

Интеграция ТРИЗ в образовательную программу «Аддитивные технологии» подготовки бакалавров

(образовательная программа «Аддитивные технологии» в вузе)

ПЕТРОВ Павел

к.т.н., доцент

кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

Московский политехнический университет

13 октября 2024 года, ТРИЗ Саммит 2024



Интеграция ТРИЗ в образовательную программу
(образовательная программа «Аддитивные технологии» в вузе)

Содержание:

- О вузе, об образовательной программе и выпускающей кафедре
- Модель образовательной программы «Аддитивные технологии»
- Ключевые модули программы
- Примеры проектов: где место исследованиям?

**Интеграция ТРИЗ в образовательную программу
(образовательная программа «Аддитивные технологии» в вузе)**

О вузе и применении 3D-технологий в учебных программах.

- Московский политех **флагман проектного обучения**
- Первый выпуск молодых специалистов по АТ в 2018 году
- Первый выпуск магистров по АТ в 2020 году
- **3D-технологии: общеинженерные и профильные дисциплины**



Московский политех сегодня:

- Филиалов: 6
- Общий контингент студентов: 20000+
- Образовательных программ: 275
- Выпускающие факультеты и институты: 6 + 3
- [web: www.mospolytech.ru](http://www.mospolytech.ru)

Выпускающая кафедра «ОМДиАТ» сегодня:

- Лаборатории: 2
- Образовательных программ: 4
- Факультет: машиностроения

Модель образовательной программы «Аддитивные технологии»

Дисциплины образовательной программы по АТ (Мосполитех):

ЦЕЛЬ ПРОГРАММЫ

Идея =
(создание концепции
нового решения)

элементы конструкции;
технология; новые концепции

3D-сканирование

3D-моделирование

Моделирование =

проектирование изделий;
оборудования/технологий;

3D-печать (АТ)

3D-моделирование

Технология =

изготовление изделия;
режимы технологий

3D-сканирование

Модель образовательной программы «Аддитивные технологии»

знать и уметь пользоваться численными методами, востребованными в АП;

уметь разрабатывать и совершенствовать технологические процессы АП;

уметь оптимизировать, в том числе на основе принципов бионического дизайна форму инструмента и изделия;

уметь подбирать оборудование для реализации технологических процессов и проектировать производственные участки в профессиональной области;

уметь организовывать НИР и ОКР для развития проекта;

уметь применять специализированные программные комплексы для технологического моделирования и оптимизации технологии в профессиональной области;

уметь разрабатывать самому и в составе проектной команды проект от идеи до функционального прототипа в профессиональной области.

**Профстандарт №40.159
«Специалист по аддитивным
технологиям»,
уровень квалификации 5, 6**

Модель образовательной программы «Аддитивные технологии»

Когда начинается «специальность»?



Практика есть на 1, 2, 3, 4 курсах

Ключевые модули программа

ОСНОВНЫЕ СМЫСЛОВЫЕ БЛОКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Базовые инженерные дисциплины

Обратный инжиниринг, топологическая оптимизация

Дисциплины экономической направленности

Материаловедение.

Аддитивные технологии: теория и технология

Традиционные технологии производства

Гуманитарные дисциплины

Инструменты создания нововведений и изобретений

Управление проектами, технологическое предпринимательство

Ключевые модули программы

ключевые блоки образовательной программы

БЛОК ДИСЦИПЛИН (ключевые)	Содержание (уникальная компетенция)
Обратный инжиниринг, топологическая оптимизация	Подготовка в области обратного инжиниринга и бионического дизайна с применением инструментария CAD/CAE-систем, что является основой аддитивных технологий и разработке новых концепций
Аддитивные технологии: теория и технология	Подготовка в области аддитивных технологий, включающая этапы производства: от материала к изделию.
Инструменты создания нововведений и изобретений	Подготовка в области методов и инструментов ТРИЗ, применяемых для создания новых продуктов, поиска новых технических решений, разработки/совершенствования технологий, оборудования, материалов.

