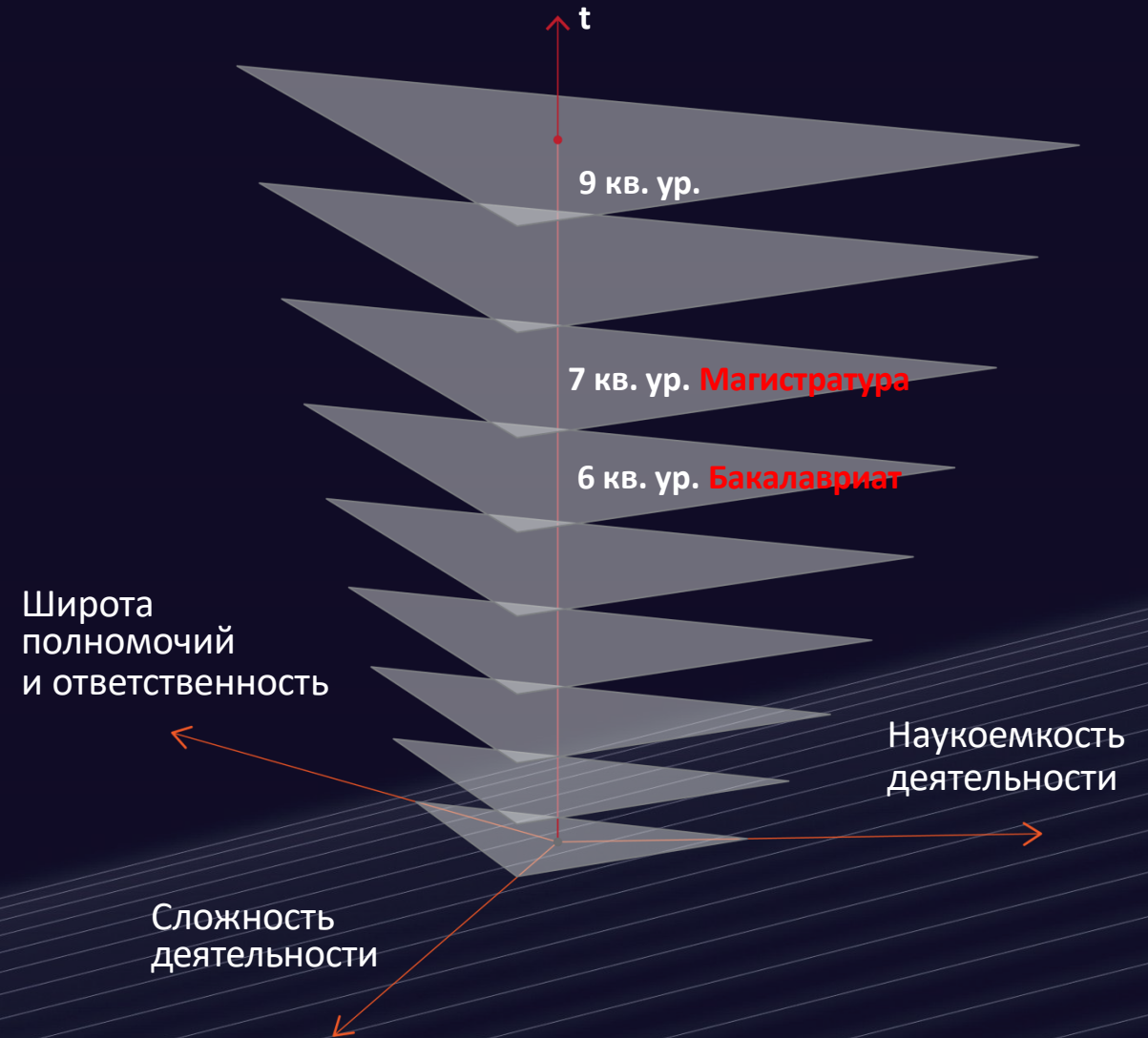
Указ Президента
Российской Федерации
от 12.05.2023 № 343

ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗЛИЧЕНИЯ ПРОГРАММ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ И СРОКАМ ОБУЧЕНИЯ

Принципы

- Преемственность и непрерывность развития квалификационных уровней
- Соответствие квалификационных уровней структуре разделения труда и национальной системе образования РФ
- Прозрачность описания для всех пользователей

Национальная рамка квалификаций



Преимущества новой модели

Баланс фундаментальности образования и практической подготовки

ПРОБЛЕМА НОВОЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ

Было (до 70-х гг. XX в.)

Монодисциплинарность

Физико-математические дисциплины

Передача большого объема устоявшихся знаний для воспроизводства деятельности

Будущее предопределено, и человек на него не влияет

Стало

Мета-, мульти-, междисциплинарное содержание

Физико-математический блок

Социогуманитарный блок

Развитие системного и критического мышления

Цифровые навыки

Формирование способности к поиску и освоению информации, саморазвитию и развитию деятельности

Будущее вариативно и конструируется реальными субъектами в процессе деятельности

Дискуссия с лидерами отрасли и образования

- Как изменились тип и задачи профессиональной деятельности?
- Новая фундаментальность под новые характеристики деятельности?
- Что в фундаментальном ядре?
- Ядро фиксируется в списке дисциплин или в результатах образования?
- Кто утверждает ядро?
- Роль работодателей в утверждении?
- Доля ядра в образовательных программах?
- Как часто необходимо обновлять содержание ядра?

Пример смены фундаментальной математической базы для подготовки профессионалов в IT-отрасли

Математика:
вычислительные задачи

Математика:
формальная мат. логика

Математика:
мат. модели в экономике

Математика
дискретные структуры и графы

Математика
???

Переход от концепта фундаментальности к образовательному ядру

Фундаментальность образования – то, на чем оно стоит, что сохраняется во все исторические периоды, то, что устойчиво. Т.е. геном, код образования. Что отличает выпускника университета от выпускника колледжа? Какова его идентичность?

КАКОВ КОД
ВЫПУСКНИКА
УНИВЕРСИТЕТА?

устойчив тот, кто

успевает за временем

умеет выходить за границы конкретной науки,
ее основ. Образование трансверсальное

умеет пребывать не только в основах наук, но и в
пространстве «между» науками, умеет видеть их
взаимосвязи, коммуникацию, сплетения

имеет «герменевтическую прививку к рации»
(«чувствующий интеллект», эмпатия)

ЧТО ОТЛИЧАЕТ ВЫПУСКНИКА
УНИВЕРСИТЕТА?

