УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

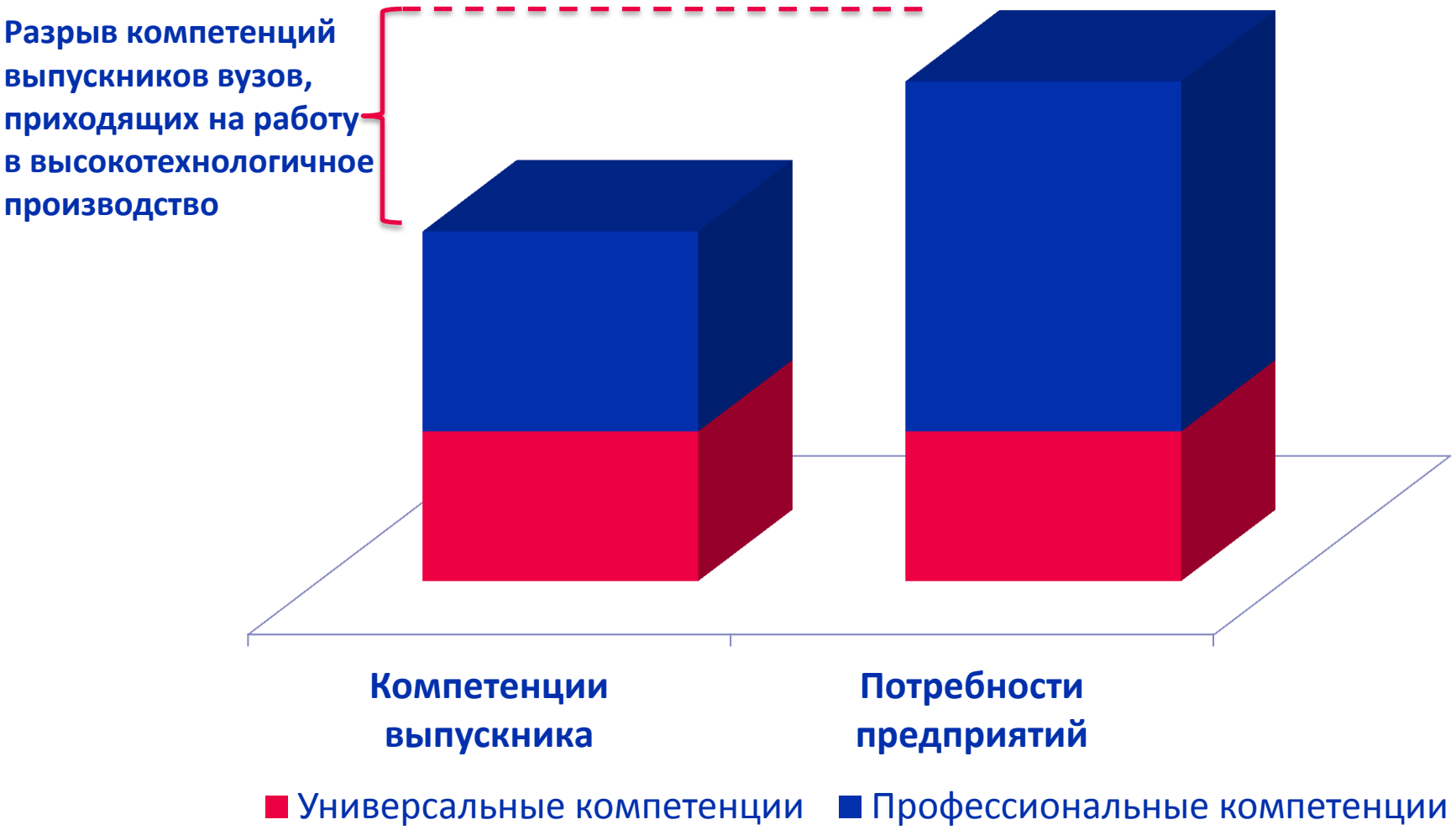
ДИАКОНТ

Практико-ориентированная подготовка кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности.

Преподаватель базовой кафедры СТТБ Уваров М.М.
uvarov@diakont.com

Санкт-Петербург, 2015

Разрыв компетенций

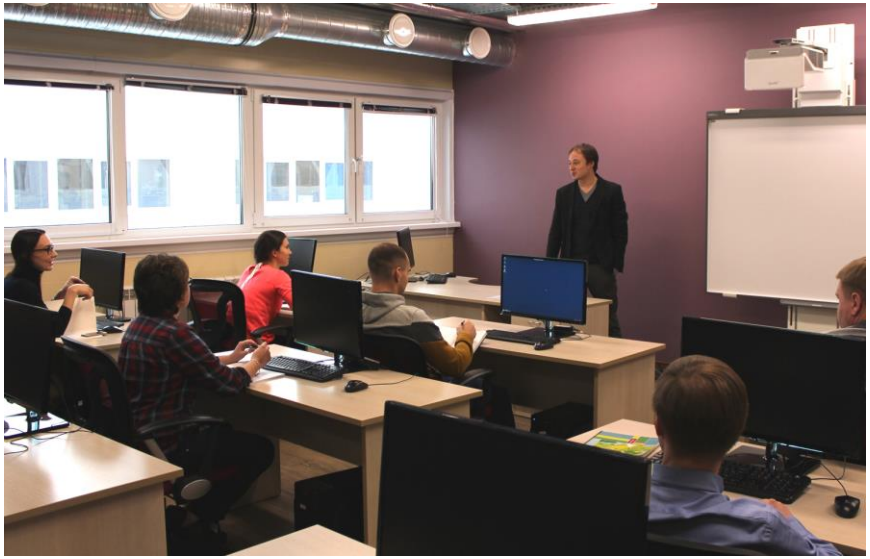


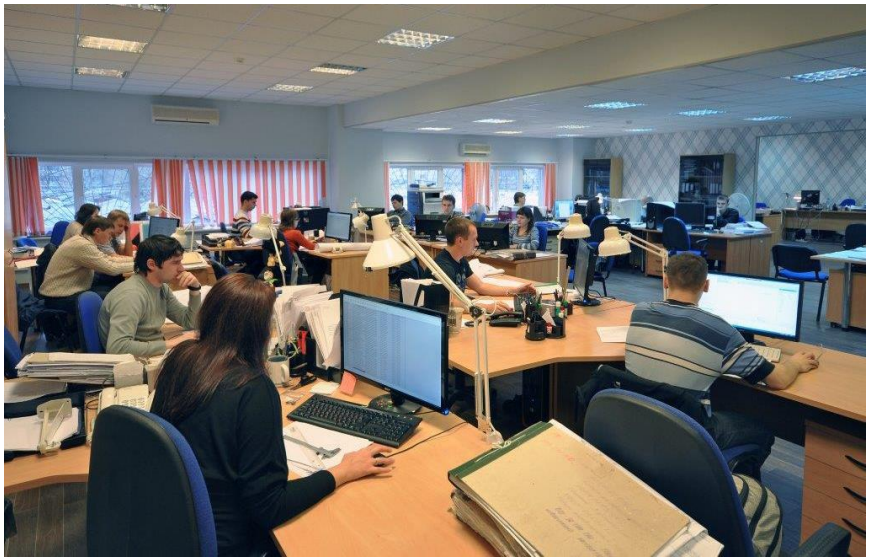
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Базовая магистерская кафедра Систем и технологий техногенной безопасности