Ключевые дисциплины

Модуль:

Инструменты создания нововведений и изобретений

	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
История инноваций и изобретательства	*	-	-	-
Алгоритмы решения нестандартных задач	*	*	-	-
Методы и инструменты ТРИЗ	-	*	*	-
Аналитические инструменты ТРИЗ+	-	*	*	-
Законы развития технических систем	-	-	-	*
Прогнозирование и экспертиза инновационных проектов				*
Проектная деятельность	*	*	*	*
Защита авторских прав и ИС	-	-	-	*
Оформление заявок на патенты в аддитивном производстве	-	-	-	*

Ключевые дисциплины

Модуль:

Инструменты
создания
нововведений и
изобретений

	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
История инноваций и изобретательства	*	-	-	-
Алгоритмы решения нестандартных задач	*	*	-	-
Методы и инструменты ТРИЗ	-	*	*	-
Аналитические инструменты ТРИЗ+	-	*	*	-

Технические решения
Эффекты

РТВ
ТРИЗ
(часть 1: ИКР,
противоречия, ТС и т.д)

ТРИЗ
(часть 2: ПА, ПСА,
Тр, ДА, ФА, АРИЗ,
ресурсы)

Ключевые дисциплины

Модуль:

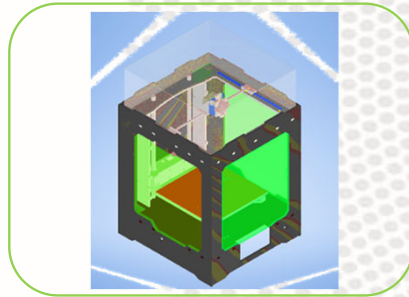
**Инструменты
создания
нововведений и
изобретений**

	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
Законы развития технических систем	-	-	-	*
Прогнозирование и экспертиза инновационных проектов				*
Проектная деятельность	*	*	*	*
Защита авторских прав и ИС	-	-	-	*
Оформление заявок на патенты в аддитивном производстве	-	-	-	*

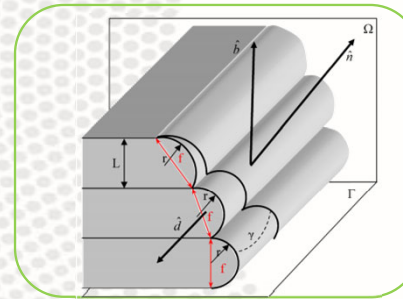


Подготовка выпускной работы

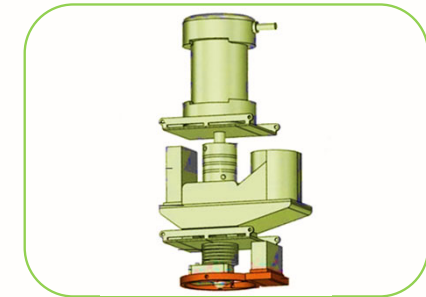
Примеры проектов: где место исследования?



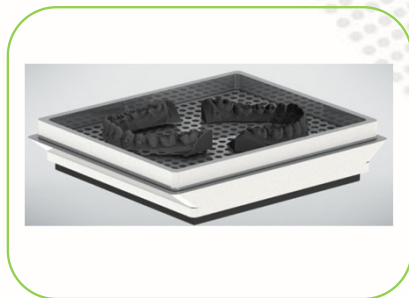
Кейс 1: 3Д-печать
низкотемпературным пластиком



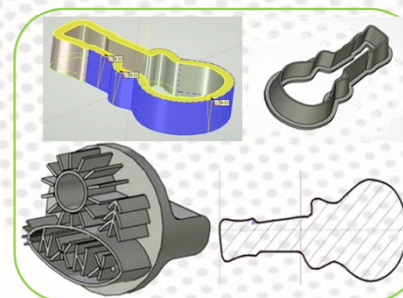
Кейс 2: пост-обработка
поверхности изделия из пластика