Не просто готовность
к изменениям, но культура
поведения внутри этих
изменений

ЗАДАЧА ЯДРА:

Сформировать идентичность
выпускника университета

*Качество и репутация важнее сиюминутной
выгоды*

(с) Э.В. Галажинский

Функции и роли инженера

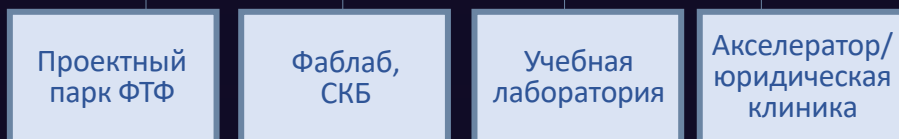
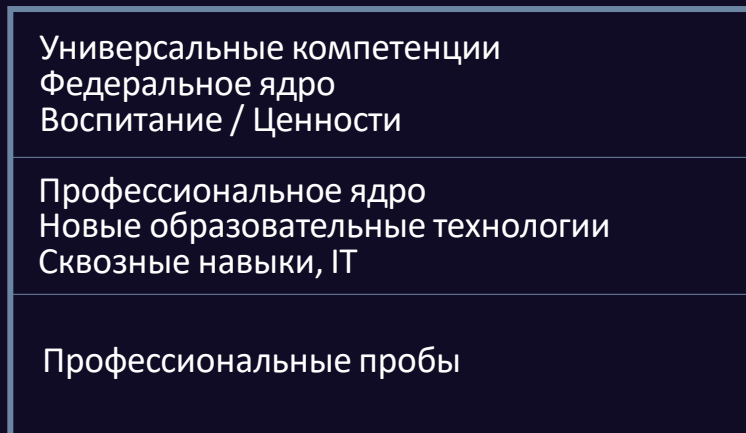
	«Исполнитель»		«Разработчик»		«Генератор», «Инженер-исследователь»		«Метаинженер» (программная инженерия, биоинженерия, социоинженерия)	
Проектирование	Решает поставленные задачи		Адаптирует проект под заданные условия (перепроектирует)		Обеспечивает проектирование полного цикла		Совмещает все три функциональных блока	
Моделирование	Понимает границы применяемой модели, тех. процессов и оборудования		Адаптирует существующую модель под заданные условия на базе прототипа		Строит новую модель под конкретные условия (не ученый)			
Конструирование	Понимает принципы и схемы конструирования. Может испытывать конструкции		Конструирует элементы, узлы под заданные требования подсистем		Конструирует систему в целом, обеспечивая уникальное качество и глобальную конкурентоспособность			
Рабочие места	Производство Эксплуатация Внедрение Тестирование	Критич. переход от регламентации к адаптации	Инженер-конструктор Инженер-технолог	Критич. переход от действующих систем к новым	Инженерный спецназ	Критич. переход от детерм. моделей к стыкам реальностей	Создает новые рабочие места с метапредметными компетенциями	
Комментарии	Работает по регламентам (инженер по эксплуатации, техотдел)		Обеспечивает кастомизацию (в условиях индивидуальных производств)		Мировой уровень цепочки разделения труда		Новая инженерия	

БАЗОВОЕ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Международные стандарты

Профстандарты, НРК

2/3 ГОДА



Образовательный результат
Экзамен: знаю как, что, зачем

ТРЕКИ

20%
кцп

10%
кцп

70%
кцп

Практическая подготовка

СТАЖИРОВКА

Рынки
Индустрии

Квалификация

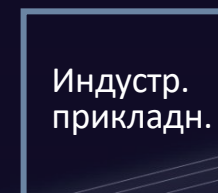
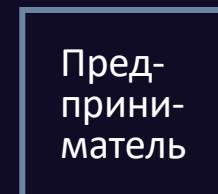
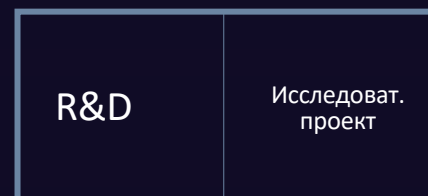
16 пилотных направлений
в инженерных, социальных,
гуманитарных науках

Центр
R&D/
инжиниринг

Лабора-
тория

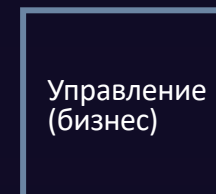
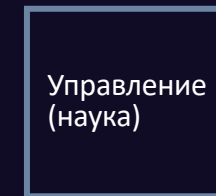
Базовая
кафедра

2 ГОДА



Профессиональный
экзамен

1 ГОД



PI

Стартап

Запросы индустрии

Преимущества новой модели

Программы с вариативным сроком обучения и вариативной квалификацией

Баллистика и гидроаэродинамика

4 года – инженер (6 ур. кв.)

5 лет – инженер-разработчик (7 ур. кв.)

Фундаментальная и прикладная химия

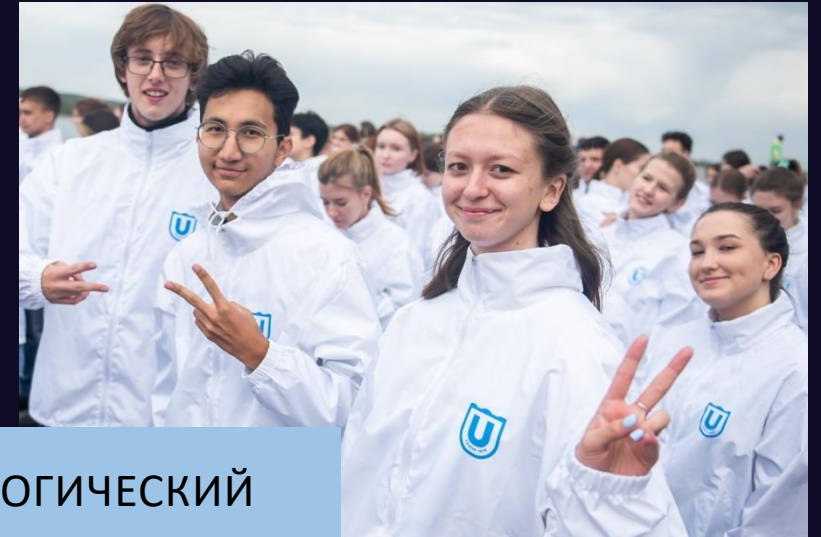
4 года – химик (6 ур. кв.)

5 лет – химик-исследователь (7 ур. кв.)

Технологии проектирования и управления беспилотными авиационными системами

4 года – инженер + оператор БАС

5 лет – инженер-разработчик + цифровые технологии в проектировании БАС



СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС

Удовлетворенность студентов пилотных программ базового высшего образования

95 % удовлетворены содержанием и условиями пилотных программ

59 % считают, что пилотные программы ориентированы на практику

81 % считают, что получают еще и универсальные компетенции

77 % планируют работать по профессии

Преимущества новой модели

Создание условий для ускоренного выхода на рынок труда

Механизм 1

Включенный модуль профессионального обучения рабочей профессии на 1–3 курсах

Фундаментальная химия

Рабочая профессия – лаборант химического анализа

Технологии проектирования и управления беспилотными авиационными системами

Рабочая профессия – оператор БПЛА

Механизм 2

«Учебная фирма» внутри университета

Юриспруденция

Юридическая клиника

Журналистика

Медиа студия

Баллистика и гидроаэродинамика

Студенческое конструкторское бюро

Механизм 3

Трудоустройство стажерами на предприятие на 2–3 курсах

Программная инженерия

100 % студентов трудоустроены со 2-го курса

Механизм 4

Независимая оценка профессиональной квалификации

Профессиональный экзамен как итоговая аттестация



Преимущества новой модели

Многообразие профессиональных квалификаций



программа «Киберфизические системы, прикладная электроника и квантовые технологии»

- Электромонтер станционного оборудования телефонной связи
- Электромонтер сооружений телефонной связи и радиофикации

программа
«Технологии проектирования и управления беспилотными авиационными системами»