ДИАКОНТ

- Открыта в 2011 году
- БМК осуществляет подготовку магистров по направлению «Приборостроение», по программе «Методы и технологии аналитического приборостроения для реализации и обеспечения безопасности техногенных объектов»
- 26 магистрантов и 7 аспирантов





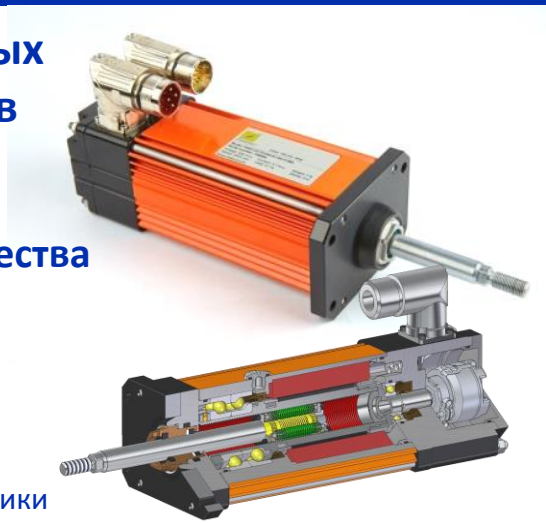
- Занятия проводятся на территории ЗАО «Диаконт», обучающиеся пользуются лабораторными и производственными ресурсами предприятия в ходе образовательного процесса
- Обучающиеся активно привлечены к реализации совместных проектов

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Проект в рамках Постановления Правительства № 218 от 09.04.2010 г. (3-я очередь)

ДИАКОНТ

«Создание высокотехнологичного производства прецизионных быстродействующих силовых электромеханических приводов нового поколения» (2013-2015 гг)



Задачи проекта

- Создание линейки ЭМП
  - Поворотного типа
  - Линейного типа
- Создание высокотехнологичного производства

Конкурентные преимущества

- Точность позиционирования
- КПД
- Экологичность
- Ресурс
- Массо-габаритные характеристики
- Простота обслуживания

Области применения ЭМП

- Промышленная автоматизация:
  - Сборочные линии
  - Сварочные агрегаты
  - Автоматизированные сборочные и обрабатывающие центры
  - Пищевые и упаковочные линии
  - Подача материала на линию
- Машиностроение:
  - Прессы
  - Металлообрабатывающие станки
  - Термопластавтоматы
  - Полупроводниковое оборудование
  - Деревообрабатывающее оборудование
- Оборудование для симуляторов:
  - Платформы
  - Испытательные стенды

Достигнутые результаты

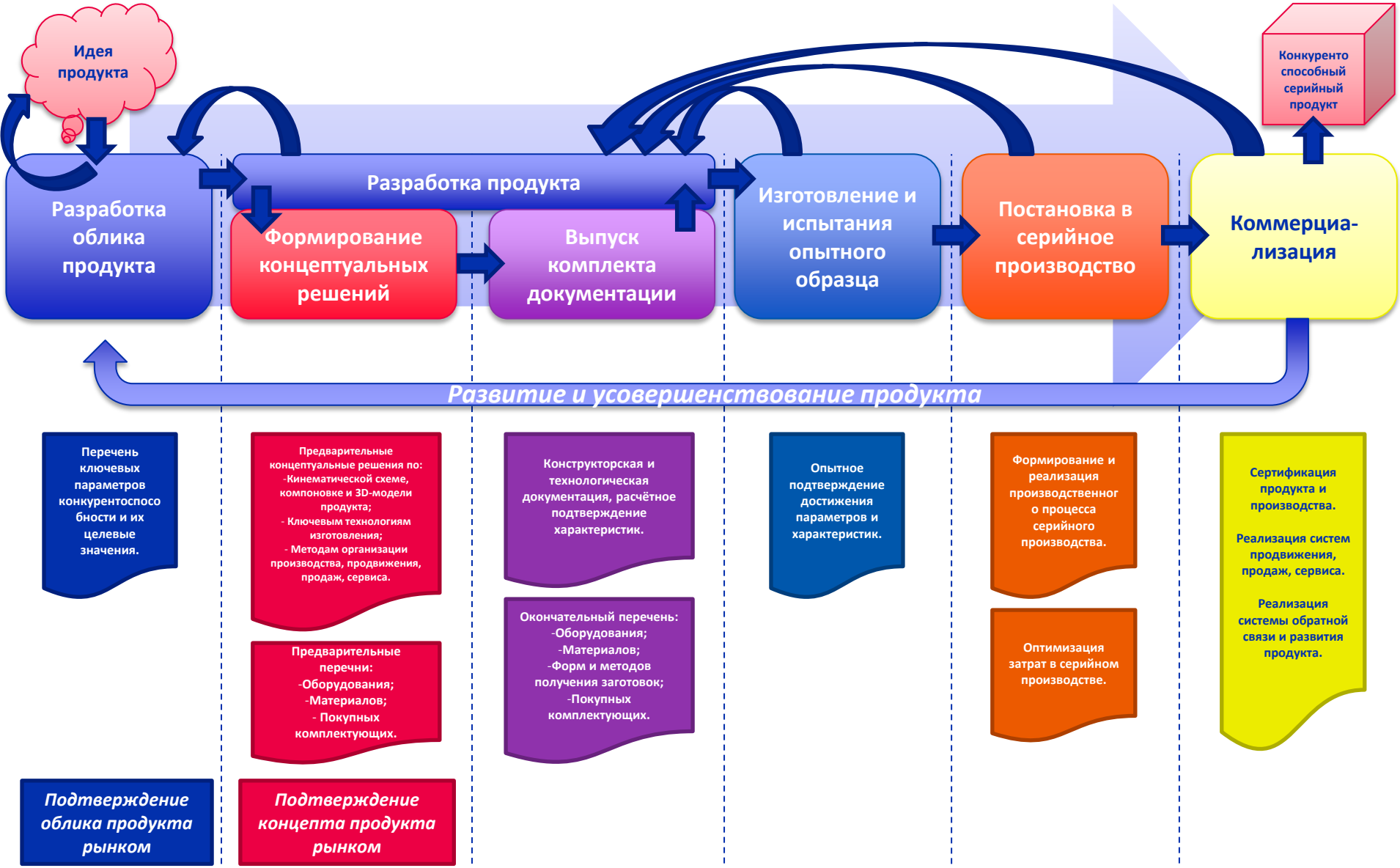
- Проведено эскизное проектирование и изготовление макетного образца;
- Разработана конструкторская документация опытного образца;
- Спроектировано и построено производственное здание;
- Закуплено и введено в эксплуатацию обрабатывающее, контрольно-измерительное и испытательное оборудование.