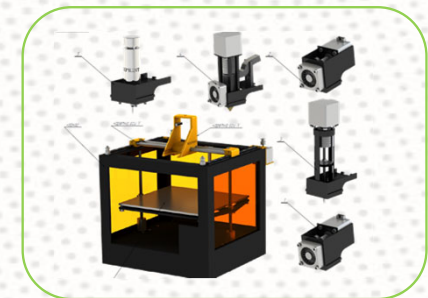
Кейс 3: микрешек для
3Д-печати



Кейс 4: вакуумформер с
увеличенным количеством
формовок

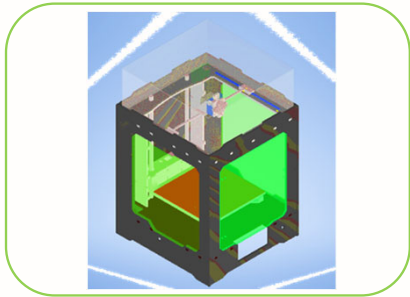


Кейс 5: сменный инструмент для
изготовления форм из
биоматериала



Кейс 6: ... многое другое

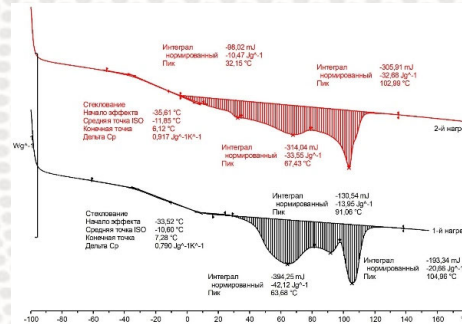
Примеры проектов: где место исследованиям?



Кейс 2: 3D-печать
низкотемпературным пластиком

Свойства:

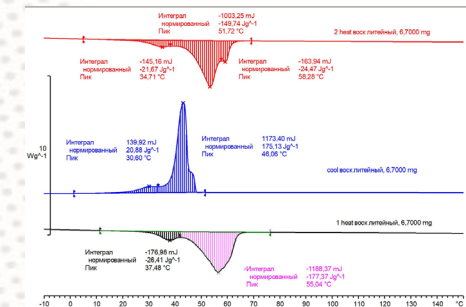
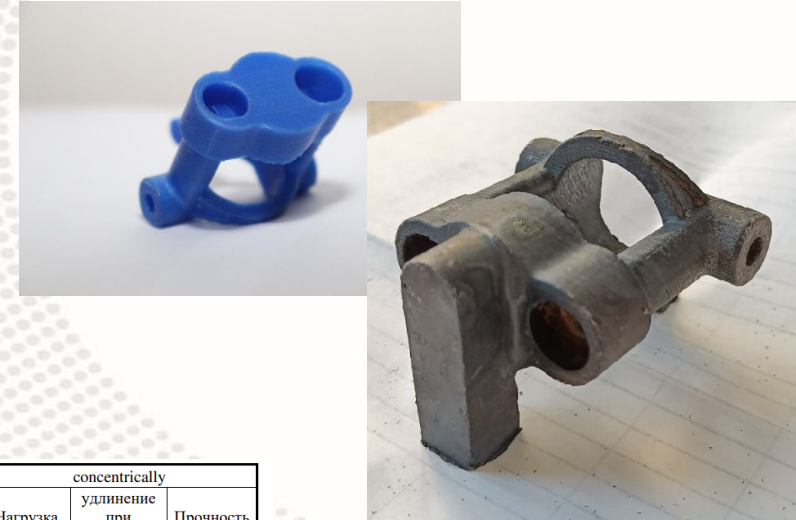
- тепловые-I
- механические
- тепловые-II



**Тепловые свойства материала (ДСК)
– выбор температуры 3D-печати**

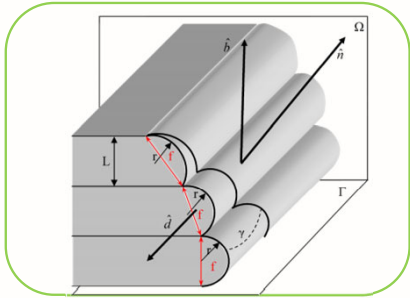
Температура	rectilinear 45			concentrically		
	Нагрузка N	удлинение при разрыве %	Прочность МПа	Нагрузка N	удлинение при разрыве %	Прочность МПа
90	40,9	91,6	3,19	44,3	95,9	3,48
100	51,2	58,2	4,14	54,7	38,4	4,25
102	53,2	32,7	4,18	56,7	20,3	4,54
105	47,1	38,9	3,81	58,4	25,8	4,68
110	54,4	23,1	4,4	64,4	20,6	5,22

Механические свойства материала



**Тепловые свойства материала (ДСК)
– выбор температуры выплавления**

Примеры проектов: где место исследованиям?