- Оператор FPV-дронов
- Аддитивные технологии
- Фотограмметрия и дистанционное зондирование



Модели взаимодействия с предприятиями

Предприятие – заказчик
на подготовку кадров



Согласование результатов
и содержания обучения



Предприятие – заказчик
и партнер в подготовке кадров



- Обучение на базе предприятия
- Стажировки и практики студентов
- Заказ от предприятия на проекты и исследования студентов
- Наставничество
- Участие в оценке образовательных результатов
- Содействие трудоустройству выпускников
- Обучение преподавателей

Предприятие и университет –
стратегические партнеры
в развитии человеческого ресурса
региона\отрасли

- Согласование актуального и потенциального запроса на кадровый ресурс
- Создание и регулярное обновление отраслевой рамки квалификаций
- Создание координационных механизмов между системой высшего образования и индустрией
- Разработка и лоббирование нормативно-правовых условий для повышения эффективности взаимодействия университетов с индустриальными партнерами

11



Принципы и подходы проектирования инженерных ОП

Анализ стандартов инженерного образования международных ассоциаций



International Engineering Alliance (Международный инженерный альянс)

- Образовательный стандарт: «Graduate Attributes and Professional Competences» (APEC)



European Network Accreditation of Engineering Education ENAE (Европейское сообщество по аккредитации инженерного образования)

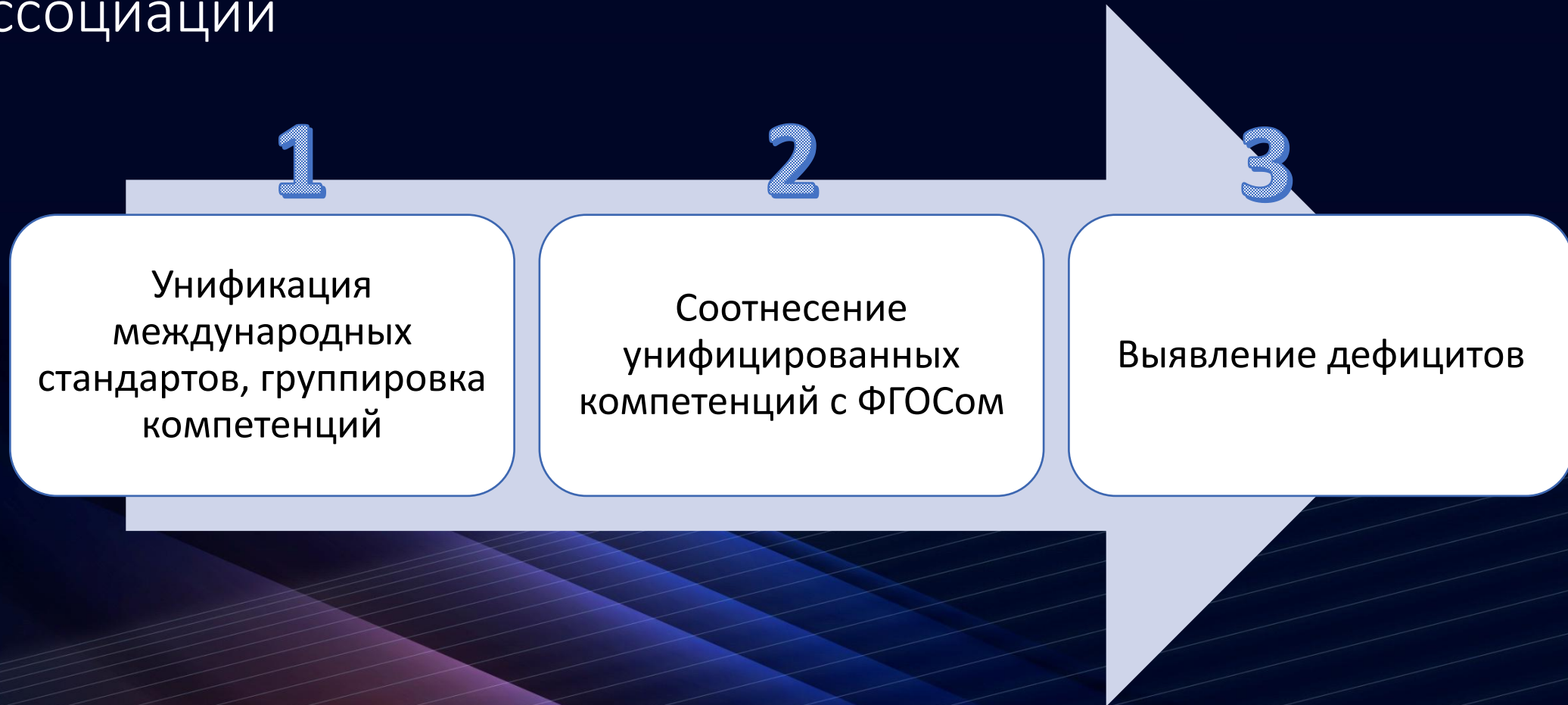
- Образовательный стандарт: «Graduate Attributes and Professional Competences» (EUR-ACE)



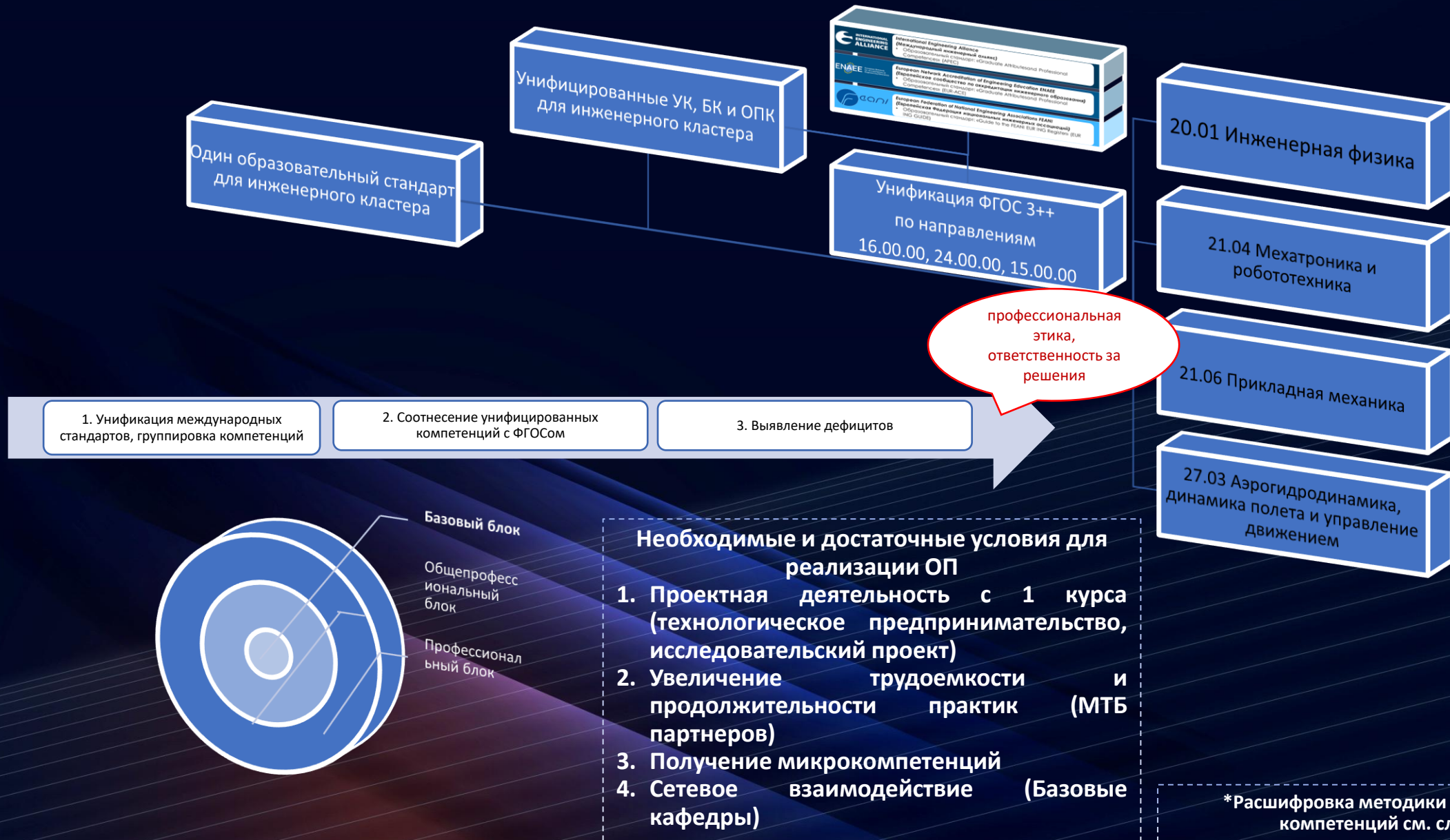
European Federation of National Engineering Associations FEANI (Европейская Федерация национальных инженерных ассоциаций)