Министерство образования и науки Российской Федерации

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Алгоритм создания конкурентоспособной продукции

ДИАКОНТ



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Формирование и реализация практико-ориентированных образовательных программ на основе алгоритма создания конкурентоспособного продукта

ДИАКОНТ

Постановка задачи на высокотехнологичном производстве

Исходные данные	Ход решения задачи и применяемые методы	Результат обучения
	Критерии оценки эффективности результата	

Определение категорий специалистов, необходимых для создания конкурентоспособного продукта, на основе декомпозиции технологического цикла

Предприятие

Виды профессиональной деятельности:
-проектная
- конструкторская
-технологическая

Знания
Умения
Владения

Профессиональные компетенции

Университет

Образовательные и технологические модули, технологии обучения

Практико-ориентированная полидисциплинарная образовательная программа

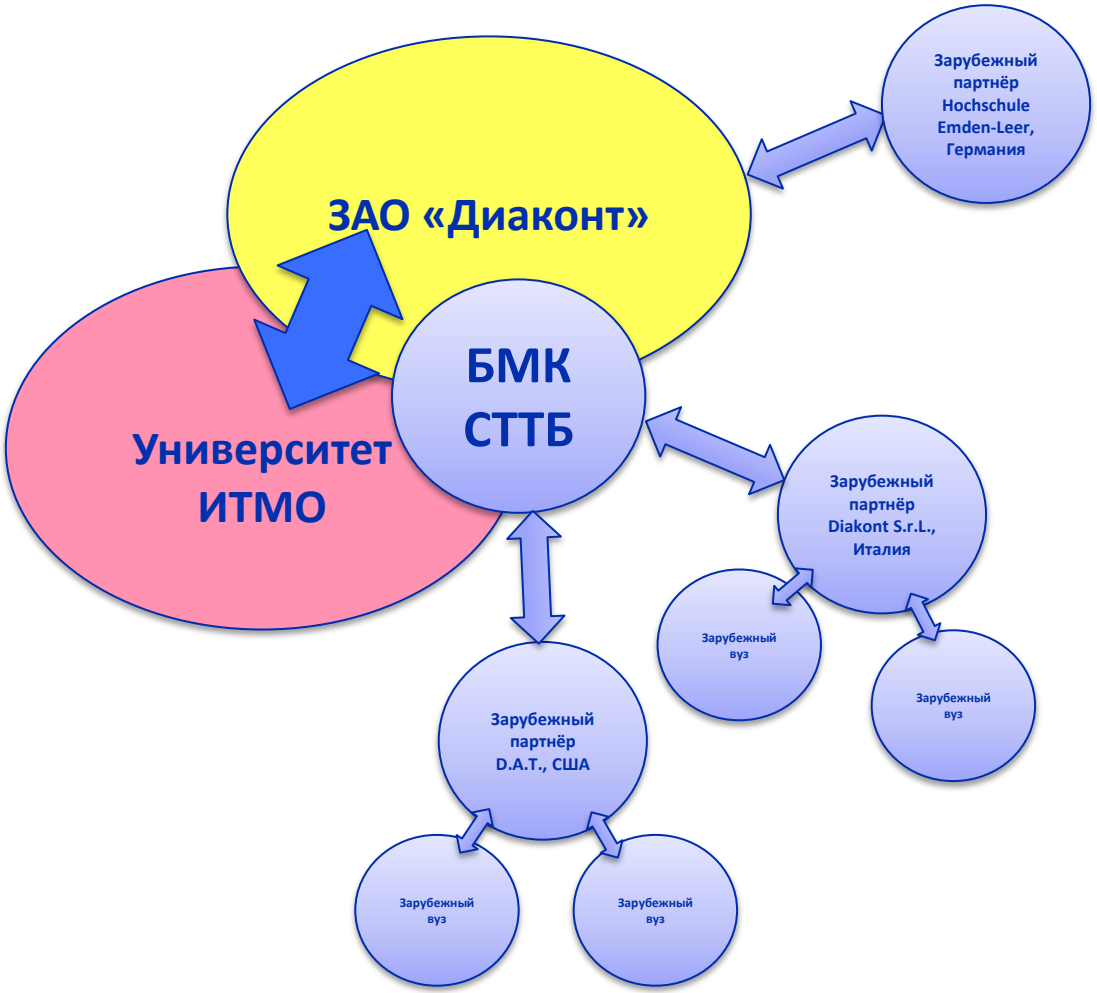
Конкурентоспособный выпускник
=
Высококвалифицированный специалист отрасли

Командная подготовка, «обучение через работу»

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Модель реализации практико-ориентированной подготовки

ДИАКОНТ



Формализация и отработка алгоритма

↓

Создание дополнительных требований к профессиональным стандартам (результатам обучения)

↓

Разработка образовательных программ, учебно-методических материалов в формате CDIO, технологий обучения с использованием ресурсов предприятия

