



145

## **«Модель подготовки инженерных кадров: принципы и подходы формирования образовательных результатов»**

**ПРЕ-  
ОБРАЗОВАНИЕ  
ОБРАЗОВАНИЯ**

томский форум

Юлия Рыжих, декан ФТФ  
Татьяна Осипова, зам. начальника УУ

# ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

8 программ

Модель ООП

## «Подготовка разработчиков и прикладных исследователей»

*Основное (базовое) высшее образование*

**Назначение:** подготовка специалистов, способных к прикладным исследованиям в условиях наукоёмкой, сложной деятельности

**Срок обучения:** 3+1+1 = 5 лет

04.05.01  
«Фундаментальная  
и прикладная химия»  
*55 студентов*

15.03.06 «Мехатроника  
и робототехника»  
*30 студентов*

15.03.03 «Прикладная  
механика»  
*30 студентов*

24.03.03 «Баллистика  
и гидроаэродинамика»  
*35 студентов*

16.03.01 «Техническая  
физика»  
*30 студентов*

40.03.01 «Юриспруденция»  
*185 студентов*

Модель ООП

## «Подготовка разработчиков и прикладных исследователей с углубленной квалификацией»

*Специализированное высшее образование*

**Назначение:** целевая подготовка специалистов для конструкторских и исследовательских центров

**Срок обучения:** 1 год

04.04.01 «Химия  
современных  
материалов  
и технологий»  
*12 студентов*

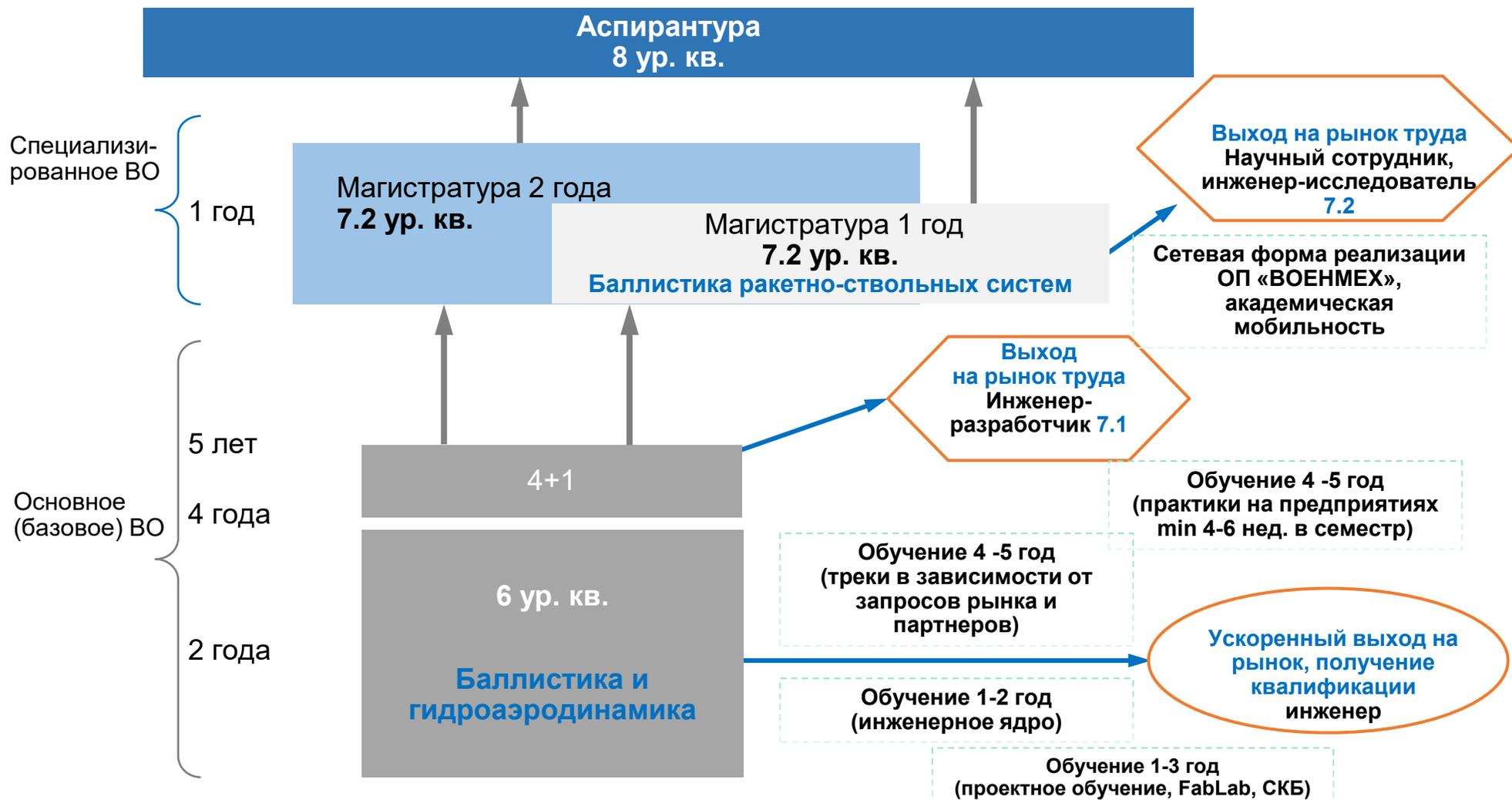
16.04.01 «Компьютерный  
инжиниринг  
высокоэнергетических  
систем»  
*13 студентов*

# ПРИМЕР ТГУ: 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  
индустриальными  
партнерами (**ВНИИ  
ЭФ, ВНИИ ТФ и др.**)  
в интересах ОПК