- Образовательный стандарт: «Guide to the FEANI EUR ING Register» (EUR ING GUIDE)

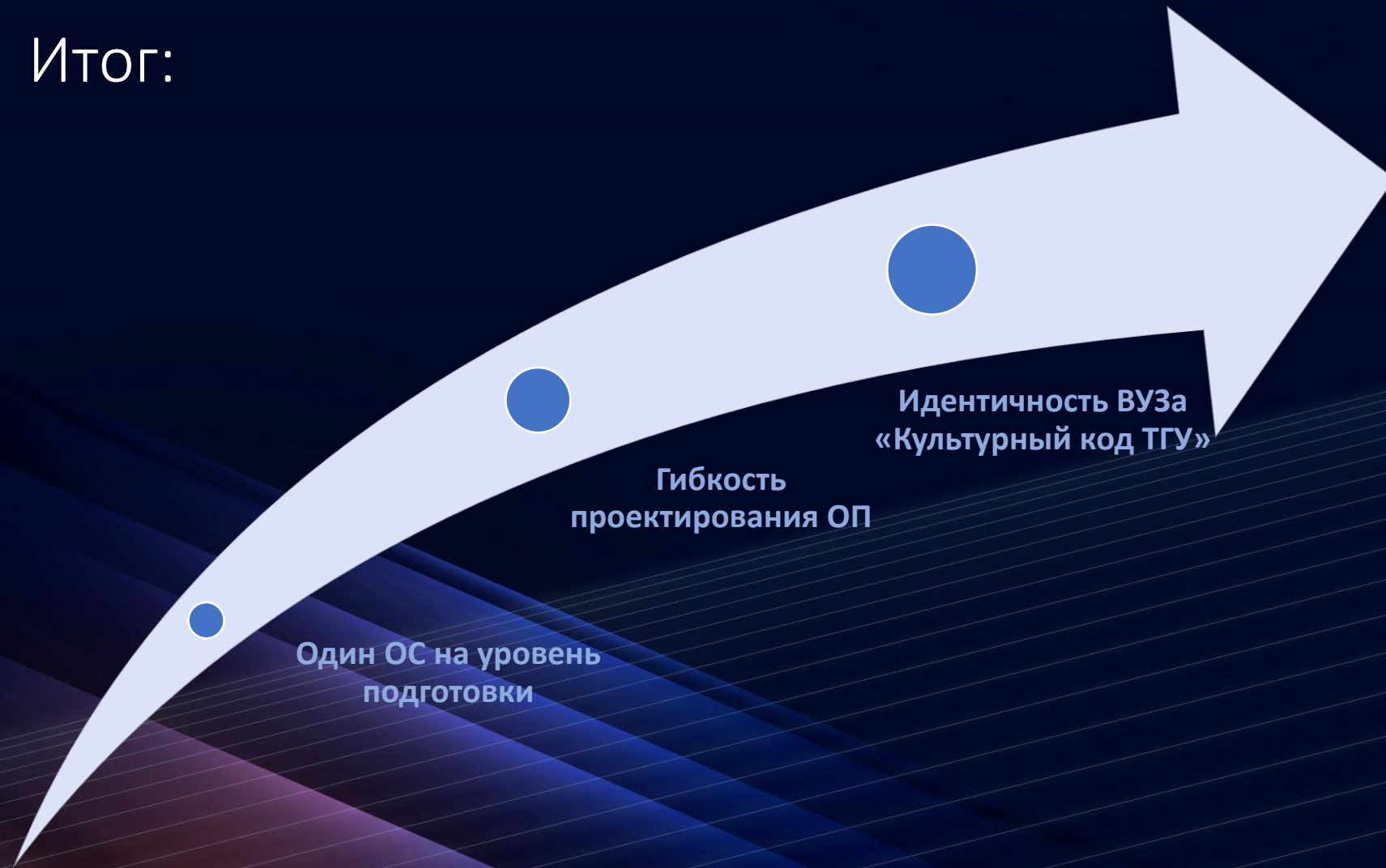
Анализ стандартов инженерного образования международных ассоциаций



Особенности образовательного стандарта ТГУ для инженерного кластера



Итог:



Баллистика и гидроаэродинамика

Дефицит кадров, выпуск по стране

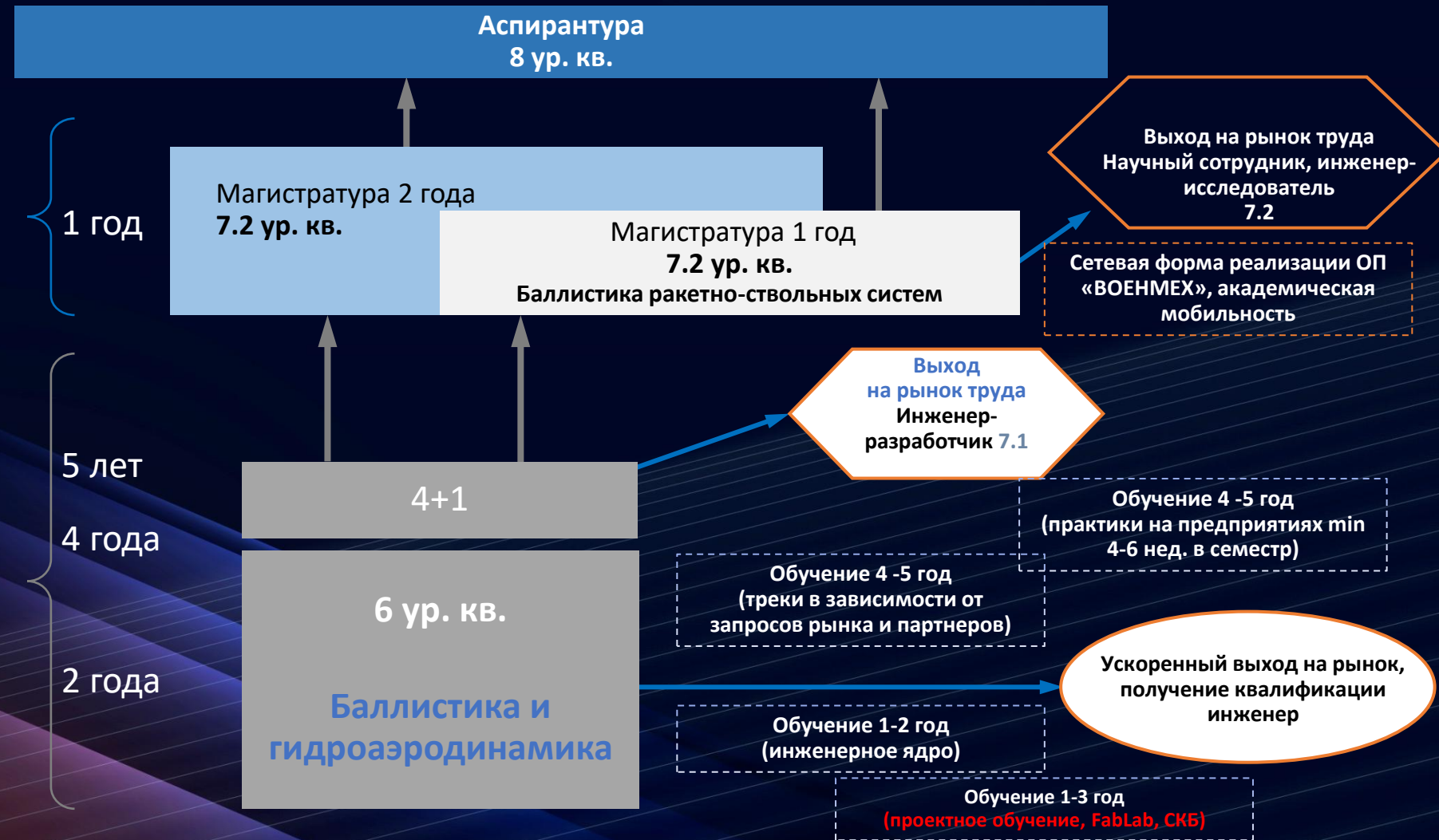
< **менее 100 чел в год**

Отрасли необходимо увеличить выпуск продукции

> **более чем на 300%**

ТГУ обеспечивает фундаментальную подготовку и исследовательский трек (НИИ ПММ – экспериментальная материально-техническая база) совместно с промышленными партнерами (ВНИИ ЭФ, ВНИИ ТФ и др.) в интересах ОПК

Центр развития науки, технологий и образования в области обороны и обеспечения безопасности государства – **обеспечение актуальной научной повестки**



КЛАССИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА

ПИЛОТНАЯ ПРОГРАММА

КОММЕНТАРИИ

Срок обучения

4 года

Базовый срок обучения - 5 лет.
Вариативный срок обучения - 4 года

Квалификация

Бакалавр

5 лет: инженер-разработчик / конструктор;
кв. уровень: 7, 7.1. (R&D - структуры,
научноёмкие производства)
4 года: инженер, кв. уровень: 6 (инженер по
эксплуатации, техотдел)

Структура и
содержание
УП

Общая трудоёмкость - 240 ЗЕ
ДИСЦИПЛИНЫ:
ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
(трудоёмкость в ЗЕ: общая - 33;
практическая подготовка - 4):
- Математический анализ – 16 ЗЕ.
- Теоретическая механика – 8 ЗЕ
- Метрология, стандартизация и сертификация – 2 ЗЕ
- Теория вероятностей и математическая статистика – 4 ЗЕ
- Физика прочности и экспериментальная механика – 3 ЗЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
(трудоёмкость - 25 ЗЕ,
практическая подготовка 4 ЗЕ:
- Детали машин и основы конструирования - 2 ЗЕ
- Динамика управляемого полета - 3 ЗЕ

Общая трудоёмкость ОП - 300 ЗЕ.
ИНЖЕНЕРНОЕ ЯДРО (трудоёмкость в ЗЕ: общая - 35; практическая подготовка - 8):
- Математический анализ – 20 ЗЕ
- Теоретическая механика – 8 ЗЕ
- Метрология, стандартизация и сертификация – 3 ЗЕ
- Теория вероятностей и математическая статистика – 4 ЗЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ
(трудоёмкость 42 ЗЕ)
ВНОВЬ РАЗРАБОТАННЫЕ (трудоёмкость в ЗЕ: общая - 21; практическая подготовка - 10):
- Газодинамические основы внутрикамерных процессов – 4 ЗЕ
- Методы высокоскоростных измерений в баллистике – 3 ЗЕ
- Экспериментальная баллистика – 4 ЗЕ
- Динамика ракет-носителей космических аппаратов – 3 ЗЕ
- Системы наведения, инерциальные навигационные системы летательных аппаратов (5 курс) – 4 ЗЕ
- Игровые методы управления летательными аппаратами (5 курс) – 3 ЗЕ

Программа проектируется на базовый срок освоения - 5 лет.
Поступление на вариативный срок обучения - 4 года.
Условие продолжения обучения (5 лет) - внутренний конкурс:
- портфолио,
- процедура госэкзамена - профессиональный экзамен.
Количество мест для обучения на базовой программе (5 лет) - не более 50% от количества КЦП на программу с вариативным сроком обучения (4 года).

Международные стандарты подготовки инженеров:
APEC, EUR-ACE, EUR ING GUIDE
ИНЖЕНЕРНОЕ ЯДРО - объединяет несколько направлений подготовки в рамках нескольких инженерных УГС:
- 15.00.00 Машиностроение
- 16.00.00 Физико-технические науки и технологии
- 24.00.00 Авиационная и ракетно-космическая техника
На 50% увеличен объем практической подготовки дисциплин.
Дисциплины обеспечены новым портфелем лабораторных и практических работ, согласованных с партнерами.

5 дисциплин разработано совместно с партнерами ОП под задачи развития индустрии.

БАЗОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
- геймификация и игровое обучение;
- микрообучение;
- проектное обучение.

КЛАССИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА

ПИЛОТНАЯ ПРОГРАММА

КОММЕНТАРИИ

Практическая подготовка

Трудоемкость 21 ЗЕ.
Объем практик: 14 недель

Реализуются с 3 курса силами
выпускающих кафедр

**Учебная практика (2, 3, 4
семестры, 9 ЗЕ).**

Объем производственной
практики (НИР): 8 недель, 12 ЗЕ
(6, 7, 8 семестры)

Объем практической подготовки в
рамках дисциплин: 54 ЗЕ .

Трудоемкость 54 ЗЕ.
Объем практик: 36 недель

Учебная практика (2, 3, 4 семестры, 9 ЗЕ).

Формат - проектная деятельность с
использованием внешних и внутренних
акселерационных площадок.