↓

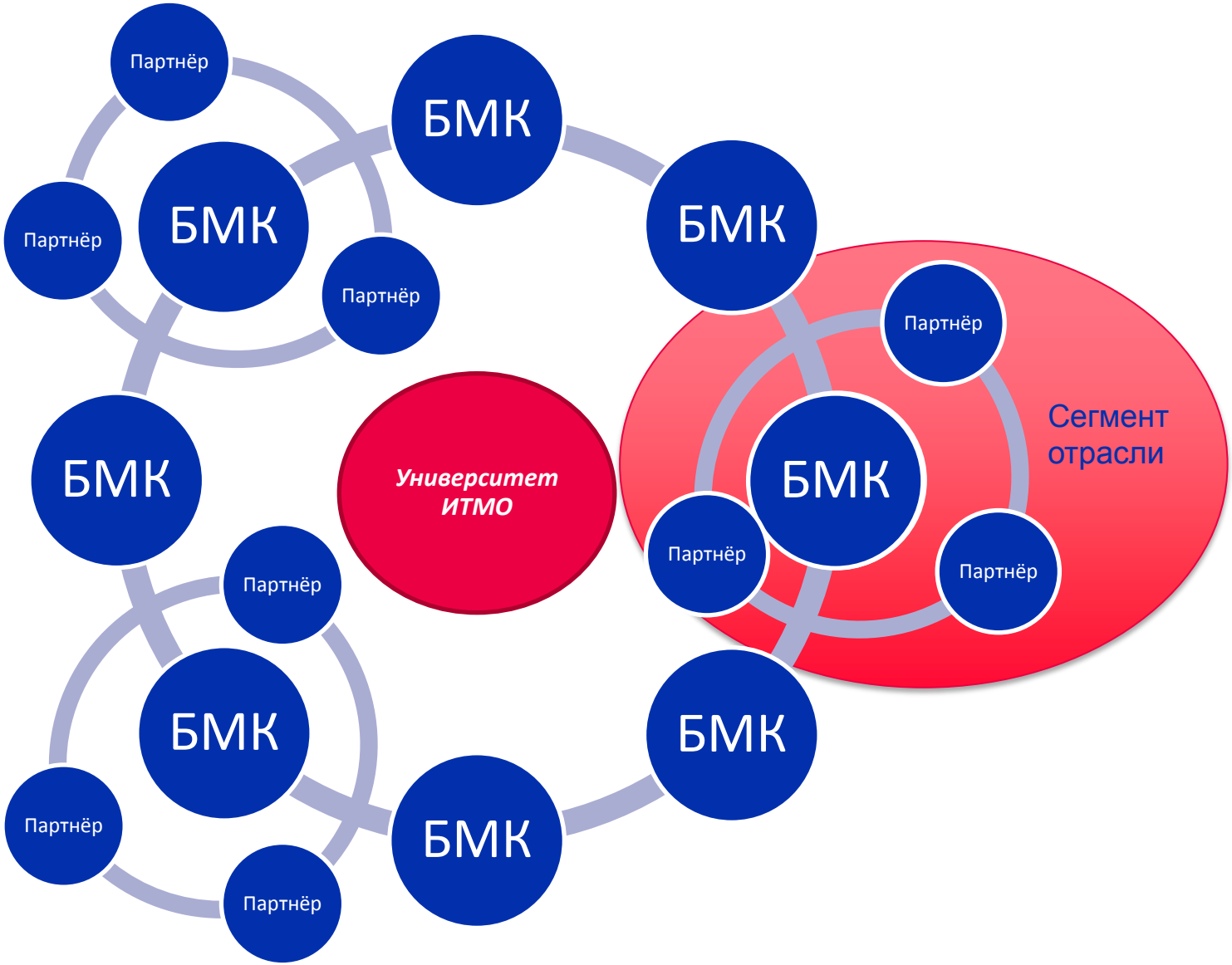
Пилотное внедрение

↓

Анализ результатов и развитие программы

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Развитие сети базовых магистерских кафедр инновационного типа в Университете ИТМО для практико-ориентированной подготовки магистров на базе высокотехнологичных предприятий



Лучшая практика

Основной лучший показатель

*(срок адаптации выпускников ВУЗа к эффективной самостоятельной работе на предприятиях, ориентированных на выпуск конкурентоспособной высокотехнологичной продукции: **не более 3-6 месяцев**)*

Основной механизм-инструмент- технология-процесс, предопределивший(ая) лучший показатель

(построение практико-ориентированных образовательных программ на базе подтвержденного практикой регламента создания российской конкурентоспособной высокотехнологической продукции и профессиональных стандартов, с учетом международных стандартов CDIO).

Как был создан механизм -

разработан Университетом ИТМО и его индустриальным партнером-компанией «Диаконт» в ходе реализации проекта по созданию высокотехнологического серийного производства электромеханических актуаторов. (выполняется в рамках Постановления Правительства РФ №218)

Устойчивость практики:

Востребованность в создании российской конкурентоспособной высокотехнологичной продукции для импортозамещения и экспорта – Высокая востребованность в специалистах, способных к эффективной самостоятельной работе со стороны российских высокотехнологичных предприятий - Заинтересованность ВУЗов в подготовке востребованных кадров .

Обычная практика

Средний показатель в области

*(срок адаптации выпускников ВУЗа к эффективной самостоятельной работе на предприятиях, ориентированных на выпуск конкурентоспособной высокотехнологичной продукции– **3-5 лет,** низкая востребованность выпускников на рынке труда**)***

Действующий механизм

практика - вид учебной деятельности, направленной на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенции в процессе выполнения определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Причины сохранения действующего механизма

Положения Федерального закона от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 31.12.2014, с изм. от 02.05.2015) "Об образовании в Российской Федерации»

Устойчивость практики

Стандартный традиционный механизм получения обучающимися практических навыков

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

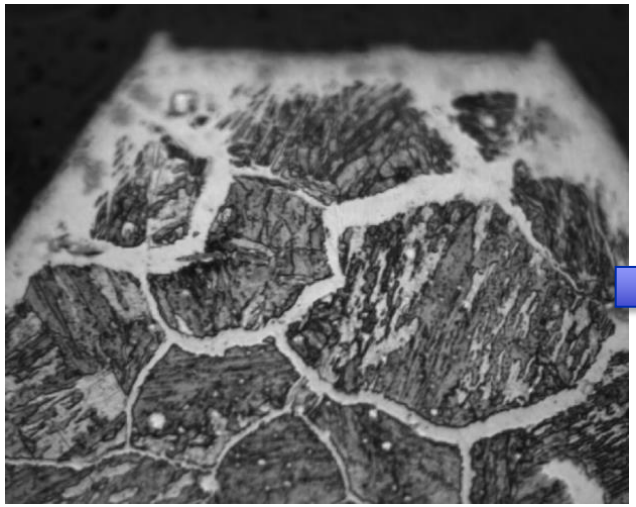
Спасибо за внимание!