Кейс 3: пост-обработка поверхности изделия из пластика

Свойства:

- тепловые
- механические
- оптические
- электрические

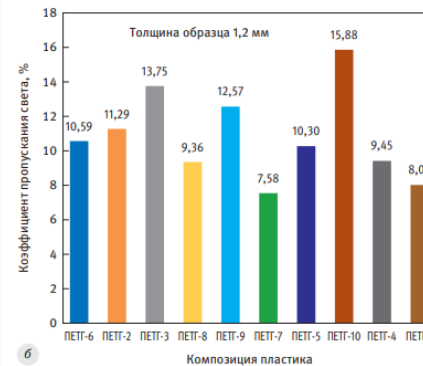
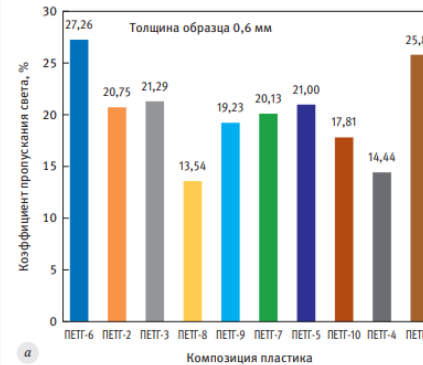
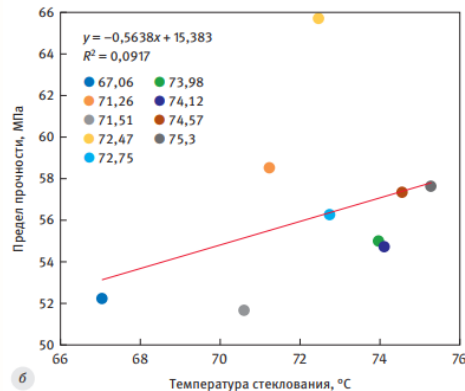
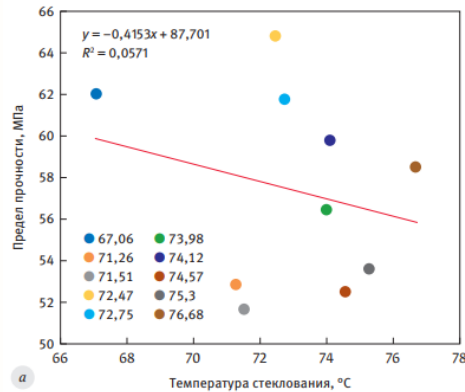


Рис. 18. Влияние состава композиции пластика на коэффициент пропускания света на длине волны 650 нм (ориентация 0°); а – 6 слоев; б – 12 слоев

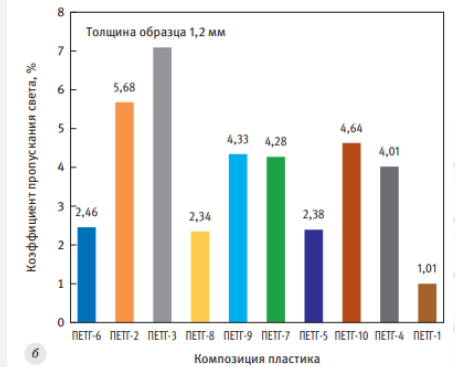
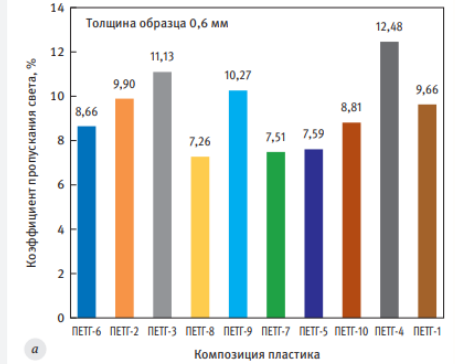