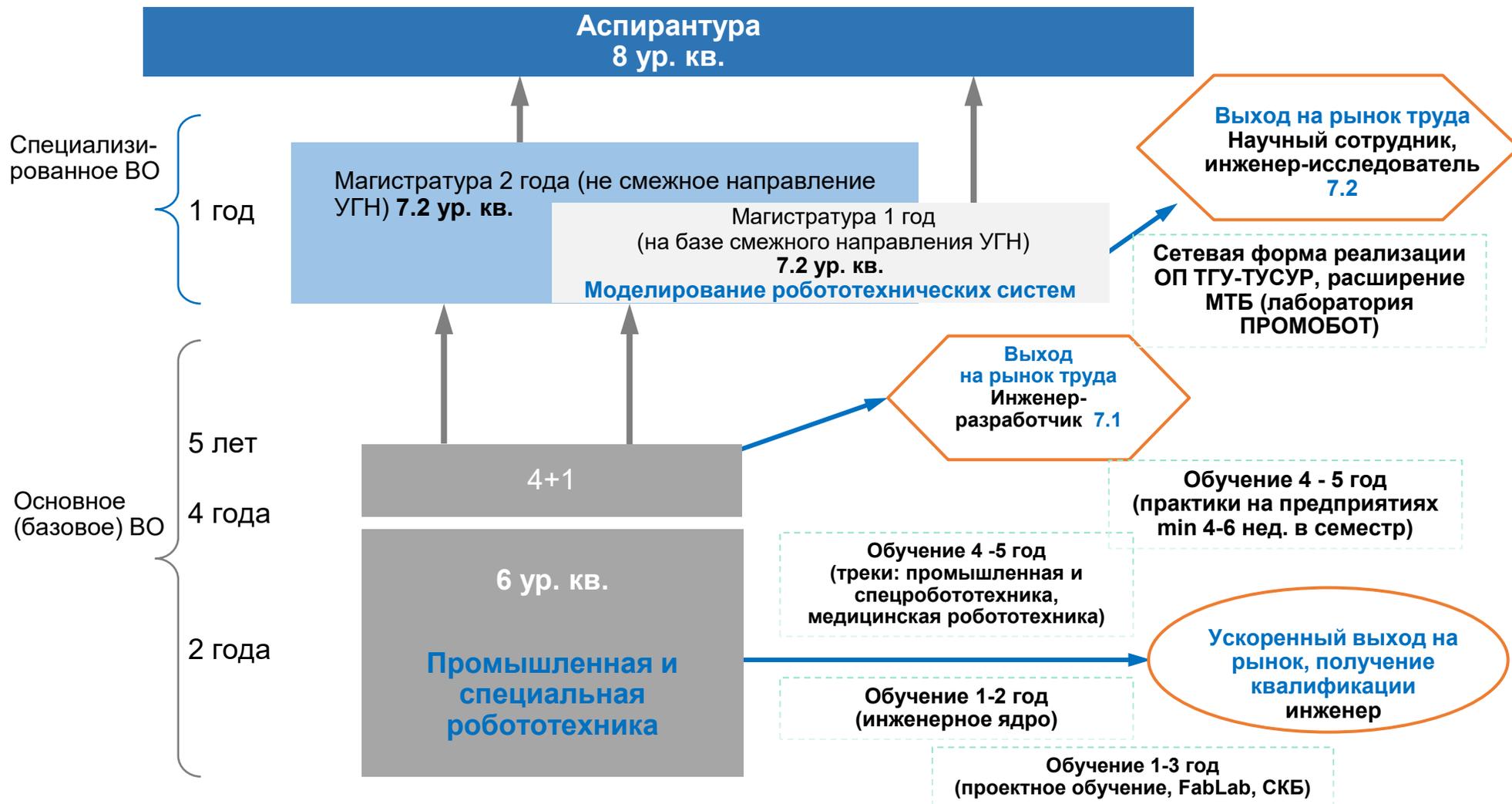
Центр развития науки,  
технологий и  
образования в  
области обороны и  
обеспечения  
безопасности  
государства –  
**обеспечение  
актуальной научной  
повестки**



# ПРИМЕР ТГУ: Мехатроника и робототехника

Дефицит кадров, **отсутствие** на рынке труда специалистов по медицинской робототехнике, нет отдельных специальностей «**Проектирование медицинских роботов**» и «**Оператор медицинских роботов**», получить необходимые знания и навыки возможно только путем прохождения ряда целевых специализаций

Обучение с использованием современной МТБ – **лаборатория ПРОМОБОТ**, **лаборатория KUKA Robotics**.

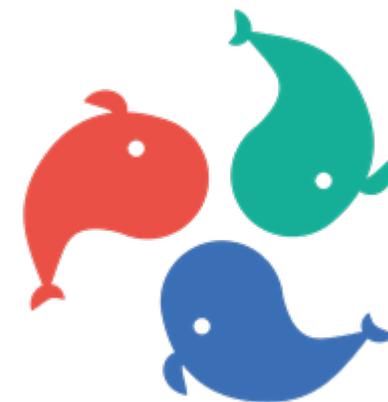


# Функции и роли инженера

	«Исполнитель»		«Разработчик»		«Генератор», «Инженер-исследователь»		«Метаинженер» (программная инженерия, биоинженерия, социоинженерия)
<b>Проектирование</b>	Решает поставленные задачи		Адаптирует проект под заданные условия (перепроектирует)		Обеспечивает проектирование полного цикла		<b>Совмещает все три функциональных блока</b>
<b>Моделирование</b>	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)		
<b>Конструирование</b>	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		
<b>Рабочие места</b>	Производство Эксплуатация Внедрение Тестирование	<b>Критич. переход от регламентации к адаптации</b>	Инженер-конструктор Инженер-технолог .....	<b>Критич. переход от действующих систем к новым</b>	Инженерный спецназ	<b>Критич. переход от детерм. модели к стыкам реальностей</b>	Создает новые рабочие места с метапредметными компетенциями
<b>Комментарии</b>	Работает по регламентам (инженер по эксплуатации, техотдел)		Обеспечивает кастомизацию (в условиях индивидуальных производств)		Мировой уровень цепочки разделения труда		<b>Новая инженерия</b>

---

# Принципы проектирования ОП ТГУ



## Фундаментальность

экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей среды.

## Классичность

ориентация на формирование развитой личности, ее мировоззрения (в том числе профессионального) и исследовательского типа мышления средствами воспитательной, образовательной и научной деятельности, основанной на гармоничном сочетании культурно-ценностного, естественно-научного и социально-гуманитарного знания

## Открытость

организация непрерывного обмена информацией и ресурсами разного типа между внешним окружением и университетом с целью формирования и развития научно-образовательной среды. Ключевыми для реализации данного принципа являются процессы интернационализации, создания распределенных сообществ и интеграции образовательных программ и исследовательских групп университета в ведущие национальные и международные научно-образовательные сети (консорциумы).

# Принципы проектирования инженерной ОП



---

# 7 тезисов подготовки инженеров П.Г. Щедровицкого

1. Тренды развития (новая промышленная революция)
2. Различные роли в инженерной работе (команды)
3. Сквозные компетенции  
Планирование, Коммуникация, Мышление
4. Грамотность  
Нужно знать 15 языков (естественные языки, математика, схемы, экономика, ...)
5. Инженерное мышление  
Конструирование (1550-1700), проектирование (1700-1850), исследования (1850-2000), программирование будущего (2000-...)
6. Картина мира от научной (природной) к деятельностно-природной
7. Новые образовательные технологии (проектные и игровые методы до 75% времени)