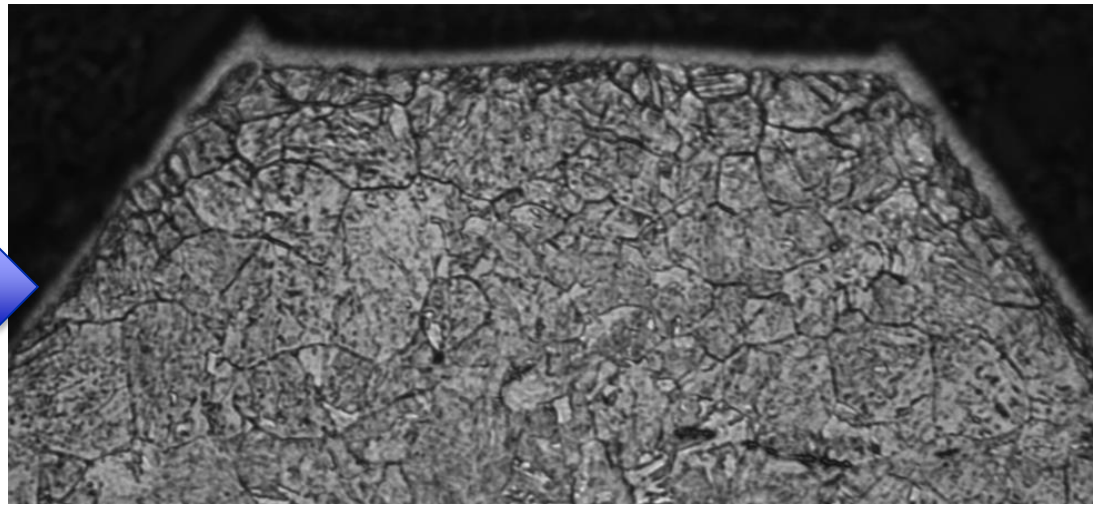
ДИАКОНТ

Санкт-Петербург, 2015

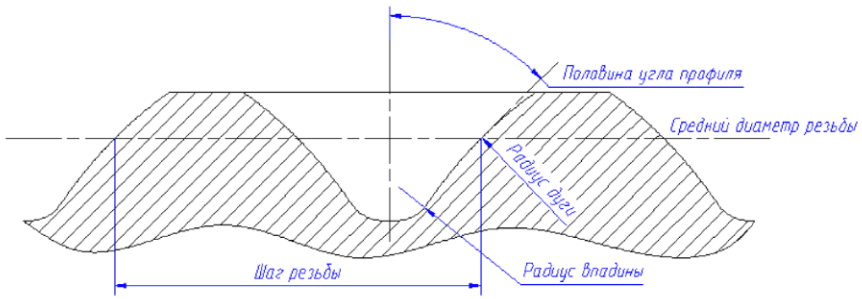
Практический пример: оптимизация параметров упрочнения резьбовой детали

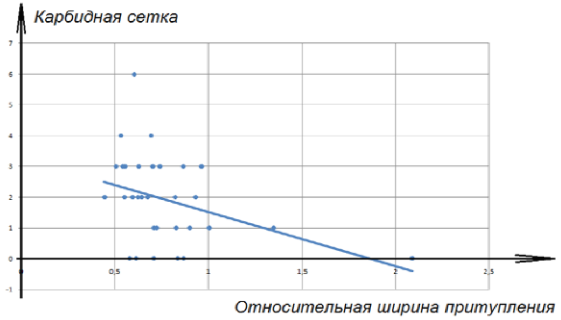
- Материал и режимы упрочнения выбраны по рекомендации производителя оборудования
- Оптимизация структуры материала (предварительная термическая обработка)
- Оптимизация параметров упрочнения (изменение температуры и длительности)

