



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Институт морских технологий, энергетики и строительства

«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
(программа повышения квалификации)

«ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Трудоемкость – 72 ч.

РАЗРАБОТЧИК: кафедра судостроения, судоремонта и морской техники

АВТОР: преподаватель Гришин Павел Романович

г. Калининград, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 Пояснительная записка | 3 |
| 2 Учебный план и календарный учебный график | 6 |
| 3 Рабочие программы дисциплин (модулей) | 7 |
| 3.1 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Аддитивное производство»..... | 7 |
| 3.2 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Классификация технологий..... | 8 |
| 3.3 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Создание и подготовка цифровой 3D модели к 3D печати» | 9 |
| 3.4 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Обслуживание установок для 3D печати»..... | 10 |
| 3.5 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Постобработка напечатанных изделий» | 11 |
| 4 Организационно-педагогические условия | 13 |
| 5 Итоговая аттестация по программе | 14 |

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа реализуется в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», профессиональным стандартом 11.018 «Оператор трехмерной печати», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.10.2021 № 750н, положением об организации и осуществлении образовательной деятельности по программам дополнительного образования и основным программам профессионального обучения ФГБОУ ВО «КГТУ».

Цель: Изготовление изделий с использованием технологического оборудования трехмерной печати. Организация и ведение технологического процесса создания изделий по компьютерной (цифровой) модели на установках для аддитивного производства.

Задачи:

- выпуск изделий, соответствующих по качеству нормативно-технической документации, с использованием технологического оборудования трехмерной печати;
- создавать и корректировать средствами компьютерного проектирования цифровые трехмерные модели изделий;
- контролировать правильность функционирования оборудования трехмерной печати, регулировать его элементы, корректировать программируемые параметры;
- проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на установках для аддитивного производства.

Категория слушателей. (требования к квалификации слушателей): Лица, имеющие и (или) получающие высшее или среднее профессиональное образование.

Срок освоения: 72 ч.

Режим занятий: Без отрыва от основного вида деятельности.

Форма обучения: Очная

Планируемые результаты обучения. Компетентностный профиль программы.

Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения:

- ПК-1 Организовывать и вести технологический процесс на установках для аддитивного производства;
- ПК-2 Создавать и корректировать средствами компьютерного проектирования цифровые трехмерные модели изделий;
- ПК-3 Подбирать параметры аддитивного технологического процесса и разрабатывать оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной/цифровой модели);
- ПК-4 Диагностировать неисправности установок для аддитивного производства;
- ПК-5 Организовывать и осуществлять техническое обслуживание и текущий ремонт механических и электронных элементов установок для аддитивного производства.

Профессиональный стандарт 11.018 «Оператор трехмерной печати», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.10.2021 № 750н.

ОТФ: код А - Изготовление изделий с использованием оборудования трехмерной печати.

ТФ: код А/01.4 - Подготовка и контроль расходных материалов, необходимых для изготовления изделий на оборудовании трехмерной печати в соответствии с заданием;

код А/02.4 - Технологическая настройка оборудования трехмерной печати, производство изделий в соответствии с заданием;

код А/03.4 - Доводка параметров изделия трехмерной печати до требований задания;

код А/04.4 - Техническое обслуживание оборудования трехмерной печати по окончании выполнения задания.

- знания:
- 1) способы выполнения заданий по изготовлению изделий на оборудовании трехмерной печати;
 - 2) требования к планировке, оснащению и организации рабочей зоны оборудования трехмерной печати;
 - 3) принципы работы и устройство вспомогательного оборудования, необходимого для производства изделий на оборудовании трехмерной печати;
 - 4) основные технологии трехмерной печати;
 - 5) виды и характеристики расходных материалов, применяемых в трехмерной печати, типичные дефекты расходных материалов;
 - 6) устройство и технические характеристики оборудования трехмерной печати, включая систему управления;
 - 7) особенности изготовления изделий на оборудовании трехмерной печати в зависимости от используемых технологий и расходных материалов;
 - 8) требования к климатическим условиям в рабочей зоне оборудования трехмерной печати;
 - 9) профессиональная терминология в области трехмерной печати;
 - 10) требования охраны труда, производственной санитарии, электро- и пожарной безопасности.