# 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

1

Унификация международных стандартов, группировка компетенций

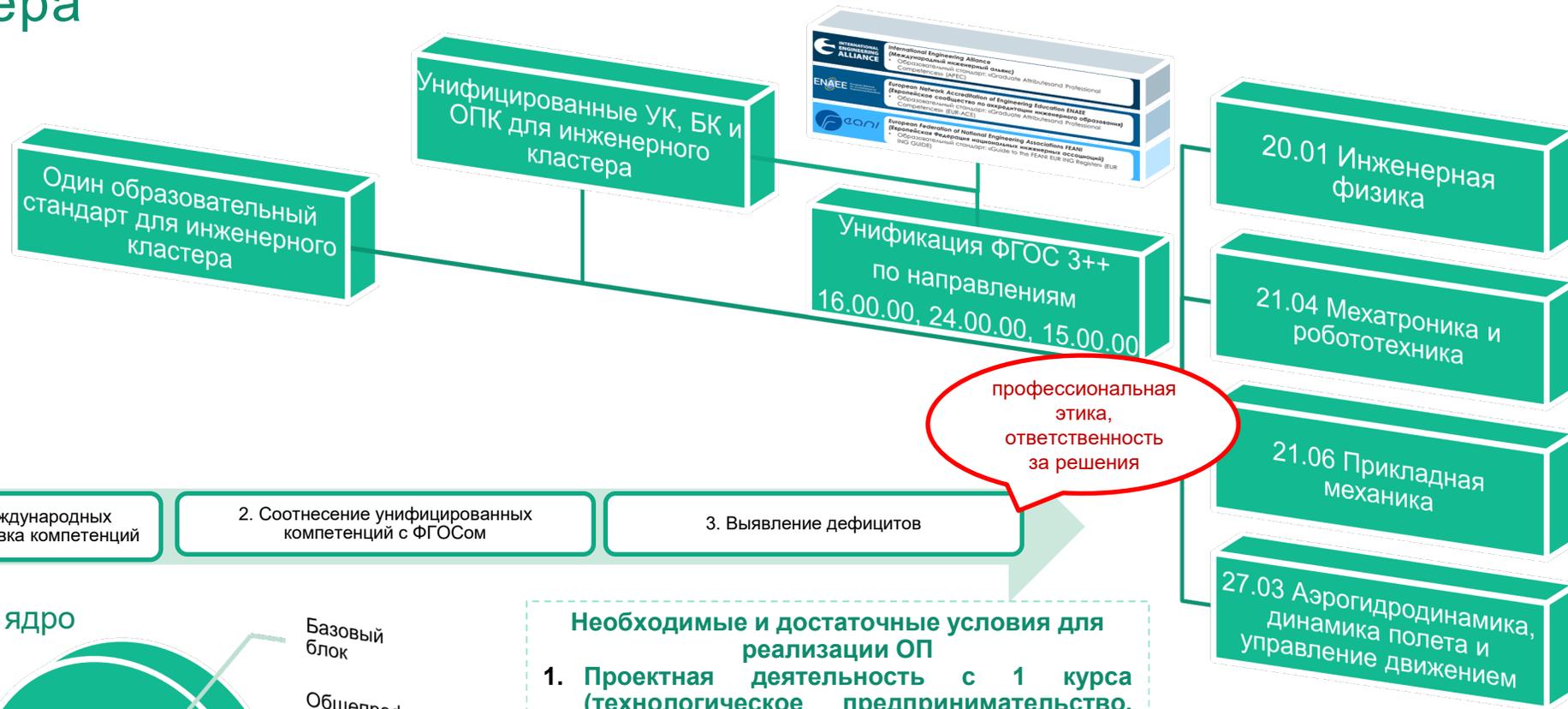
2

Соотнесение унифицированных компетенций с ФГОСом

3

Выявление дефицитов

# Особенности образовательного стандарта ТГУ для инженерного кластера



1. Унификация международных стандартов, группировка компетенций
2. Соотнесение унифицированных компетенций с ФГОСом
3. Выявление дефицитов

## Инженерное ядро



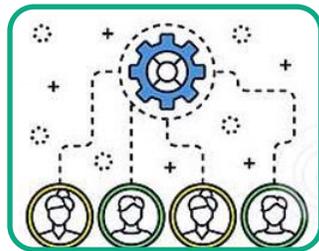
- Необходимые и достаточные условия для реализации ОП**
1. Проектная деятельность с 1 курса (технологическое предпринимательство, исследовательский проект)
  2. Увеличение трудоемкости и продолжительности практик (МТБ партнеров)
  3. Получение микрокомпетенций
  4. Сетевое взаимодействие (Базовые кафедры)

# Блоки построения компетенций



## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ БЛОК

- Способности к анализу и синтезу.
- Способность к организации и планированию.
- Базовые общие знания.
- Базовые знания по профессии.
- Коммуникативные навыки на иностранном языке.
- Навыки управления информацией
- Способность решать проблемы.
- Способность принимать решения.



## МЕЖЛИЧНОСТНЫЙ БЛОК

- Способность к критике и самокритике.
- Способность работать в команде.
- Межличностные навыки.
- Способность работать в междисциплинарной команде.
- Способность взаимодействовать с экспертами в других предметных областях.
- Способность воспринимать разнообразие и межкультурные различия.
- Способность работать в международном контексте.
- Приверженность этическим ценностям.



## СИСТЕМНЫЙ БЛОК

- Способность применять знания на практике.
- Исследовательские способности.
- Способность к обучению.
- Способности к адаптации к новым ситуациям.
- Способность к генерации новых идей.
- Способность к лидерству.
- Способность работать автономно.
- Способность к разработке проектов и их управлению.
- Способность к инициативе и предпринимательству.
- Ответственность за качество.
- Воля к успеху

# Соотнесение категорий компетенций и блоков

Инструментальный	Знание и понимание	Понимание и применение профессиональных знаний	Инженерный дизайн	Инженерная практика	Исследования	Инженерный анализ
Системный	Правовая и нормативная деятельность	Дизайн и разработка решений	Оценка	Формирование суждений	Управление инженерной деятельностью	
Межличностный	Обучение на протяжении жизни	Передаваемые навыки	Этика	Коммуникабельность и работа в команде	Защита общества	Ответственность за решения

## Базовые компетенции – «Культурный код ТГУ» (уровень БВО)

Наименование категории (группы) БК	Код БК	Формулировка компетенции	Результаты обучения
Цифровая культура	БК-1	Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности	Знает: правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности
			Умеет: применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы
Профессиональная этика	БК-2	Способен использовать этические принципы в профессиональной деятельности	Знает: основы и принципы профессиональной этики в соответствующей области профессиональной деятельности
			Умеет: проектировать решение профессиональных задач с учетом принципов профессиональной этики
Профессиональная коммуникация	БК-3	Способен использовать принципы и средства профессиональной коммуникации для эффективного взаимодействия	Знает: средства, функции и принципы профессиональной коммуникации
			Умеет: выстраивать профессиональную коммуникацию; представлять результаты своей работы с учетом норм и правил принятых в профессиональном сообществе.

