



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)**  
**«АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 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
	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	<b>Промежуточная аттестация</b>	-			-	-
	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	<b>Промежуточная аттестация</b>	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	<b>Промежуточная аттестация</b>	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	<b>Промежуточная аттестация</b>	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	<b>Промежуточная аттестация</b>	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 «Аддитивные технологии 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 «Аддитивные технологии 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 «Аддитивные технологии 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