- умения:
- 1) выбирать способы действий для выполнения задания в соответствии с руководством пользователя и действующими инструкциями по изготовлению изделий на оборудовании трехмерной печати;
 - 2) проводить подготовку рабочей зоны к поступлению расходных материалов и технологической оснастки, необходимых для выполнения задания по изготовлению изделия на оборудовании трехмерной печати, размещать расходные материалы и технологическую оснастку в рабочей зоне;
 - 3) использовать вспомогательное оборудование и технологическую оснастку при выполнении задания;
 - 4) оценивать соответствие поступающих расходных материалов по номенклатуре и качеству требованиям задания, выбраковывать дефектные расходные материалы;
 - 5) пользоваться приборами для контроля качества расходных материалов и параметров технологических процессов изготовления изделий.

- трудовые действия:
- 1) получение задания и выбор способов действий для его выполнения в соответствии с руководством пользователя и действующими инструкциями по изготовлению изделий на оборудовании трехмерной печати;
 - 2) подготовка рабочей зоны для приема расходных материалов, необходимых для выполнения задания на оборудовании трехмерной печати, размещение материалов в рабочей зоне;
 - 3) проверка соответствия расходных материалов требованиям задания по номенклатуре и качеству;
 - 4) проверка климатических условий в рабочей зоне оборудования трехмерной печати.

2 УЧЕБНЫЙ ПЛАН

| № | Наименование предметов, курсов, дисциплин (модулей) | Всего часов | в том числе | | | Форма аттестации |
|--------|--|-------------|-------------|----------------|----|------------------|
| | | | лекции | практ. занятия | СР | |
| 1 | Аддитивное производство | 4 | 4 | - | - | - |
| 2 | Классификация технологий 3D печати | 12 | 6 | 4 | 2 | Зачет |
| 3 | Создание и подготовка цифровой 3D модели к 3D печати | 18 | 6 | 4 | 8 | Зачет |
| 4 | Обслуживание установок для 3D печати | 18 | 6 | 4 | 8 | Зачет |
| 5 | Постобработка напечатанных изделий | 18 | 6 | 4 | 8 | Зачет |
| 6 | Итоговая аттестация | 2 | | | 2 | Зачет, КР |
| Итого: | | 72 | 28 | 16 | 28 | |

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

| № учебной недели с начала обучения | | | | |
|------------------------------------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| А | А | И | × | × |

- – учебная неделя;
- А – промежуточная аттестация;
- И – итоговая аттестация;
- × – нет недели

3 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

3.1 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Аддитивное производство»

3.1.1 Пояснительная записка

| | |
|---|---|
| Цель: | формирование знаний в области теоретических представлений о создании трехмерных объектов методами аддитивного производства. |
| В результате изучения слушатели должны: | |
| знать: | - основные этапы создания трехмерных объектов методами аддитивного производства. |
| уметь: | - использовать справочную литературу, планировать процесс поиска; - структурировать получаемую информацию; - выделять наиболее значимое в перечне информации. |
| владеть: | - навыками, в том числе с использованием информационных технологий, изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области аддитивных технологий. |

3.1.2 Учебно-тематический план

| № | Наименование разделов и тем | Всего часов | в том числе | | | Проверка знаний |
|---|--|-------------|-------------|----------------|----|-----------------|
| | | | лекций | практ. занятий | СР | |
| 1 | Определение аддитивных технологий производства | 2 | 2 | - | - | - |
| 2 | История 3D печати и области применения | 2 | 2 | - | - | - |
| 3 | Промежуточная аттестация | - | | | - | - |
| | Итого: | 4 | 4 | | | |

3.1.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Определение аддитивных технологий производства

Введение. Определение понятия «Аддитивные технологии». Краткий обзор классификации аддитивных технологий.

Тема 2. История 3D печати и области применения.

История и предпосылки возникновения аддитивных технологий. Обзор областей применения аддитивных технологий. Применение в промышленности.

3.1.4 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация не предусмотрена.