## Базовые компетенции – «Культурный код ТГУ» (уровень Специализированного ВО)

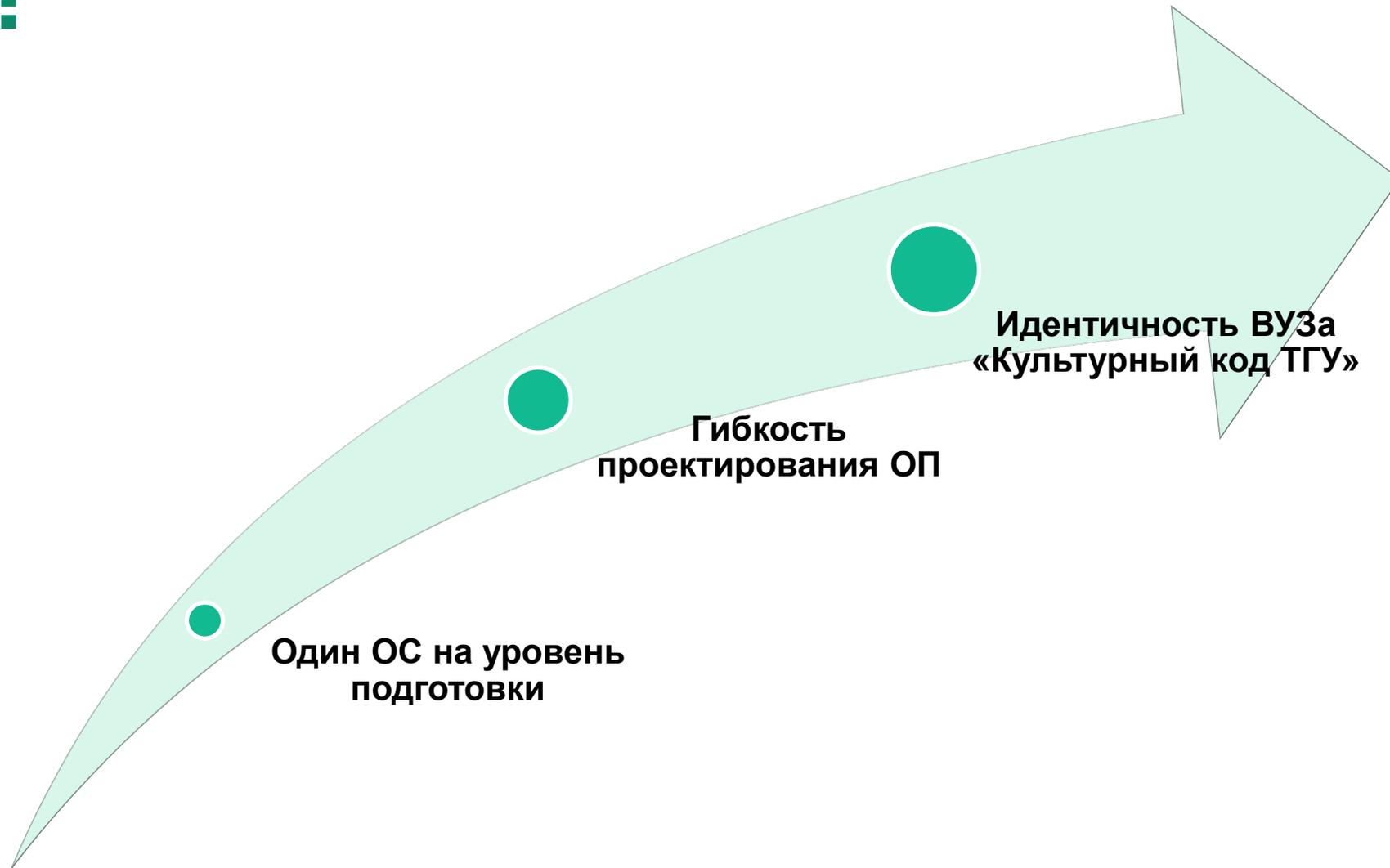
Наименование категории (группы) БК	Код БК	Формулировка компетенции	Результаты обучения
<b>Сложная деятельность</b>	БК-1	Способен действовать самостоятельно в условиях неопределенности при решении профессиональных задач и брать на себя ответственность за последствия принятых решений	<p>Знает: Основы принятия решений в условиях неопределенности;</p> <p>Умеет: принимать наиболее эффективные решения в условиях ограничения информации и ресурсов; лично решать проблемы вместе с командой, которые возникли в результате принятых решений; прогнозировать варианты развития событий, предлагать методы уменьшения неопределенности в зависимости от ситуации и допустимых ресурсов</p>
<b>Наукоемкость</b>	БК-2	Способен использовать научные методы для решения профессиональных задач	<p>Знает: основные методы научных исследований</p> <p>Умеет: выстраивать систематическую и логическую цепочку анализа и принимаемых решений в контексте задачи профессиональной деятельности</p>

# Общепрофессиональные компетенции – инженерное ядро?

Код ОПК	Формулировка ОПК	знать	уметь
ОПК-1	Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.	применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;
ОПК-2	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии	методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерные технологии для их решения	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
ОПК-3	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов профессиональной деятельности и процессов на основе оценки их эффективности и результатов	принципы планирования, разработки текущих и перспективных планов развития профессиональной сферы.	выбирать средства и технологии, в том числе с учетом последствий в профессиональной сфере, определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования.

