



**ИЛМСТ**  
ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**СПбГМУ**

**Образование в области аддитивных технологий — опыт СПбГМУ**

28 мая 2021г.



Институт лазерных и сварочных технологий – подразделение Санкт-Петербургского государственного морского технического университета.

Численность – 50 человек.

Сфера деятельности:

- НИР
- НИОКР
- НИОКТР
- Разработка и поставка оборудования
- Обучение персонала заказчиков

Ключевые технологии:

- Прямое лазерное выращивание
- Лазерная и лазерно-дуговая сварка
- Технологии обработки поверхностей: наплавка, термоупрочнение



## Прямое лазерное выращивание

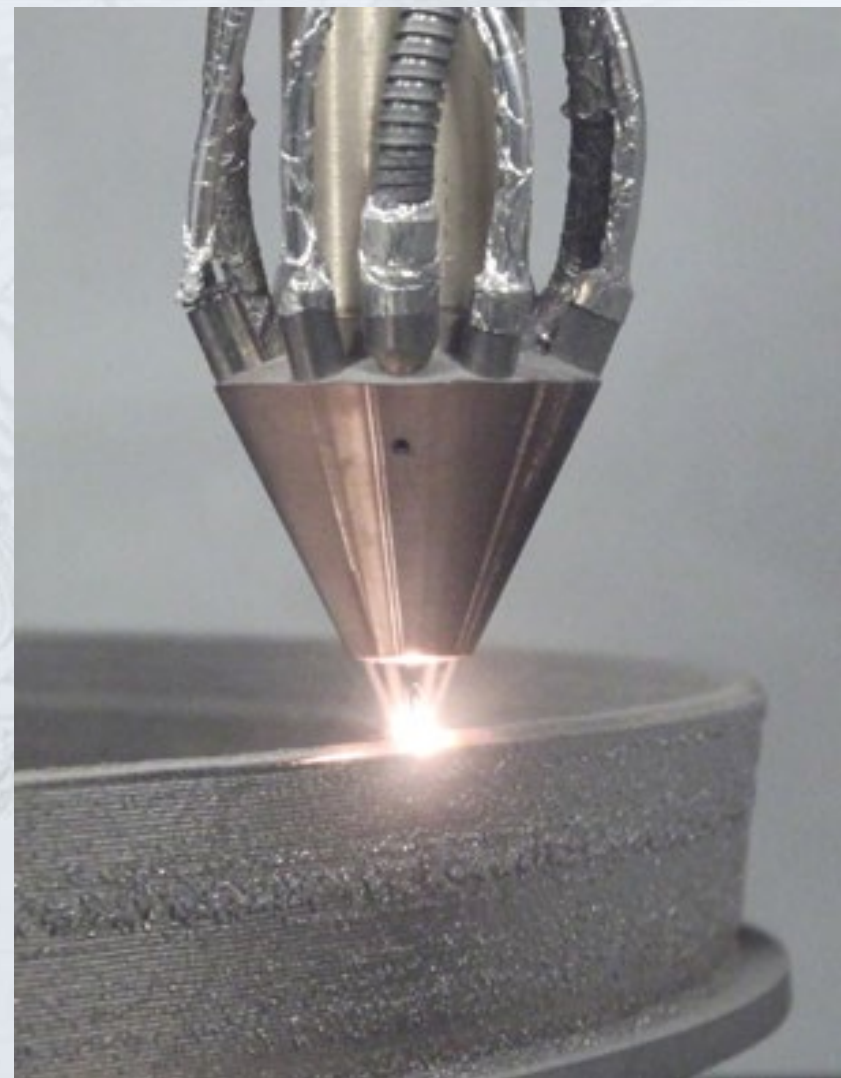
2

Технология ПЛВ – это аддитивная технология изготовления изделий путем лазерной наплавки металлических порошков.

Для выращивания используются роботизированные технологические комплексы с контролируемой атмосферой, размер изделия может быть от 100 мм до 4000 мм.

В качестве материалов используются нержавеющие и высокопрочные стали, никелевые коррозионно-стойкие и жаропрочные сплавы, сплавы на основе кобальта, меди, а также металлокерамики на основе карбида вольфрама. Возможно использование нескольких материалов одновременно для получения биметаллических изделий и градиентных переходов. В рамках одной технологической установки можно проводить операции выращивания, нанесения покрытий, ремонтные операции и операции лазерной сварки.