Объем производственной практики (НИР): 30
недель, 45 ЗЕ **(5, 6, 7, 8 семестр)**

Объем практической подготовки в рамках
дисциплин: **73 ЗЕ ;**

**Доля практической подготовки на базе партнёров
не менее 70 %.**

15%-25% студентов планируется
трудоустроить в лаборатории / отделы,
начиная с **3 курса:**

- 15 % в ТГУ (подразделения);
- 25 % на предприятия-партнеры (техотделы,
лаборатории)

После 4 лет обучения -
профессиональный экзамен.
После 5 лет обучения:
- стартап. в том числе групповой;
- НИР.

Увеличение практической
подготовки на 23 ЗЕ

- Сквозной характер
- Проектная деятельность
- Федеральные платформы
технологического
предпринимательства
- Студенческое конструкторское
бюро
- Новые штатные позиции
сопровождения – наставник,
технический куратор
- «Проектный парк ФТФ»

Государственн ая итоговая аттестация

ВКР: НИР в
стандартной форме

Определение студентов по видам ВКР :

- 1 курс в рамках проектной деятельности
(разработка и реализация технологического
проекта);
- 3 курс выполнение НИР, сопровождаемых
промышленными партнерами (не менее 50%
НИР выполнено в интересах партнеров).

КЛАССИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА

Гибкость ОП

Вариативный блок дисциплин
Несколько профессиональных модулей

Взаимодействие с партнерами

Предоставление мест для проведения практик

ПИЛОТНАЯ ПРОГРАММА

ВЫБОР СРОКОВ ОБУЧЕНИЯ

ВЫБОР ТРЕКОВ / ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- Технологический (1-3 курсы)
- Исследовательский (3-4 курсы)

ВЫБОР ФОРМАТОВ ВКР

8 партнеров, в том числе :

академические организации:

- БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
НИИ ПММ.

исследовательские организации:

- ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина» г. Снежинск;
- ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ" г. Саров.

промышленные предприятия:

- АО «Уральский завод гражданской авиации»;
- Московская оружейная компания (ООО «Техномеханика»), г. Москва;
- АО «НПК «КБМ»), г. Коломна;
- АО «Информационные Спутниковые Системы имени академика М. Ф. Решетнёва».

КОММЕНТАРИИ

ИНЖЕНЕРНОЕ ЯДРО позволяет проектировать образовательные программы, включающие несколько направлений (24, 15, 16)

МОБИЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ

Профессиональные стажировки:

- на предприятиях индустриального и научного сектора
- обучение в других вузах (в рамках сетевого взаимодействия, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Формы взаимодействия:

- проектирование и разработка УП
- реализация дисциплин, практик
- профессионализация студентов (трудоустройство)
- обеспечение научной И

производственной МТБ

Обучение НПР

2 сотрудника пройдут стажировку в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова весна 2024 тема: “Особенности проведения лабораторных работ по дисциплине “Экспериментальная баллистика”

**Проектирования инженерных ОП в условиях
неопределенности ...**

Проектирование модели образования с лидерами отрасли

ГИБКОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ



РЫНКИ БУДУЩЕГО

АНО «НПЦ БАС ТО»

GEOSCAN

SibAerocraft

ГАЗПРОМБАНК

СБЕР

RADAR
MMS

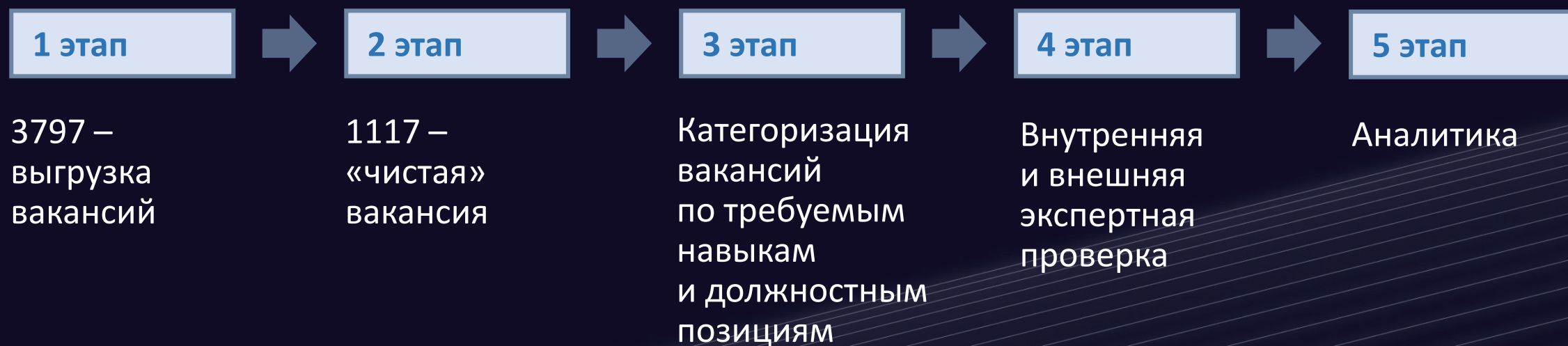
Ростелеком



Управление качеством пилотных программ на основе анализа данных



*Управление качеством пилотных программ
на основе анализа данных*



Вакансии в сфере БАС закрываются в среднем за **36 дней**.

Наибольший дефицит кадров наблюдается среди:

- Инженеров-разработчиков
- Инженеров-исследователей
- Инженеров-технологов
- Программистов-разработчиков
- Главных инженеров