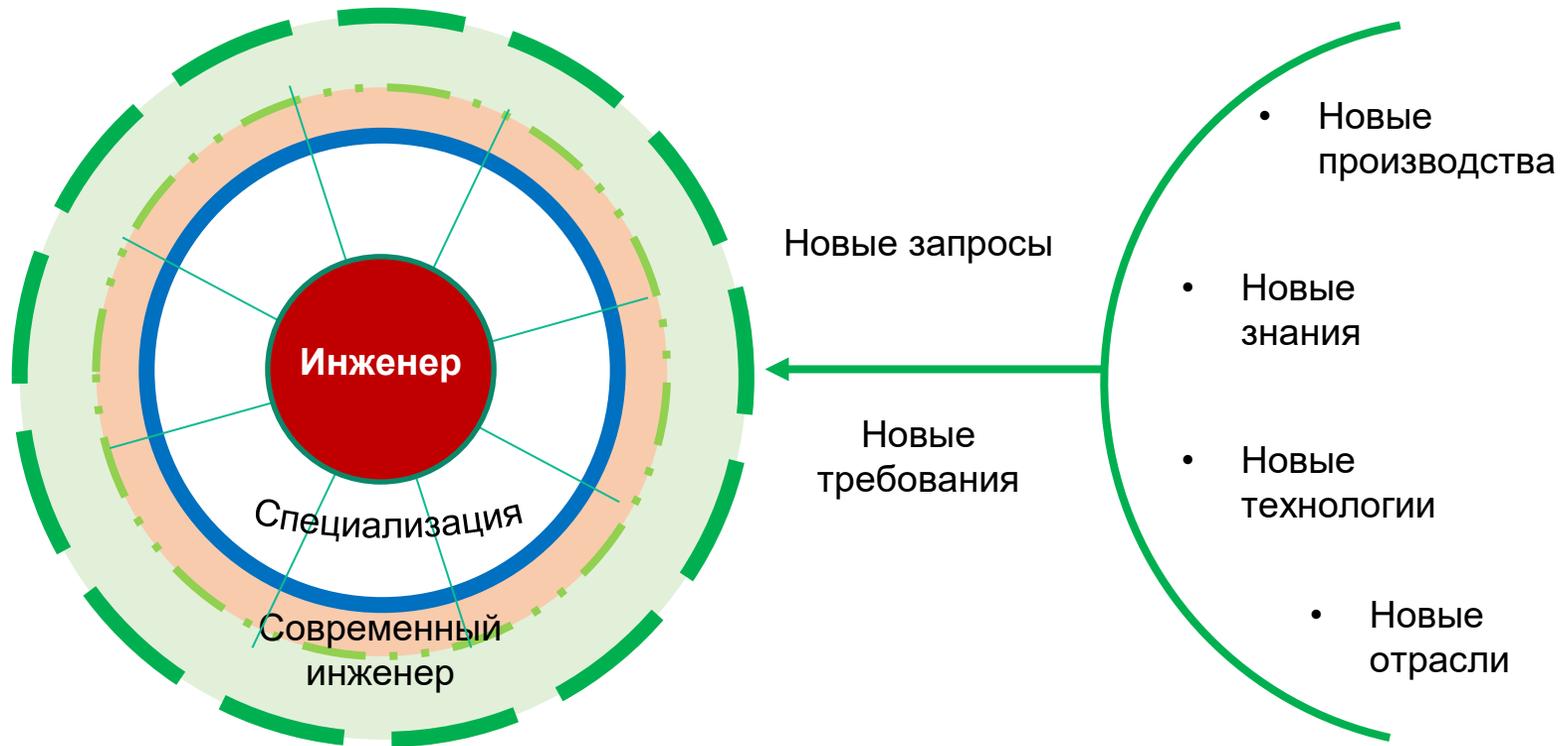
ОПК-4	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	принципы построения технического задания	использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации; оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами
ОПК-5	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	методику учета современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности
ОПК-6	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, аргументировано защищать результаты выполненной работы	основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы обработки и представления данных, системы стандартизации и сертификации	выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования
ОПК-7	Способен нести ответственность за принятие решений по части или всем сложным видам инженерной деятельности	оценки эффективности результатов профессиональной деятельности	выбирать средства и технологии, в том числе с учетом последствий их применения в профессиональной сфере, определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования
ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации	решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации

# Итог:



# Проблема

Университет не способен адекватно реагировать на меняющиеся требования внешней среды к инженерному образованию?



- Что находится в ядре?
- Как подготовить современного инженера?

# Структура элементов модели инженерного ядра



# Порядок проектирования

1. Компетенции
2. Индикаторы достижения компетенций
3. Образовательные результаты (ОР)
4. Метрики ОР (при необходимости), методы и инструменты оценки ОР
5. Деятельность студентов, приводящая к формированию ОР
6. Содержательная рамка деятельности студентов (тематика дисциплины / модуля)
7. Педагогические / дидактические методы формирования ОР студентов
8. Рамка управления
9. Требования к сервисам, средам, ресурсам

# ПРИМЕР ТГУ: СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ВО (КЕЙС «КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНЖИНИРИНГ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»)



## Контакты для связи

Jula@ftf.tsu.ru,  
osipovatyu@yandex.ru

ПРЕ-  
ОБРАЗОВАНИЕ  
ОБРАЗОВАНИЯ

томский форум

Юлия Рыжих, Татьяна Осипова

«Модель подготовки инженерных кадров: принципы и подходы формирования образовательных результатов»

№	Компетенция	Категория компетенции	Стандарт
1	<p>1</p> <p>Способность следить за развитием науки и техники; Иметь общие знания о передовой инженерной практике в своей области техники, а также о свойствах, поведении, производстве и использовании материалов, компонентов и программного обеспечения; Осознание непрерывных технических изменений и развитие стремления к инновациям и творчеству в инженерной профессии; Понимать и применять передовые знания, лежащие в основе передовой практики</p>	Обучение на протяжении жизни	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE
2	Глубокое знание принципов инженерии, основанное на математике и сочетании научных предметов, соответствующих их дисциплине; знание и понимание математики и других фундаментальных наук, лежащих в основе их инженерной специализации, на уровне, необходимом для достижения других результатов программы; Понимать и применять передовые знания о широко применяемых принципах, лежащих в основе передовой практики профессии	Знание и понимание / Понимание и применение профессиональных знаний	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE
3	Понимание профессии инженера и обязательство служить обществу, профессии и окружающей среде посредством обязательства применять соответствующий кодекс профессионального поведения; способность вести свою деятельность этично; способность собирать и интерпретировать соответствующие данные и справляться с задачами учитывая соответствующие социальные и этические вопросы;	Передаваемые навыки / Этика	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE
4	Соблюдать все законодательные и нормативные требования и защищать здоровье и безопасность населения в ходе своей деятельности; Обладать знаниями стандартов и правил, соответствующие области специализации; Уметь применять нормы инженерной практики в своей области специализации; Способность применять уставы и правила инженерной практики, а также правила техники безопасности в своей области специализации;	Правовая и нормативная деятельность / инженерная практика	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE
5	Способность проектировать или разрабатывать решения сложных задач; Способность применять соответствующие теоретические и практические методы для решения инженерных задач	Дизайн и разработка решений / инженерная практика / Инженерный анализ	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE
6	Владение навыками коммуникабельности; Способность эффективно функционировать в национальном и международном контексте как в индивидуальном порядке, так и в составе команды, а также эффективно сотрудничать с инженерами и неинженерами;	Коммуникабельность / Передаваемые навыки / Коммуникабельность и работа в команде	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE
7	Осознавать потребность в самостоятельном обучении на протяжении всей жизни и посещать мероприятия по непрерывному профессиональному развитию;	Обучение на протяжении жизни / Передаваемые навыки	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE
8	Способность определять, исследовать и анализировать сложные задачи; Способность применять соответствующие теоретические и практические методы для анализа инженерных задач; Способность анализировать сложные инженерные изделия, процессы и системы в своей области исследования; выбирать и применять соответствующие методы из установленных аналитических, расчетных и экспериментальных методов; правильно интерпретировать результаты таких анализов;	Анализ задачи / инженерная практика / Инженерный анализ	EUR-ACE, APEC, EUR ING GUIDE