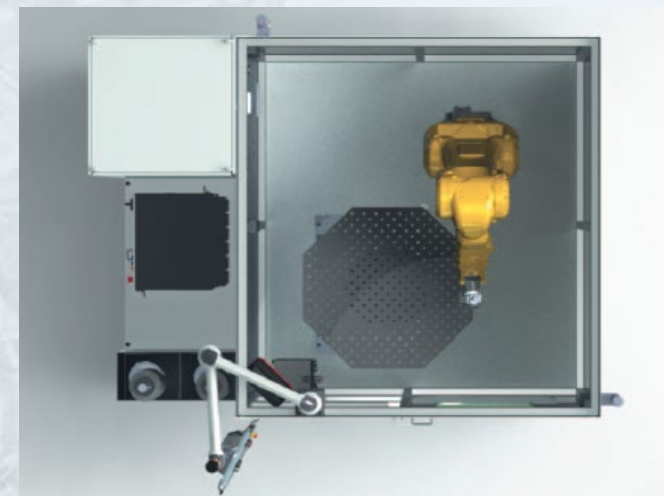
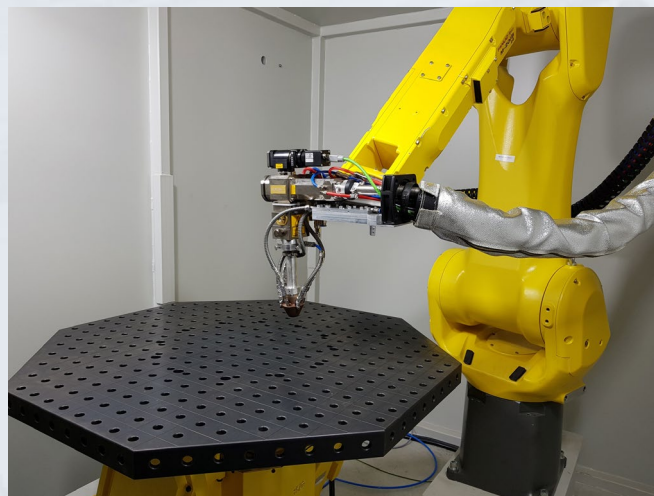
Производительность процесса выращивания составляет 0.5-1.5 кг/ч.





## Среднегабаритная установка прямого лазерного выращивания

3

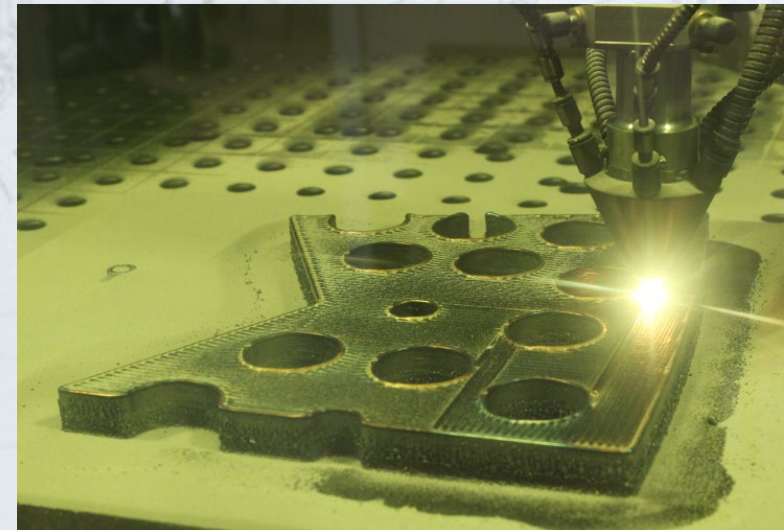
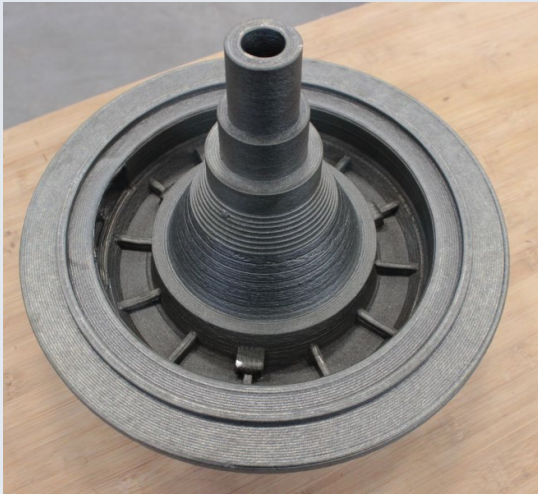


### Среднегабаритная установка ПЛВ:

- Манипулятор: робот + 2х осевой позиционер
- Максимальный размер изделия:  $\varnothing$  1300 мм, h=800мм
- Производительность на сплавах Ti: до 1 кг/ч
- Производительность на сплавах Fe, Ni, Co: до 1,5 кг/ч
- Контролируемая атмосфера чистого Аргона (<100 ppm O<sub>2</sub>)
- Волоконный лазер ЛС-3: 3 кВт
- Порошковый питатель: 2 x 5 л