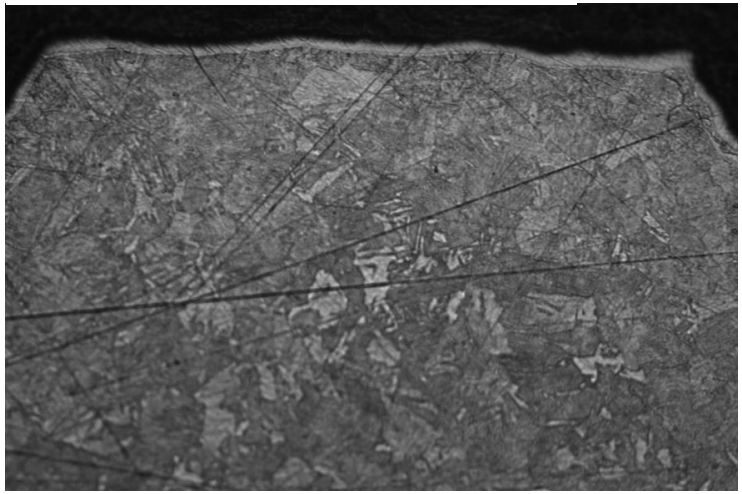




Практический пример: оптимизация параметров упрочнения резьбовой детали

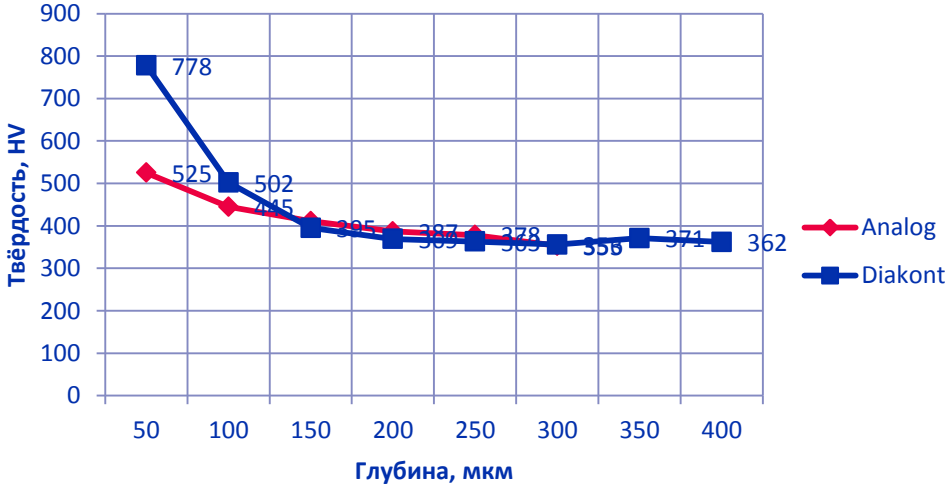






- Оптимизация геометрии резьбы
- Формирование новых требований к материалу

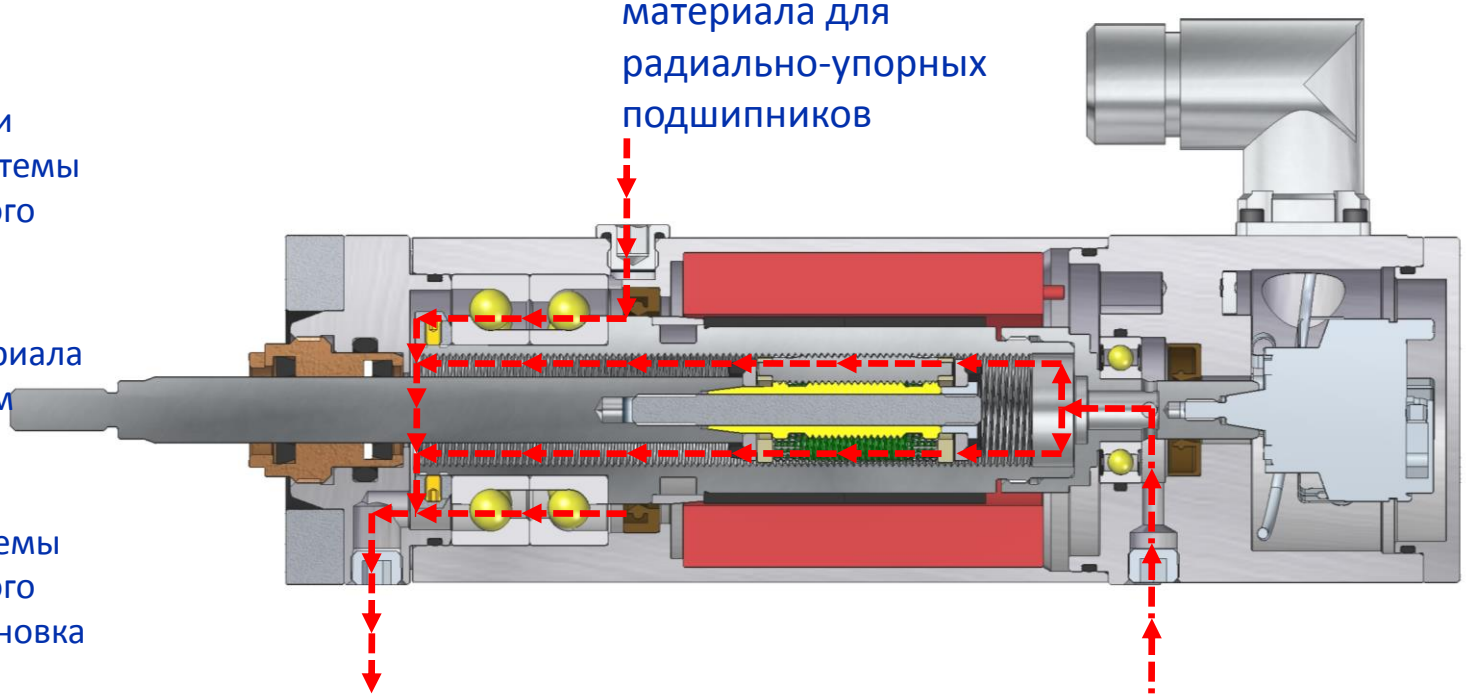
Примесь	Нижний предел	Верхний предел
C	0.3 %	0.45 %
Cr	0.8 %	2.5 %
Mn	0.3 %	1.5 %
Mo	0.2 %	0.4 %
V	0 – 0.2 %	0.4 %
Ni	0	2 %



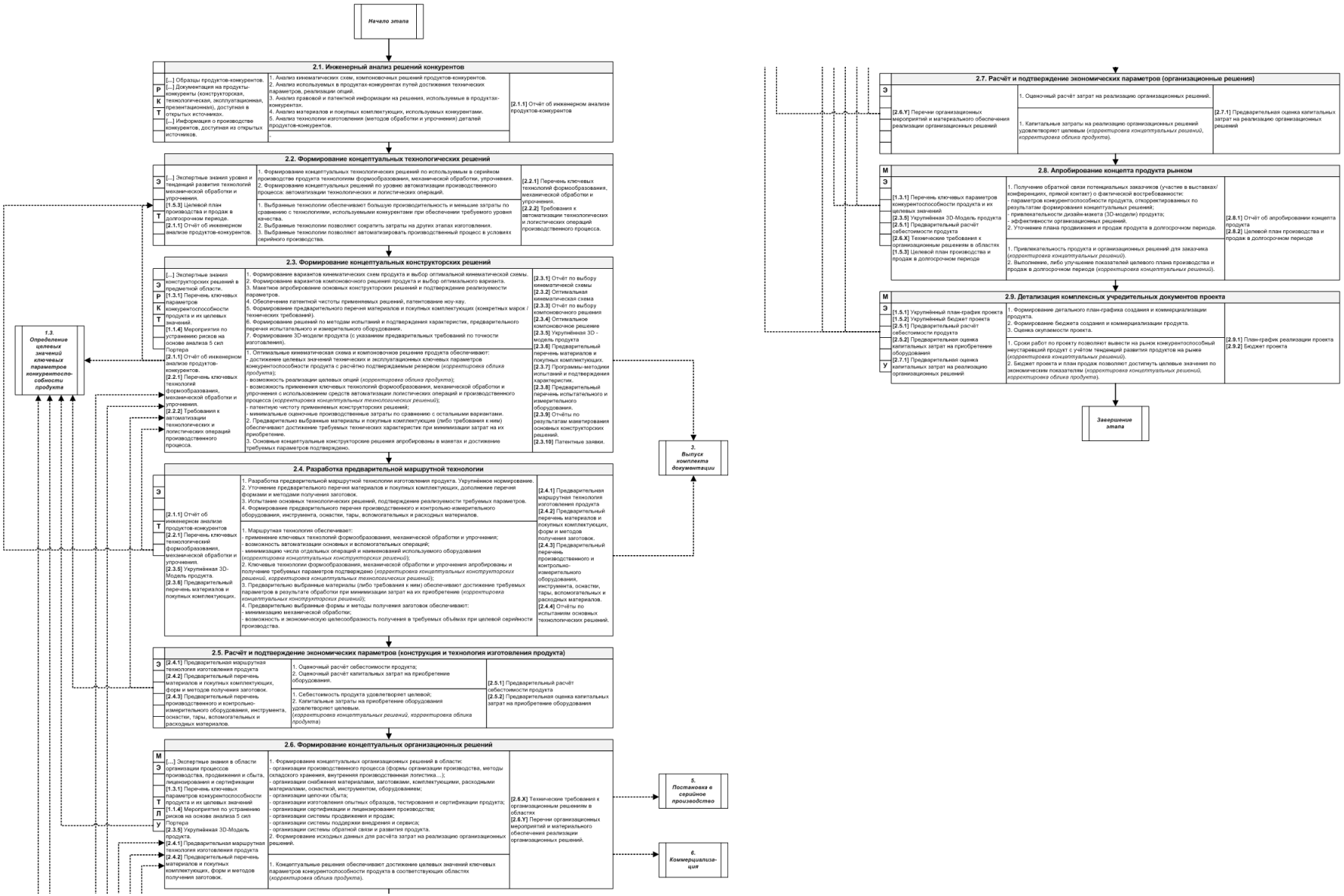
Практический пример: оптимизация системы замены смазки

Последовательность технологических операций

- Снятие заглушек и подключение системы замены смазочного материала
- Подача нового смазочного материала с одновременным вытеснением отработанного
- Отключение системы замены смазочного материала и установка заглушек