№	Компетенция	Категория компетенции	Стандарт
9	Обладать широким кругозором в области междисциплинарного пласта инженерии; Способность работать с другими над междисциплинарными проектами	Знание и понимание / передаваемые навыки	EUR-ACE APEC
10	Способность проектировать, используя некоторую осведомленность о передовых технологиях и методах в своей инженерной специализации; Обладать знаниями использования существующих и новых технологий, относящихся к области специализации	Инженерный дизайн	EUR-ACE, APEC
11	Способность учитывать важность нетехнических вопросов и ограничений – социальных, охраны здоровья и безопасности, экологических, экономических и промышленных. Распознавать логично предсказуемые социальные, культурные и экологические последствия сложной инженерной деятельности в целом и учитывать необходимость обеспечения устойчивости данных сфер в процессе деятельности;	Инженерный анализ / Защита общества	EUR-ACE, EUR ING GUIDE
12	Способность оценивать результаты и воздействие комплексных мероприятий; осведомленность о нетехнических - социальных, здравоохранительных, экологических, экономических и промышленных - последствиях инженерной практики;	Оценка / Защита общества	EUR-ACE, EUR ING GUIDE
13	Способность нести ответственность за принятие решений по части или всем сложным видам деятельности	Ответственность за решения / Формирование суждений	EUR-ACE, EUR ING GUIDE
14	Управление полностью или частично одним или несколькими сложными проектами или задачами	Управление инженерной деятельностью / Формирование суждений	EUR-ACE, EUR ING GUIDE
15	Обладать знанием применяемых материалов, оборудования и инструментов, инженерных технологий и процессов, а также их ограничений в своей области специализации;	Инженерная практика	EUR-ACE
16	Обладать знанием об экономических, организационных и управленческих вопросах (таких как управление проектами, управление рисками) в промышленном и деловом контексте специализации;	Инженерная практика	EUR-ACE
17	способность разрабатывать и проектировать сложные продукты (устройства, изделия и т. д.), процессы и системы в своей области исследования для удовлетворения установленных требований, которые могут включать осведомленность о нетехнических - социальных, здравоохранительных, экологических, экономических и промышленных – соображения; выбирать и применять соответствующие методологии проектирования;	Инженерный дизайн	EUR-ACE
18	способность проводить поиск литературы, консультироваться и критически использовать научные базы данных и другие соответствующие источники информации, проводить моделирование и анализ для проведения подробных исследований и исследований технических вопросов в своей области исследования;	Исследования	EUR-ACE
19	Обладать лабораторными / практическими навыками и иметь способность планировать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в своей области исследования	Исследования	EUR-ACE
20	Знание в области инженерной экономики, обеспечения качества, ремонтпригодности и использования технической информации и статистики	Передаваемые навыки	APEC
21	Свободное владение европейскими языками, достаточное для облегчения общения при работе по всей Европе	Передаваемые навыки	APEC
22	Способность оценки сложностей и применения альтернативных решений в свете противоречащих требований и неполноты данных. Способность вывода здравых заключений в ходе сложной деятельности	Суждение	EUR ING GUIDE

# Сопоставление компетенций ФГОС и международных стандартов

№	Компетенция инженера в соответствии с ФГОС	Компетенции инженера в соответствии с стандартами EUR-ACE, APEC и EUR ING
<p><b>2</b></p> <p>1</p> <p>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>		<p>Способность определять, исследовать и анализировать сложные задачи; Способность применять соответствующие теоретические и практические методы для анализа инженерных задач; Способность анализировать сложные инженерные изделия, процессы и системы в своей области исследования; выбирать и применять соответствующие методы из установленных аналитических, расчетных и экспериментальных методов; правильно интерпретировать результаты таких анализов;</p> <p>способность проводить поиск литературы, консультироваться и критически использовать научные базы данных и другие соответствующие источники информации, проводить моделирование и анализ для проведения подробных исследований и исследований технических вопросов в своей области исследования;</p> <p>Способность проектировать или разрабатывать решения сложных задач; Способность применять соответствующие теоретические и практические методы для решения инженерных задач</p>
<p>2</p> <p>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>		<p>Соблюдать все законодательные и нормативные требования и защищать здоровье и безопасность населения в ходе своей деятельности; Обладать знаниями стандартов и правил, соответствующие области специализации; Уметь применять нормы инженерной практики в своей области специализации;</p> <p>Способность применять уставы и правила инженерной практики, а также правила техники безопасности в своей области специализации;</p> <p>Способность учитывать важность нетехнических вопросов и ограничений – социальных, охраны здоровья и безопасности, экологических, экономических и промышленных. Распознавать логично предсказуемые социальные, культурные и экологические последствия сложной инженерной деятельности в целом и учитывать необходимость обеспечения устойчивости данных сфер в процессе деятельности;</p> <p>Способность оценивать результаты и воздействие комплексных мероприятий;</p> <p>осведомленность о нетехнических - социальных, здравоохранительных, экологических, экономических и промышленных - последствиях инженерной практики;</p> <p>способность разрабатывать и проектировать сложные продукты (устройства, изделия и т. д.), процессы и системы в своей области исследования для удовлетворения установленных требований, которые могут включать осведомленность о нетехнических - социальных, здравоохранительных, экологических, экономических и промышленных – соображения; выбирать и применять соответствующие методологии проектирования;</p>
<p>3</p> <p>Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>		<p>Владение навыками коммуникабельности;</p> <p>Управление полностью или частично одним или несколькими сложными проектами или задачами</p>
<p>4</p> <p>Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и</p>		<p>Способность эффективно функционировать в национальном и международном контексте как в индивидуальном порядке, так и в составе команды, а также эффективно сотрудничать с инженерами и неинженерами;</p>

## Сопоставление компетенций ФГОС и международных стандартов (продолжение)

№	Компетенция инженера в соответствии с ФГОС	Компетенции инженера в соответствии с стандартами EUR-ACE, APEC и EUR ING
5	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	Свободное владение европейскими языками, достаточное для облегчения общения при работе по всей Европе
6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Осознавать потребность в самостоятельном обучении на протяжении всей жизни и посещать мероприятия по непрерывному профессиональному развитию; Способность следить за развитием науки и техники; Иметь общие знания о передовой инженерной практике в своей области техники, а также о свойствах, поведении, производстве и использовании материалов, компонентов и программного обеспечения; Осознание непрерывных технических изменений и развитие стремления к инновациям и творчеству в инженерной профессии; Понимать и применять передовые знания, лежащие в основе передовой практики Обладать широким кругозором в области междисциплинарного пласта инженерии; Способность работать с другими над междисциплинарными проектами
7	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Глубокое знание принципов инженерии, основанное на математике и сочетании научных предметов, соответствующих их дисциплине; знание и понимание математики и других фундаментальных наук, лежащих в основе их инженерной специализации, на уровне, необходимом для достижения других результатов программы; Понимать и применять передовые знания о широко применяемых принципах, лежащих в основе передовой практики профессии Обладать лабораторными / практическими навыками и иметь способность планировать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в своей области исследования Обладать знанием применяемых материалов, оборудования и инструментов, инженерных технологий и процессов, а также их ограничений в своей области специализации;