3.1.5 Обеспеченность образовательного процесса учебной литературой и информационными ресурсами

Материалы дисциплины для слушателей размещены в электронной информационной образовательной среде университета – <http://eios.klgtu.ru/>

3.2 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Классификация технологий 3D печати»

3.2.1 Пояснительная записка

| | |
|---|---|
| Цель: | формирование знаний, умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности в области аддитивных технологий. |
| В результате изучения слушатели должны: | |
| знать: | - основные виды технологий 3D печати и их подклассы. |
| уметь: | - определять классификацию технологий 3D печати; - применять необходимый вид 3D печати под поставленные задачи. |
| владеть: | - навыками в постановке задачи для изготовления изделий методами аддитивных технологий. |

3.2.2 Учебно-тематический план

| № | Наименование разделов и тем | Всего часов | в том числе | | | Проверка знаний |
|---|---------------------------------|-------------|-------------|----------------|----|-----------------|
| | | | лекций | практ. занятий | СР | |
| 1 | FDM технологии | 4 | 2 | 2 | - | - |
| 2 | SLA технологии | 4 | 2 | 2 | - | - |
| 3 | SLS и SLM технологии | 2 | 2 | - | - | - |
| 4 | Промежуточная аттестация | 2 | - | - | 2 | Зачет |
| | Итого: | 12 | 6 | 4 | 2 | |

3.2.3 Содержание дисциплины

Тема 1. FDM технологии.

Основные сведения. Используемые материалы. Области применения и решаемые задачи. Классификация устройств для FDM печати. Правила обеспечения безопасности при использовании данного метода печати.

Тема 2. SLA технологии.

Основные сведения. Используемые материалы. Области применения и решаемые задачи. Классификация устройств для SLA печати. Правила обеспечения безопасности при использовании данного метода печати.

Тема 3. SLS и SLM технологии.

Основные сведения. Используемые материалы. Области применения и решаемые задачи. Классификация устройств для SLS и SLM печати. Правила обеспечения безопасности при использовании данных методов печати.

3.2.4 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация в виде зачета с защитой реферата на темы:

- 1) Актуальность применения FDM технологии на судостроительном производстве.
- 2) Актуальность применения SLA технологии на судостроительном производстве.
- 3) Актуальность применения SLS технологии на судостроительном производстве.
- 4) Актуальность применения SLM технологии на судостроительном производстве.

3.2.5 Обеспеченность образовательного процесса учебной литературой и информационными ресурсами

Материалы дисциплины для слушателей размещены в электронной информационной образовательной среде университета – <http://eios.klgtu.ru/>.

3.3 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Создание и подготовка цифровой 3D модели к 3D печати»

3.3.1 Пояснительная записка

| | |
|---|--|
| Цель: | формирование у обучающихся теоретических и практических знаний, умений и навыков создания и подготовки цифровой 3D модели к 3D печати. |
| В результате изучения слушатели должны: | |
| знать: | - требования к компьютерным моделям, предназначенным для производства методом аддитивных технологий. |
| уметь: | - осуществлять проверку и исправление ошибок в цифровых моделях; - моделировать необходимые объекты, предназначенные для последующего производства в компьютерных программах, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели. |
| владеть: | - навыками создания и корректировки цифровых 3D моделей для дальнейшей 3D печати. |

3.3.2 Учебно-тематический план

| № | Наименование разделов и тем | Всего часов | в том числе | | | Проверка знаний |
|---|--|-------------|-------------|----------------|----|-----------------|
| | | | лекций | практ. занятий | СР | |
| 1 | Основные требования к цифровым 3D моделям для FDM и SLA технологии печати. | 4 | 2 | - | 2 | - |
| 2 | Создание и корректировка цифровых 3D моделей | 6 | 2 | 2 | 2 | - |
| 3 | Окончательная подготовка цифровой 3D модели к 3D печати в слайсере | 6 | 2 | 2 | 2 | - |
| 4 | Промежуточная аттестация | 2 | | | 2 | Зачет |
| | Итого: | 18 | 6 | 4 | 8 | |

3.3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные требования к цифровым 3D моделям для FDM и SLA технологии печати.