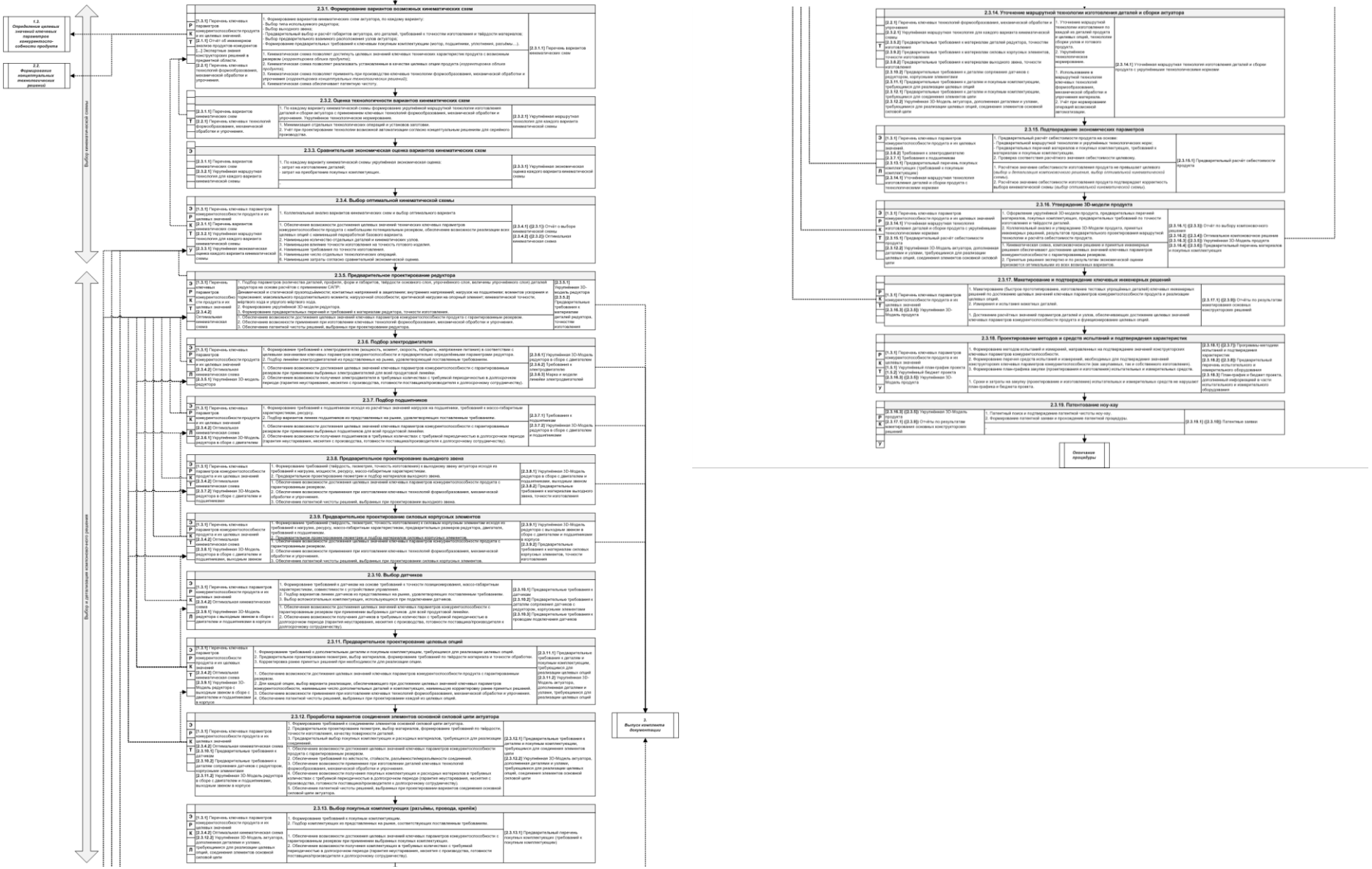
Декомпозиция алгоритма: этап формирования концептуальных решений



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Декомпозиция алгоритма: этап формирования концептуальных конструкторских решений

ДИАКОНТ



Декомпозиция алгоритма: задача предварительного проектирования редуктора

Начало процедуры

2.3.4. Выбор оптимальной кинематической схемы

2.2. Формирование концептуальных технологических решений

1.3 Определение целевых значений ключевых параметров конкуренто-способности продукта

2.3.5.1. Определение основной геометрии деталей РВП

P	**[1.3.1]** Перечень ключевых параметров конкурентоспособности продукта и их целевых значений: Целевые значения технических характеристик привода: - Номинальное усилие на выходном штоке; - Номинальная скорость выходного штока; - Номинальный момент двигателя; - Номинальная скорость вращения двигателя; - Грузоподъёмность; - Массогабаритные характеристики; - Точность позиционирования; - КПД. **[2.3.4.2]** Оптимальная кинематическая схема: Передаточная функция РВП. **[2.2.1]** Перечень ключевых технологий формообразования, механической обработки и упрочнения: возможности по обеспечению точности изготовления, получению твёрдости деталей.	1. Проведение расчётов при помощи САПР и определение: - Люфта или натяга в резьбе; - Осевой жёсткости и упругого мёртвого хода; - Кинематической погрешности; - Грузоподъёмности и ресурса; - КПД и самоторможения. 2. Подбор исходных параметров, обеспечивающих соответствие расчётных значений целевым значениям. 3. Определение при помощи САПР геометрических размеров и профилей резьбы деталей РВП.	**[2.3.5.1.1]** Расчётные значения: - Люфта или натяга в резьбе; - Осевой жёсткости и упругого мёртвого хода; - Кинематической погрешности; - Грузоподъёмности и ресурса; - КПД и самоторможения; - Требуемых момента и скорости двигателя. **[2.3.5.1.2]** Предварительные геометрические размеры и профили резьбы деталей РВП.
		1. Достижение РВП целевых значений ключевых параметров конкурентоспособности продукта при соблюдении ограничений, накладываемых двигателем, ключевыми технологиями механической обработки и упрочнения (*корректировка выбора кинематической схемы, корректировка ключевых технологий формообразования, механической обработки и упрочнения, корректировка целевых значений ключевых параметров конкурентоспособности*)	

2.3.5.2. Обеспечение отсутствия кромочного контакта в резьбе

P	**[1.3.1]** Перечень ключевых параметров конкурентоспособности продукта и их целевых значений: Целевые значения технических характеристик привода: - Номинальная нагрузка. **[2.2.1]** Перечень ключевых технологий формообразования, механической обработки и упрочнения: возможности по обеспечению точности изготовления, получению твёрдости деталей. **[2.3.5.1.2]** Предварительные геометрические размеры и профили резьбы деталей РВП.	1. Выбор радиуса дуги витка резьбы роликов. 2. Расчёт при помощи САПР пятна контакта резьбы (размеров, формы и положения) с учётом: - Погрешностей изготовления, накладываемых ключевыми технологиями механической обработки и упрочнения; - Требований по номинальной нагрузке. 3. Расчёт при помощи САПР глубины максимальных напряжений в резьбе и определение минимально допустимой толщины упрочнённого слоя. 4. Определение минимально допустимой ширины притупления резьбы для обеспечения отсутствия хрупкости. 5. Определение характера контакта в резьбе.	**[2.3.5.2.1]** Радиус дуги витка резьбы роликов. **[2.3.5.2.2]** Минимально допустимая толщина упрочнённого слоя. **[2.3.5.2.3]** Минимально допустимая ширина притупления резьбы.
		1. Контакт не является кромочным. 2. При кромочном контакте – уменьшение радиуса дуги витка резьбы роликов (с уменьшением радиуса пятно контакта увеличивается вдоль витка резьбы и уменьшается по высоте, площадь пятна уменьшается и давление увеличивается), повтор операции. 3. При невозможности уменьшения радиуса дуги витка резьбы роликов – *изменение основной геометрии деталей РВП.*	