# Сопоставление компетенций ФГОС и международных стандартов (продолжение)

№	Компетенция инженера в соответствии с ФГОС	Компетенции инженера в соответствии с стандартами EUR-ACE, APEC и EUR ING
8	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	способность проводить поиск литературы, консультироваться и критически использовать научные базы данных и другие соответствующие источники информации, проводить моделирование и анализ для проведения подробных исследований и исследований технических вопросов в своей области исследования;
9	Способен использовать в профессиональной деятельности современные информационные системы, анализировать возникающие при этом опасности и угрозы, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	Способность проектировать, используя некоторую осведомленность о передовых технологиях и методах в своей инженерной специализации; Обладать знаниями использования существующих и новых технологий, относящихся к области специализации  Способность оценки сложностей и применения альтернативных решений в свете противоречащих требований и неполноты данных. Способность вывода здравых заключений в ходе сложной деятельности
10	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности *	Знание в области инженерной экономики, обеспечения качества, ремонтпригодности и использования технической информации и статистики  Обладать знанием об экономических, организационных и управленческих вопросах (таких как управление проектами, управление рисками) в промышленном и деловом контексте специализации;
11	2 -	Понимание профессии инженера и обязательство служить обществу, профессии и окружающей среде посредством обязательства применять соответствующий кодекс профессионального поведения; способность вести свою деятельность этично; способность собирать и интерпретировать соответствующие данные и справляться с задачами учитывая соответствующие социальные и этические вопросы;
12	-	Способность нести ответственность за принятие решений по части или всем сложным видам деятельности

---

# Сопоставление компетенций EUR-ACE, APEC и EUR ING GUIDE

## 3

1. Две компетенции из стандартов EUR-ACE, APEC и EUR ING GUIDE не имеют совпадений и являются уникальными.
2. В стандартах EUR-ACE, APEC и EUR ING GUIDE уникальными компетенциями являются:
  - Профессиональная компетенция *«Понимание профессии инженера и обязательство служить обществу, профессии и окружающей среде посредством обязательства применять соответствующий кодекс профессионального поведения; способность вести свою деятельность этично; способность собирать и интерпретировать соответствующие данные и справляться с задачами учитывая соответствующие социальные и этические вопросы»*, которая относится к категории **«Этика»** и представлена во всех трёх анализируемых стандартах;
  - Профессиональная компетенция *«Способность нести ответственность за принятие решений по части или всем сложным видам деятельности»* которая относится к категории **«Ответственность за решения»** и представлена в стандартах EUR-ACE и EUR ING GUIDE.

# Трансформация деятельностной модели



## Преимущества

Hard skills  
Soft / self skills

## Образ выпускника

Hard skills  
Soft / self skills  
Исполнительская дисциплина  
Навыки практической деятельности

## Образ выпускника

Hard skills  
Soft / self skills  
Исполнительская дисциплина  
Навыки практической деятельности  
Профессиональная этика  
Ответственность за решения

# Переход к компетентностной модели



Образ выпускника

Hard skills

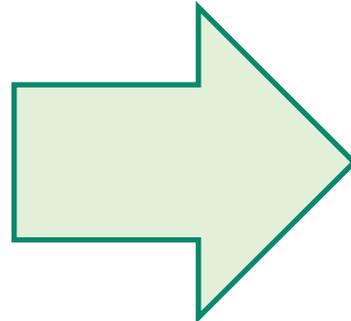
Soft / self skills

Исполнительская дисциплина

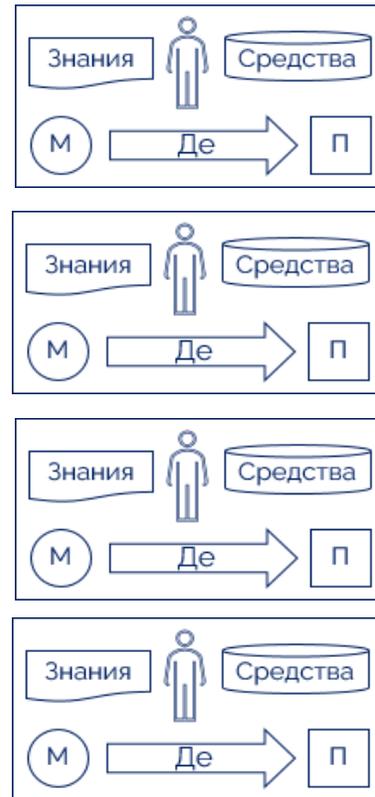
Навыки практической деятельности

Профессиональная этика

Ответственность за решения



Компетенции



Анализ подходов к проектированию инженерного образования



Код образовательных программ

---

# 7 тезисов подготовки инженеров П.Г. Щедровицкого

- ✓ 1. Тренды развития (новая промышленная революция)
- ✓ 2. Различные роли в инженерной работе (команды)
- ✓ 3. Сквозные компетенции  
Планирование, Коммуникация, Мышление
- ✓ 4. Грамотность  
Нужно знать 15 языков (естественные языки, математика, схемы, экономика, ...)
- 5. Инженерное мышление  
Конструирование (1550-1700), проектирование (1700-1850), исследования (1850-2000), программирование будущего (2000-...)
- ✓ 6. Картина мира от научной (природной) к деятельностно-природной
- 7. Новые образовательные технологии (проектные и игровые методы до 75% времени)