# Примеры изделий





- **Программы высшего образования:**
  - Бакалавриат: 15.03.01.02 «Лазерные технологии»
  - Магистратура: 15.04.01.02 «Цифровые лазерные и аддитивные технологии»
- **Программы повышения квалификации:**
  - «Металлические и композиционные порошковые материалы для аддитивного производства» (72 часа)
  - «Построение изделий методом прямого лазерного выращивания» (72 часа)
    - Базовое программирование промышленных роботов
    - Эксплуатация роботизированного комплекса прямого лазерного выращивания
    - Создание управляющих программ с использованием САМ-системы
  - «Лазерная обработка материалов. Теория и практика» (30 часов)
    - Физические основы лазерных технологий
    - Технологии и оборудования лазерной обработки
  - «Конструктивно-технологическое проектирование в аддитивном производства» (72 часа)
    - Физические основы лазерных аддитивных технологий
    - Проектирование изделий для аддитивных технологий
    - Оборудование аддитивных технологий
- **Обучение в рамках договоров поставки оборудования:**
  - Состав и эксплуатация оборудования
  - Основы технологии ПЛВ
  - Создание управляющих программ



- Технологические работы:
  - Отработка режимов
  - Формообразование
  - Повышение точности изготовления
- Конструкторские работы:
  - Перепроектирование изделий с учетом требований аддитивных технологий
- Материаловедение:
  - Свойства изделий
  - Управление структурой
  - Постобработка
  - Контроль качества
- Проектирование технологического оборудования:
  - Макетирование
  - РКД
  - Изготовление

### Ключевые технологии:

- Прямое лазерное выращивание
- Роботизированная лазерная сварка
- Гибридная лазерно-дуговая сварка
- Лазерная порошковая наплавка
- Лазерное термоупрочнение
- Роботизированная лазерная резка
- ЗД сканирование



- Твердотельное моделирование (CAD): Siemens NX, Solidworks, Fusion 360
  - Создание 3Д моделей и сборок.
  - Создание чертежей для производства и постобработки
  - Разработка рабочей конструкторской документации
- Поверхностное моделирование: Autodesk Powershape, Siemens NX, Geomagic Design X
  - Создание поверхностей свободной формы
  - Подготовка технологических моделей
  - Реверс-инжиниринг
- Работа с сетками: Geomagic Design X, Geomagic Control X, Autodesk Powershape
  - Создание моделей для печати FDM, SLA, SLS
  - Работа со сканами: чистка, сшивка, перенатягивание сетки
- Инженерный анализ (CAE): Siemens NX, Solidworks, Ansys, Abaqus
  - Исследование деформаций изделий под нагрузкой
  - Топологическая оптимизация
  - Моделирование процесса печати





## Подготовка управляющих программ:

- Послойные технологии (FDM, SLM, SLA): Materialise Magics
  - Подготовка моделей
  - Размещение изделий
  - Создание поддержек
  - Генерация УП
- Технологии на многоосевых манипуляторах: 5-ти осевая кинематика, промышленные роботы (Autodesk Powermill)
  - Создание траекторий
  - Слияние, сортировка, технологические параметры
  - Симуляция и постпроцессирование

## ЗД сканирование:

- Программное обеспечение сканера: VX Elements
- Подготовка изделий перед сканированием
- Обработка результатов
- Реверс-инжиниринг



- Лабораторные работы:
  - Решение стандартных кейсов 3Д печати: моделирование – печать – 3Д сканирование
  - Решение стандартных кейсов реверс-инжиниринга: 3Д сканирование – моделирование – печать – контроль геометрии
  - Решение стандартных кейсов по метрологии: 3Д сканирование – работа с STL – отчет о сравнении геометрии
- Внутренние проекты (дипломные работы):

Использование метрологии, реверс-инжиниринга и 3Д печати во внутренних проектах университета:

  - Разработка лабораторных работ других направлений
  - Дипломные работы (бакалавры и магистры) основных и смежных направлений
  - Диссертации аспирантов
- Проекты с внешним заказчиком (НИР, НИОКР, услуги):
  - Заказы на 3Д печать, реверс-инжиниринг, метрологию: частные заказы небольшой стоимости с целью набора опыта
  - Научно-исследовательские работы по направлениям: 3Д печать, материаловедение, топологическая оптимизация
  - «Тяжелые» НИР при поддержке РНФ и РФФИ
  - «Тяжелые» НИОКР по заказу госкорпораций, Министерства высшего образования и науки



20–22 СЕНТЯБРЯ 2021

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, РОССИЯ

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И  
ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ»**

<https://btla.smtu.ru/>



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