2.3.5.3. Выбор значений твёрдости

P T	**[1.3.1]** Перечень ключевых параметров конкурентоспособности продукта и их целевых значений: Целевые значения технических характеристик привода: - Грузоподъёмность; **[2.2.1]** Перечень ключевых технологий формообразования, механической обработки и упрочнения: возможности по обеспечению точности изготовления, получению твёрдости деталей. **[2.3.5.1.2]** Предварительные геометрические размеры и профили резьбы деталей РВП. **[2.3.5.2.2]** Минимально допустимая толщина упрочнённого слоя.	1. Выбор значения твёрдости сердцевины детали. 2. Выбор значения поверхностной твёрдости.	**[2.3.5.3.1]** Значение твёрдости сердцевины детали **[2.3.5.3.2]** Значение поверхностной твёрдости
		1. Поверхностная твёрдость достаточна для выполнения требований по грузоподъёмности. 2. Поверхностная твёрдость достижима при применении ключевых технологий упрочнения. 3. Твёрдость сердцевины детали допустима с точки зрения её влияния на износ инструмента.	

2.3.5.4. Проверка интенсивности упрочнения

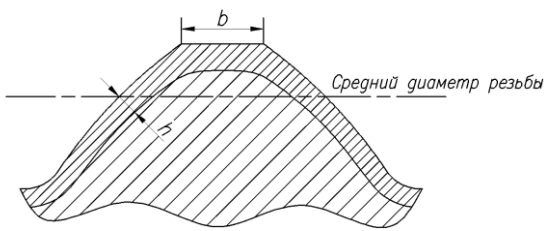
P T	**[2.3.5.1.2]** Предварительные геометрические размеры и профили резьбы деталей РВП. **[2.3.5.2.2]** Минимально допустимая толщина упрочнённого слоя. **[2.3.5.2.3]** Минимально допустимая ширина притупления резьбы. **[2.3.5.3.1]** Значение твёрдости сердцевины детали **[2.3.5.3.2]** Значение поверхностной твёрдости	1. Расчёт значения интенсивности упрочнения.	**[2.3.5.4.1]** Окончательные геометрические и прочностные параметры деталей РВП
		1. Интенсивность упрочнения в допустимых пределах (установлены экспериментальным путём). 2. При интенсивности упрочнения вне допустимых значений: - *Увеличение твёрдости сердцевины детали в пределах допустимого износа инструмента;* - *Уменьшение поверхностной твёрдости в пределах, обеспечивающих достижение требуемой грузоподъёмности.* 3. При невозможности, либо нецелесообразности изменения значения твёрдостей, *внесение изменений в исходные требования:* - *Увеличение габаритов РВП;* - *Снижение требований по грузоподъёмности.*	

2.3.5.5. Оформление результатов проектирования

P K	**[1.3.1]** Перечень ключевых параметров конкурентоспособности продукта и их целевых значений. **[2.3.5.4.1]** Окончательные геометрические и прочностные параметры деталей РВП.	1. Расчёт характеристик РВП с помощью САПР и подтверждение их соответствия целевым. 2. Оформление 3D-Модели редуктора, требований к материалам и точностям изготовления деталей редуктора.	**[2.3.5.5.1]** (**[2.3.5.1]**) Укрупнённая 3D-модель редуктора **[2.3.5.5.2]** (**[2.3.5.2]**) Предварительные требования к материалам деталей редуктора, точностям изготовления
		1. Расчётные характеристики РВП соответствуют целевым значениям ключевых параметров конкурентоспособности продукта (*возврат к началу проектирования*)	

Завершение процедуры

Декомпозиция алгоритма: расчёт и проверка критерия интенсивности упрочнения



Формула расчёта интенсивности упрочнения:

$$R = (HV_{пов} - HV_{сердц}) \cdot h \cdot \frac{b}{b_{min}}$$

$$b_{min} = 2 \cdot h \cdot tg(\frac{90° - \alpha}{2})$$

R – интенсивность упрочнения;
$HV_{пов}$ – твердость поверхности детали;
$HV_{сердц}$ – твёрдость сердцевины детали;
h – толщина упрочнённого слоя;
b – ширина притупления вершин резьбы;
b_{min} – минимально допустимая ширина притупления вершин резьбы;
α – половина угла профиля резьбы.

Критерий: $R \leq R_{макс}$

Значение $R_{макс} = 130$, получено эмпирическим путём. При этом значении образуется не более 2-х замкнутых контуров карбидной сетки.

Если $R > R_{макс}$:

1. Понижение $HV_{пов}$. **Ограничение**: значение твёрдости должно при расчёте обеспечивать номинальную нагрузку;
2. Повышение $HV_{сердц}$. **Ограничение**: значение твёрдости должно обеспечивать требуемую обрабатываемость материала резанием.
3. Уменьшение h, → уменьшение b_{min}. **Ограничение**: $h \geq h_{min}$, где $h_{min} = 2 \cdot z$, z – глубина напряжений, определённая при расчёте контакта;
4. Увеличение b. **Ограничение**: при расчёте контакта должно обеспечиваться отсутствие кромочного контакта при номинальной нагрузке.

Комплексное применение знаний различных дисциплин

Выбор материала и заготовки

Инженерные расчёты	Конструирование	Технологическая подготовка	Экономика и анализ	Результат
Формирование требований к физическим свойствам материала (*критерий - расчётное подтверждение достижения целевых значений выходных параметров*)	Формирование геометрии детали	Формирование маршрута обработки детали Формирование требований к форме и методам получения заготовки Формирование требований к физическим свойствам материала (*критерий – обрабатываемость и стойкость инструмента при обработке*), свойствам заготовки в состоянии поставки (*критерий – требуемая технологией форма, точность, качество поверхности, твёрдость…*)		*Предварительный перечень материалов на основе конструкторских требований*
				Предварительный перечень материалов на основе конструкторских и технологических требований
			Формирование экономических ограничений (*критерий - объёмы и периодичность поставки, стоимость получения материала и заготовки, затраты на обработку*)	*Оптимальный материал и заготовка* либо *Перечень материалов и заготовок для испытаний*
Формирование методики испытания материалов, проведение испытаний и измерений, подтверждение конструкторских и технологических параметров			Расчёт и подтверждение экономических характеристик	*Оптимальный материал и заготовка*