---

# Структура ОП: сквозные блоки компетенций

Семестр 1

Семестр 2

Семестр 3

Семестр 4

Код образовательных программ



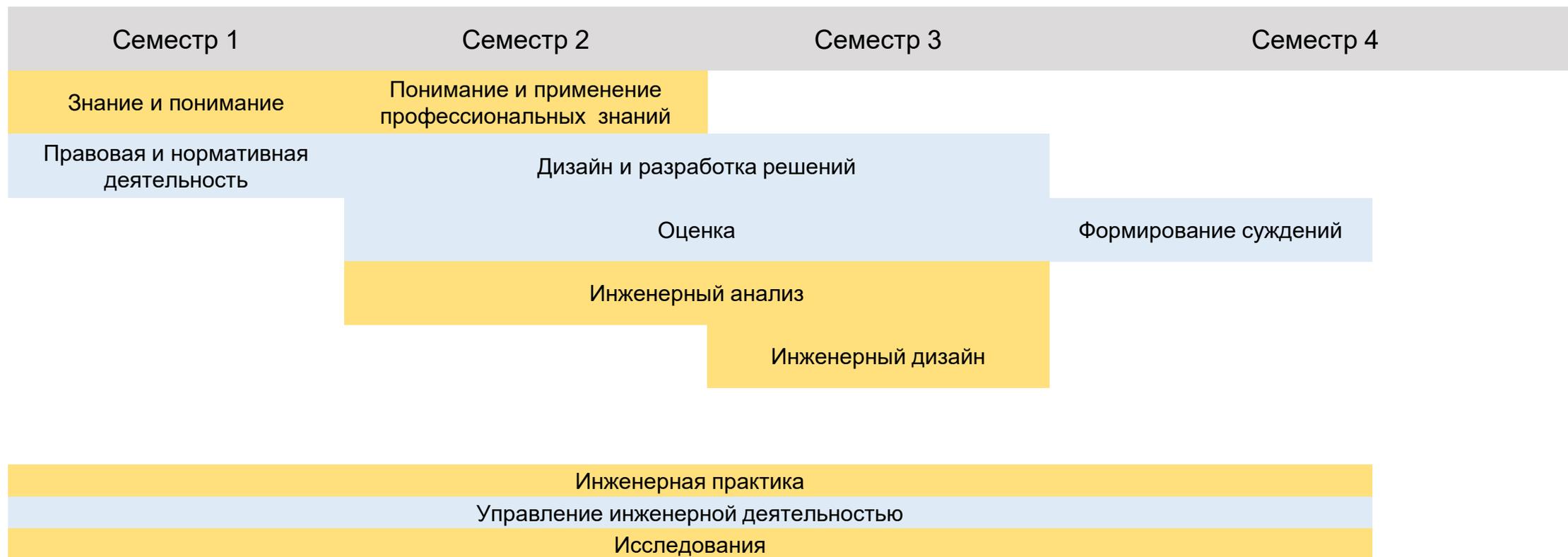
---

# Структура ОП: сквозные блоки компетенций



Код образовательных программ

# Структура ОП: сквозные блоки компетенций



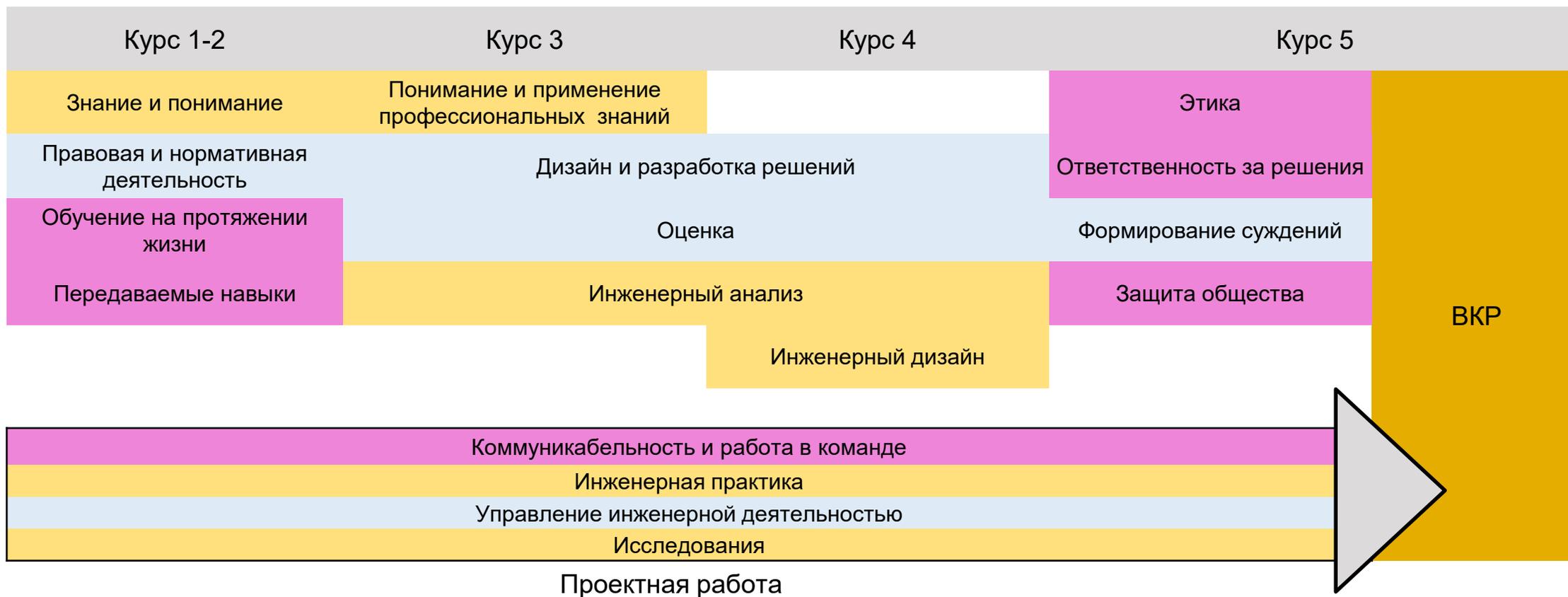
Код образовательных программ

# Структура ОП: сквозные блоки компетенций

Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4
Знание и понимание	Понимание и применение профессиональных знаний		Этика
Правовая и нормативная деятельность	Дизайн и разработка решений		Ответственность за решения
Обучение на протяжении жизни	Оценка		Формирование суждений
Передаваемые навыки	Инженерный анализ		Защита общества
		Инженерный дизайн	
Коммуникабельность и работа в команде			
Инженерная практика			
Управление инженерной деятельностью			
Исследования			

Код образовательных программ

# Структура ОП: сквозные блоки компетенций



Код образовательных программ

# Проектирование дисциплин

Предметное поле



Требуемые  
сквозные  
компетенции



Образовательные  
технологии / техники  
обучения



Образовательный результат  
Сформированные компетенции в конкретном предметном поле

# Проектная работа (исследовательский проект)

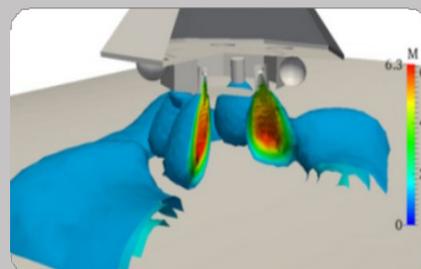
Проекты - преимущественно прикладные с высокой долей научной составляющей.



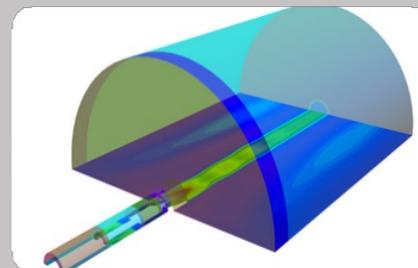
## Примеры исследовательских проектов



Металлическая 3D-печать с фидстоком



Моделирование посадки КА "Экзо-Марс"



ПО для расчета полного цикла работы РДТТ

В рамках проектной работы студенты участвуют в выполнении НИР и ОКР (заказная разработка).

15%-25% студентов работают (трудоустроены) в лабораториях/ отделах в процессе обучения

# Проектная работа (технологический проект)

## Базовые механики

Методики оценки работы команд

**"Вовлеченность"**: модифицированный тест Gallup Q12 (индивидуально и на команду)

**"Продуктивность"**: сумма коэффициентов сложности выполненных задач / сумму коэффициентов сложности запланированных задач (индивидуально и на команду)

Упрощенный рабочий процесс