Рис. 19. Влияние состава композиции пластика на коэффициент пропускания света на длине волны 650 нм (ориентация 90°); а – 1,5 слоя; б – 3 слоя

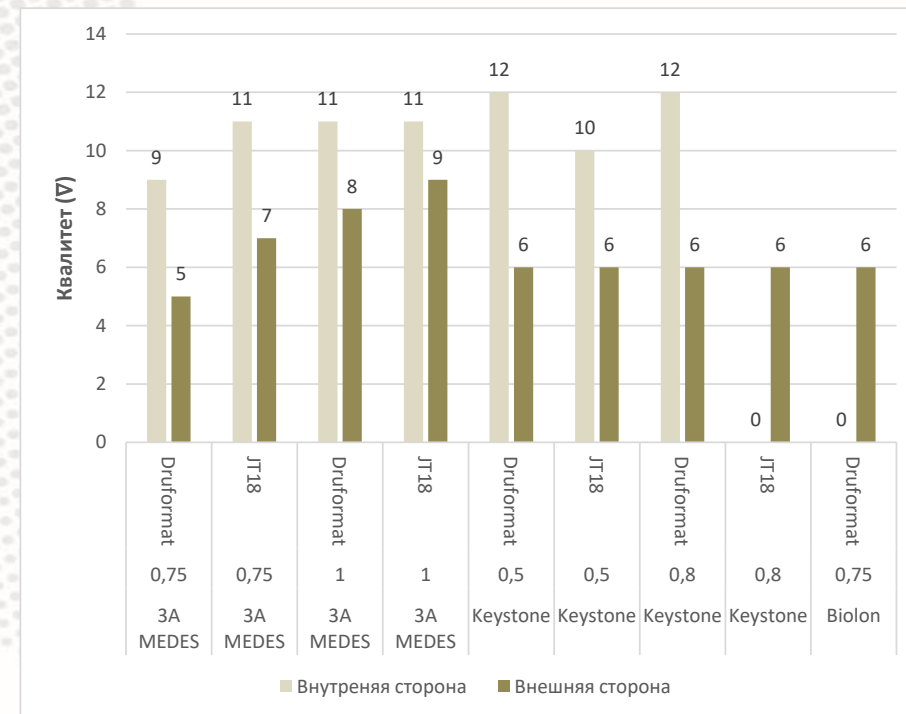
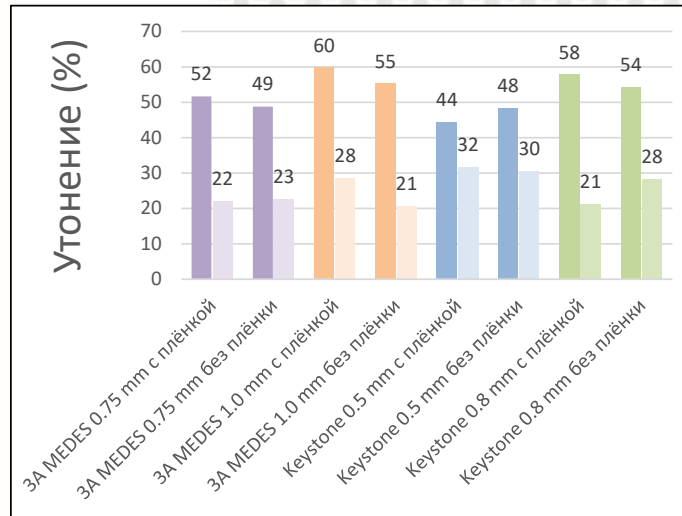
Примеры проектов: где место исследованиям?



Кейс 5: вакуумформер с увеличенным количеством формовок

Свойства:

- тепловые
- оптические
- геометрические размеры
- шероховатость поверхности



Интеграция ТРИЗ в образовательную программу «Аддитивные технологии» подготовки бакалавров (образовательная программа «Аддитивные технологии» в вузе)

ПЕТРОВ Павел

к.т.н., доцент

кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

Московский политехнический университет

E-mail:

petrov_p@mail.ru p.a.petrov@mospolytech.ru

13 октября 2024 года, ТРИЗ Саммит 2024