Понятие цифровой 3D модели. Правила и требования к 3D моделям для корректного изготовления их на 3D принтерах различной технологии печати.

Тема 2. Создание и корректировка цифровых 3D моделей.

Основные методы создания 3D моделей. 3D сканирование. Методы адаптации 3D моделей под требования 3D печати.

Тема 3. Окончательная подготовка цифровой 3D модели к 3D печати в слайсере.

Виды слайсеров. Настройки программы. Методы вывода на 3D печать.

3.3.4 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация в виде зачета с защитой презентации подготовленной к 3D печати цифровой 3D модели, выполненной в соответствии с заданием преподавателя.

3.3.5 Обеспеченность образовательного процесса учебной литературой и информационными ресурсами

Материалы дисциплины для слушателей размещены в электронной информационной образовательной среде университета – <http://eios.klgtu.ru/>.

3.4 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Обслуживание установок для 3D печати»

3.4.1 Пояснительная записка

| | |
|---|---|
| Цель: | формирование у обучающихся теоретических и практических знаний, умений и навыков обслуживания оборудования для 3D печати. |
| В результате изучения слушатели должны: | |
| знать: | - физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, правила технического обслуживания оборудования для 3D печати. |
| уметь: | - проводить анализ неисправностей электрооборудования; - подбирать технологическое оборудование для ремонта и эксплуатации аддитивных установок и вспомогательных электромеханических, электротехнических, электронных и оптических устройств и систем, определять оптимальные варианты его использования. |
| владеть: | - навыками обслуживания и ремонта оборудования для 3D печати. |

3.4.2 Учебно-тематический план

| № | Наименование разделов и тем | Всего часов | в том числе | | | Проверка знаний |
|---|--|-------------|-------------|----------------|----|-----------------|
| | | | лекций | практ. занятий | СР | |
| 1 | Основные причины неисправностей FDM и SLA 3D принтеров. | 4 | 2 | - | 2 | - |
| 2 | Основы обслуживания и ремонта механики FDM и SLA 3D принтеров | 6 | 2 | 2 | 2 | - |
| 3 | Основы обслуживания и ремонта программной части FDM и SLA 3D принтеров | 6 | 2 | 2 | 2 | - |
| 4 | Промежуточная аттестация | 2 | | | 2 | Зачет |
| | Итого: | 18 | 6 | 4 | 8 | |

3.4.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные причины неисправностей FDM и SLA 3D принтеров.

Введение в наиболее частные причины неисправностей FDM и SLA 3D принтеров.
Классификация неисправностей.

Тема 2. Основы обслуживания и ремонта механики FDM и SLA 3D принтеров.

Методы обслуживания и ремонта наиболее частых неисправностей механической части FDM и SLA 3D принтеров.

Тема 3. Основы обслуживания и ремонта программной части FDM и SLA 3D принтеров.

Методы обслуживания и ремонта наиболее частых неисправностей программной части FDM и SLA 3D принтеров.

3.4.4 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация в виде зачета, с защитой практической работы.

3.4.5 Обеспеченность образовательного процесса учебной литературой и информационными ресурсами

Материалы дисциплины для слушателей размещены в электронной информационной образовательной среде университета – <http://eios.klgtu.ru/>.

3.5 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Постобработка напечатанных изделий»

3.5.1 Пояснительная записка

| | |
|---|--|
| Цель: | формирование у обучающихся теоретических и практических знаний, умений и навыков постобработки напечатанных деталей. |
| В результате изучения слушатели должны: | |
| знать: | - общие принципы обработки деталей, выполненных методом 3D печати; - технологические приемы и методы обработки деталей; - оборудование и средства для осуществления обработки деталей. |
| уметь: | - обрабатывать детали механическим способом; - обрабатывать детали химическим способом. |
| владеть: | - навыками первичной обработки деталей как механическим, так и химическим способом; - навыками финишной обработки деталей как механическим, так и химическим способом. |

3.5.2 Учебно-тематический план

| № | Наименование разделов и тем | Всего часов | в том числе | | | Проверка знаний |
|---|---|-------------|-------------|----------------|----|-----------------|
| | | | лекций | практ. занятий | СР | |
| 1 | Методы первичной обработки деталей, выполненные методом FDM и SLA деталей | 8 | 4 | 2 | 4 | - |
| 2 | Методы финишной обработки деталей, выполненные методом FDM и SLA деталей | 6 | 2 | 2 | 2 | - |
| 3 | Промежуточная аттестация | 2 | | | 2 | Зачет |
| | Итого: | 16 | 6 | 2 | 8 | |

3.5.3 Содержание дисциплины

Тема 1 Методы первичной обработки деталей, выполненные методом FDM и SLA деталей.