Кол-во дней

Специальность

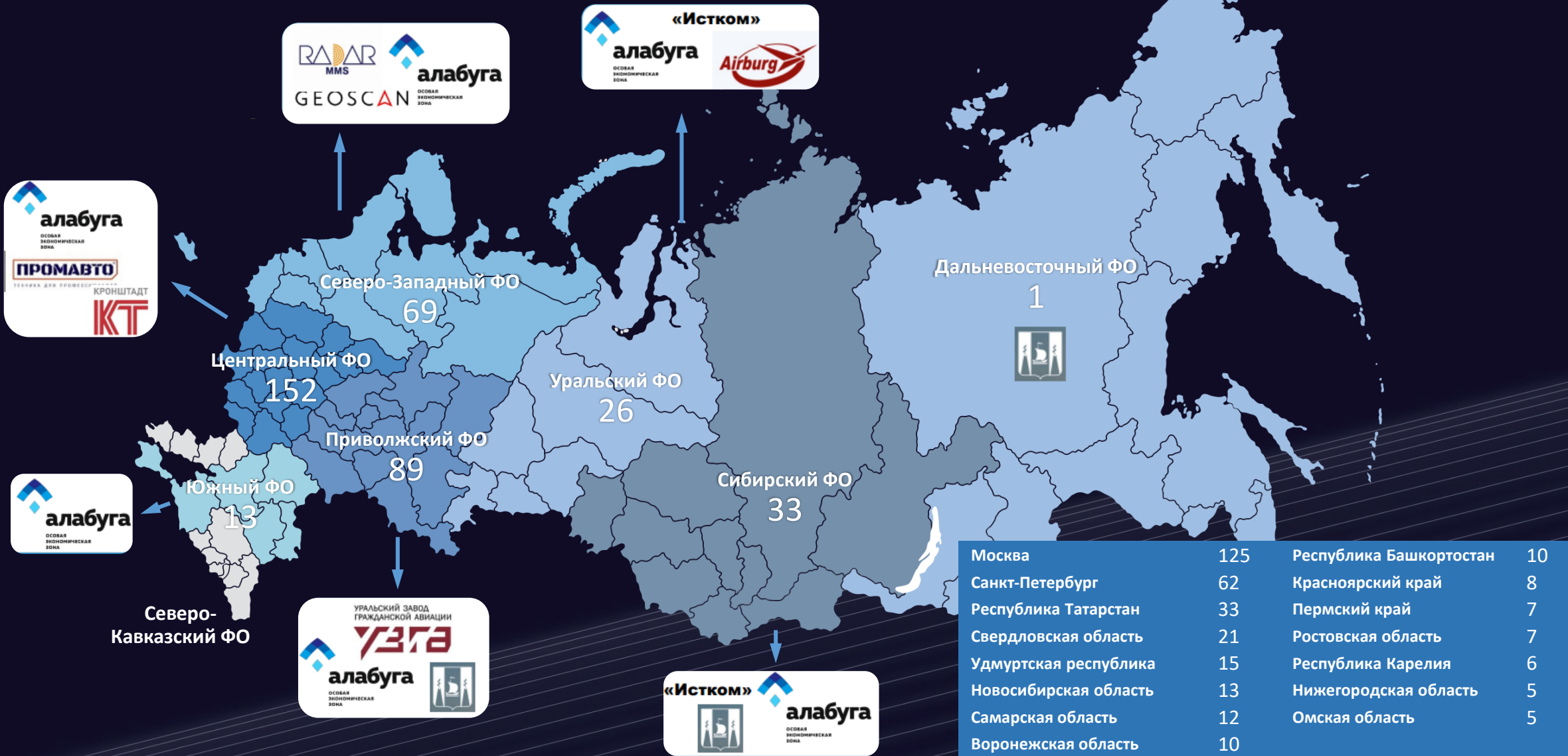
46	Инженер-разработчик
44	Инженер-исследователь
41	Инженер-технолог, инженер-наладчик
39	Программист-разработчик БАС
39	Главный инженер, ведущий инженер
38	Оператор БАС, внешний пилот
37	Руководители направления БАС
37	Преподаватель курсов
36	Геодезист, техник-геодезист
36	Сборщик, слесарь-сборщик
34	Аналитик, дата-аналитик
33	Инженер-конструктор, инженер-проектировщик
33	Инженер-схемотехник, инженер-электронщик
33	Инженер-испытатель, инженер-пилот
33	Специалист технического обслуживания
32	Менеджер по продажам
32	Кладовщик, грузчик, подсобный рабочий
30	Инструктор по эксплуатации БАС

Спрос на профессиональные компетенции в сфере БАС



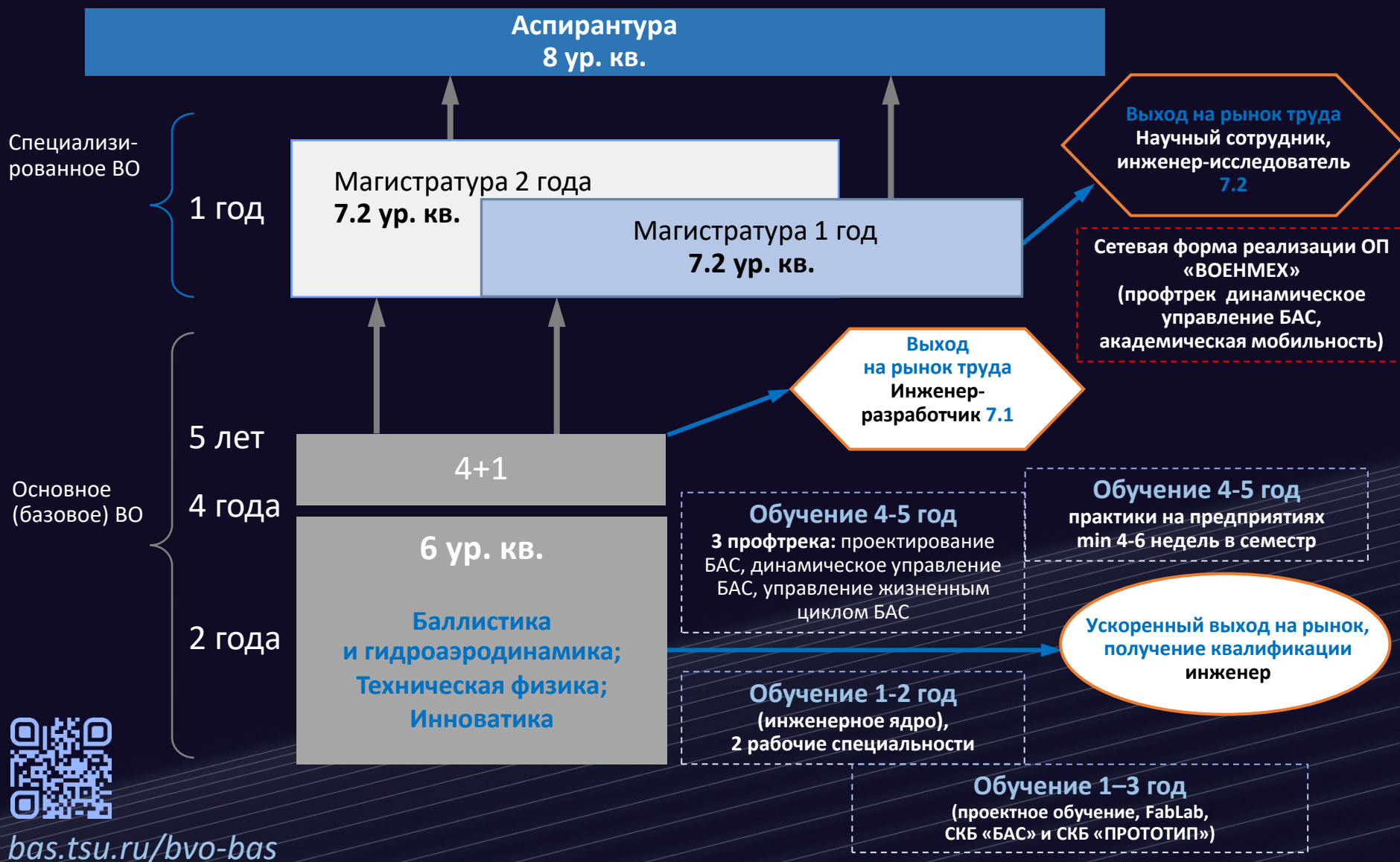
Оператор БАС	Сборщик БАС	Специалист технического обслуживания	Инженер-конструктор
Управление БАС	Сборка БАС	Сборка БАС	Сборка БАС
Техническое обслуживание и ремонт БАС	Сборка оборудования, деталей и узлов	Техническое обслуживание и ремонт БАС	3D моделирование
Выполнение полетных заданий	Чтение чертежей	Предполетная подготовка БАС	NX
Предполетная подготовка БАС	Пайка	Пайка	Работа с полимерными композиционными материалами
Ведение документооборота	Работа с 3D-принтерами	Работа с двигателями внутреннего сгорания	Проектирование БАС
Построение полетных заданий	Авиамоделирование	Знание устройства БАС	Проведение расчетов конструктивных элементов
Аэрофотосъемка	Базовые знания ПК	Ориентация на местности	Разработка конструкторской документации
Анализ результатов полетов	Работа с радиоэлектронной аппаратурой	Эксплуатация БАС	КОМПАС-3D
Microsoft Excel	Работа с измерительными приборами и инструментами	Знание английского языка	Разработка технической документации
Microsoft Word	Знания в области силовой электроники	Проектирование и монтаж печатных плат	SolidWorks

Карта специалиста «Инженер-конструктор, инженер-проектировщик»



Технологии проектирования и управления БАС

- Дефицит кадров, выпуск по стране < программы только разрабатываются (МАИ, КАИ....)
- Задача – подготовка кадров для вновь формируемой отрасли БАС ТО
- ТГУ обеспечивает фундаментальную подготовку и исследовательский трек. Промпартнеры – экспериментальная материально-техническая база) совместно с индустриальными партнерами (ГК «ГЕОСКАН» и др.)
- Научно-производственный центр БАС: обеспечение актуальной научной повестки
- Две рабочие профессии: «Специалист по эксплуатации БАС», «Конструктор- чертежник»



Кейс 4: ТГУ + ФЦДТ «СОЮЗ»



Разработка и реализация сетевой магистерской программы с ФЦДТ «Союз» для предприятий ОАО НПК «Техмаш» и ОАО «Спецхимия»

Требования к реализации ОП

- 1. Ежегодно пересматривать вариативную часть образовательной программы
- 2. Ежегодно корректировать программы специальных дисциплин с учетом обратной связи с ведущими специалистами предприятий и новых задач
- 3. Формулировать программы НИР и производственных практик с учетом новых задач предприятий и участием ведущих специалистов. Использовать практику выполнения хоздоговорных научно-исследовательских работ по заказам предприятий с обязательным широким привлечением студентов к их выполнению, что ускорит процесс адаптации молодых специалистов к условиям работы



Университет



Предприятие

ВХОД на ОП

Совместный конкурсный отбор на ОП



Совместно разработанная образовательная программа

1 курс

2 курс



Базовая кафедра ФЦДТ «СОЮЗ»

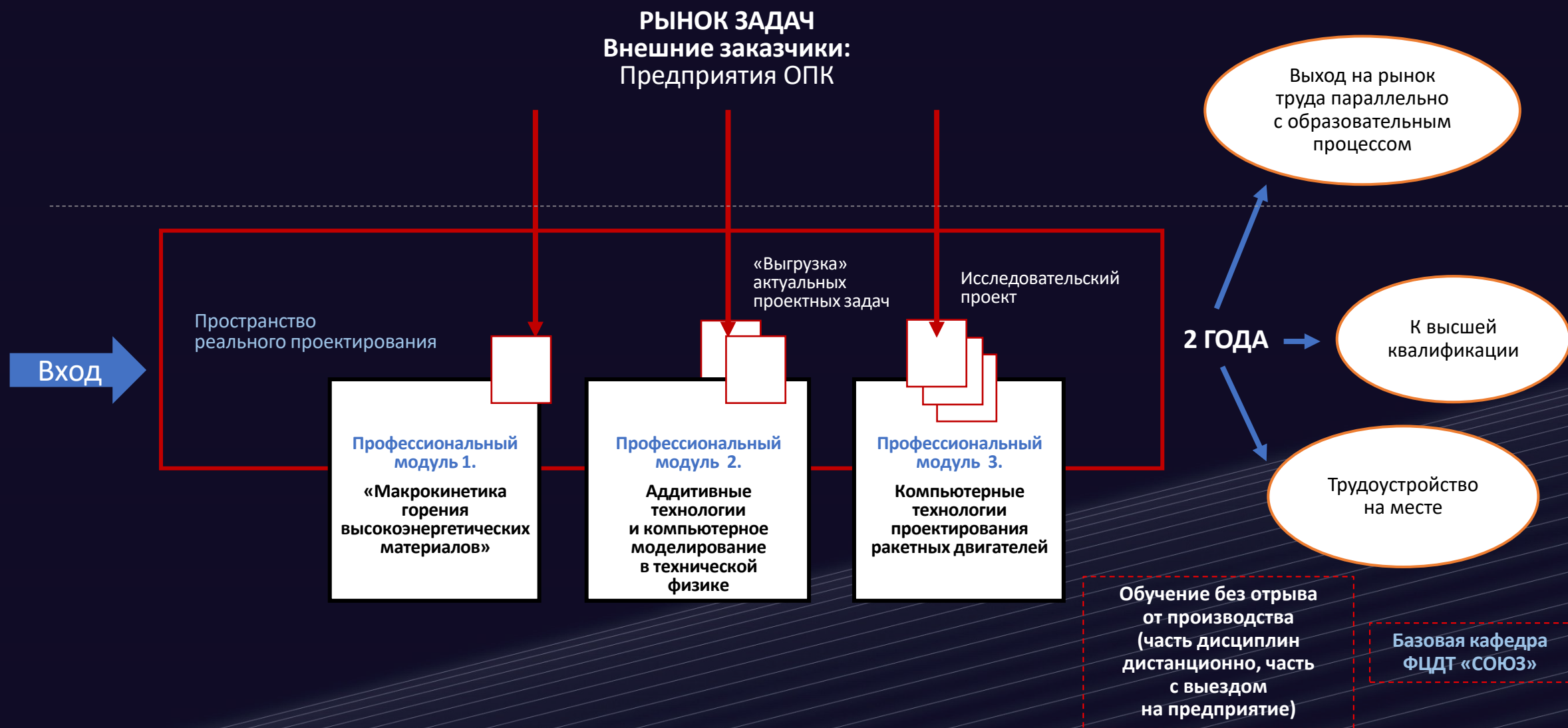
Интенсивная теоретическая подготовка в интересах партнера

Обучение на базе партнера
Студент = сотрудник предприятия



Диплом университета

Подготовка инженерных команд: об опыте реализации ОП в интересах ФГУП «ФЦДТ «СОЮЗ»



Подготовка инженерных команд: об опыте реализации ОП в интересах промпартнера

«В стране должна появиться «вторая промышленность» с опорой не на министерства и корпорации, но непосредственно на команды разработчиков, университеты и научные центры, малые и средние технологические компании», —

Дмитрий Песков из материалов лекции «Технологический суверенитет и способы его достижения» в МГТУ им. Н.Э. Баумана

Опыт сетевого взаимодействия ФТФ

Подготовка кадров для АО «Газпром космические системы»

Программа «Проектирование и конструирование промышленных космических систем»

Базовая кафедра
под руководством Н.Н. Севастьянова

10 выпусков —
более 120 специалистов,
10 инженерных команд,
обладающих целевой
подготовкой в области
проектирования
и конструирования КС
закрепились в отрасли,
многие из них продолжили
обучение в аспирантуре





Национальный
исследовательский

**Томский
государственный
университет**

2028 год —
150-летие Томского
государственного
университета
и высшего образования
и науки в Сибири

**Юлия Николаевна
Рыжих**

Декан физико-технического
факультета ТГУ

Jula@ftf.tsu.ru
+7 909 538 3241