Основные понятия. Механические методы обработки. Химические методы обработки. Влияние методов обработки на различные типы материала.

Тема 2. Методы финишной обработки деталей, выполненные методом FDM и SLA деталей.

Финишная обработка и лакокрасочные покрытия. Влияние различных покрытий на материал изделия. Методы защиты деталей от внешнего воздействия.

3.5.4 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация в виде зачета, с защитой практической работы.

3.5.5 Обеспеченность образовательного процесса учебной литературой и информационными ресурсами

Материалы дисциплины для слушателей размещены в электронной информационной образовательной среде университета – <http://eios.klgtu.ru/>.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

4.1 Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенные компьютерами с необходимым программным обеспечением.

В ходе освоения дисциплин, обучающиеся используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета.

4.2 Организация образовательного процесса

Реализация программы осуществляется в соответствии с требованиями к организации образовательного процесса в университете, изложенными в локальных нормативных актах.

4.3 Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается профессорско-преподавательским составом отвечающему одному из следующих критериев:

– наличие опыта практической работы не менее 3 лет по направлению дисциплины или опыта преподавательской работы не менее 2 лет.

К реализации программы привлекаются как штатные преподаватели университета, так и сторонние специалисты по договорам гражданско-правового характера.

4.4 Методические рекомендации по реализации программы

При реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Применение аддитивных технологий в промышленности» лекционные и практические занятия рекомендуется проводить с использованием интерактивных технологий, лабораторных стендов на основе реальных образцов оборудования.

5 ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ

К итоговой аттестации допускаются лица, выполнившие требования, предусмотренные программой, и успешно прошедшие все оценочные процедуры, предусмотренные программами дисциплин. Оценкой качества освоения слушателями дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Применение аддитивных технологий в промышленности» служит итоговая аттестация, целью которой является установление уровня подготовки слушателя к выполнению профессиональных задач и соответствия их подготовки требованиям профессиональному стандарту 11.018 «Оператор трехмерной печати», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.10.2021 № 750н.

Итоговая аттестация включает защиту курсовой работы и является самостоятельной работой слушателя, направленной на решение конкретных задач в области аддитивных технологий.

К защите курсовой работы допускаются слушатели, полностью освоившие программу направления «Применение аддитивных технологий в промышленности» (сданы все контрольные мероприятия), а также выполнившие требования финансового договора с ведущей организацией (КГТУ).

В случае отставания от графика выполнения работ, при несоответствии объема и качества курсовой работы предъявляемым требованиям, руководитель или директор института может поставить вопрос о недопущении слушателя к зачету. Ответственность за принятые в курсовой работе конструктивные, технологические и организационные решения, за качество выполнения, а также за своевременное завершение работы над курсовой работой несет автор работы.

Содержание курсовой работы

Курсовая работа должна иметь типовую структуру и наименование составных частей (разделов, подразделов) и состоять из следующих элементов:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- раздел, связанный с цифровым 3D моделированием детали, соответственно заданию;
- раздел, связанный с подготовкой цифровой 3D модели к 3D печати на FDM принтере;
- раздел, связанный с процессом 3D печати;
- раздел, связанный с постобработкой и финишной обработкой изготовленной детали;
- заключение;
- список использованных источников.

Слушателям после успешного окончания обучения (выполнившим все требования учебного плана) выдаются документы установленного образца о повышении квалификации (удостоверение о повышении квалификации).

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМТЭС



И.С. Александров

Зам. директора ИМТЭС по ДОиПП



А.И. Романовский