

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Специализация/профиль/программа подготовки	Лазерная техника и лазерные технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационные и управляющие системы
Выпускающая кафедра	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	39	26	13	0	69	0	0	69	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии**

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Киселев Игорь Алексеевич, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Попов Евгений Эдуардович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Савин Андрей Валерьевич, д.т.н., профессор, профессор

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.5 — Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1.5**

*знания:*

классификации и основных особенностей аддитивных технологий;  
особенности проектирования изделий для аддитивного производства;  
основные этапы производства изделий по технологии селективного лазерного сплавления;  
основные технологических параметров процесса селективного лазерного сплавления;  
методы контроля качества изготовленных изделий;

*умения:*

оценивать параметры технологических режимов селективного лазерного сплавления;  
проектировать изделия для аддитивного производства;

*навыки:*

выбирать параметры технологических режимов селективного лазерного сплавления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-1.5
4	8	<b>Раздел 1. Введение в аддитивные технологии.</b> 1.1. Термины и определения. 1.2. Сравнение АД с классическими технологиями машиностроения. 1.3. Классификация аддитивных технологий. 1.4. Способы получения форм деталей. 1.5. Материалы для аддитивных технологий. 1.6. Технология селективного лазерного сплавления (СЛС).	14	5	4	1	9	25
4	8	<b>Раздел 2. Особенности проектирования изделий для аддитивного производства.</b> 2.1. Базовые понятия и принципы применения топологической оптимизации (ТО) конструкций. 2.2. Примеры применения ТО. 2.3. Алгоритм проведения ТО. 2.4. Программное обеспечение для топологической оптимизации конструкций.	29	9	6	3	20	25
4	8	<b>Раздел 3. Технология селективного лазерного сплавления СЛС.</b> 3.1. Описание технологии СЛС. 3.2. Примеры характерных деталей. 3.3. Свойства материалов (порошков). Текучесть, механические свойства, химический состав, дисперсионный состав. 3.4. Технологические параметры процесса СЛС. 3.5. Характеристики и качество полученных деталей. 3.6. Постобработка. 3.7. Типовая схема установки СЛС.	32	12	8	4	20	25
4	8	<b>Раздел 4. Практика печати на оборудовании аддитивного производства.</b> 4.1. Аппаратная подготовка. 4.2. Вывод установки на рабочий режим. 4.3. Рабочий режим. 4.4. Методы контроля качества изготовленных изделий. 4.5. Особенности свойств полученных изделий, способы постобработки. 4.6. Способы отделения детали от подложки и термообработка. 4.7. Способы удаления поддержек. 4.8. Вспомогательные способы контроля качества технологического процесса.	33	13	8	5	20	25
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	39	26	13	69	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	39	26	13	69	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии.	Физические принципы взаимодействия лазерного излучения с веществом	1
2	Раздел 2. Особенности проектирования изделий для аддитивного производства.	Теплопроводность порошкообразного материала	3
3	Раздел 3. Технология селективного лазерного сплавления СЛС.	Оценка технологических параметров процесса селективного лазерного сплавления	4
4	Раздел 4. Практика печати на оборудовании аддитивного производства.	Топологическая оптимизация детали	5
<b>Всего за 8 семестр</b>			13

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	9
2	Раздел 2. Особенности проектирования изделий для аддитивного производства.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	10
3		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.	10
4	Раздел 3. Технология селективного лазерного сплавления СЛС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	6
5		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.	14

6	Раздел 4. Практика печати на оборудовании аддитивного производства.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	8
7		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.	12
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>69</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	КПос	Тест, КПос	КПос, Отч. по ЛР	Тест, КПос	КПос	ДР	Тест, КПос	КПос, Отч. по ЛР	КПос	ДР	КПос	КПос, Отч. по ЛР	Тест, КПос, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Тест – тест;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- тест;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
2. А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 10 экз.
3. А. И. Горунев. . Аддитивные технологии и материалы. Казань БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
4. И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 39 экз.
5. М. Н. Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина ; ред. В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Ч. I Поглощение лазерного излучения в веществе. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
6. П. П. Серебреницкий. . Аддитивные технологии. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
7. Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства. М.: Техносфера, 2016, 10 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Проблемы машиностроения и автоматизации.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Mathcad Education - University Edition Term;
3. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационные и управляющие системы* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.5 Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с процессом изготовления деталей и узлов с помощью лазерных аддитивных технологий.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- тест;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), лабораторный практикум (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение в аддитивные технологии.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	П. П. Серебrenицкий. . Аддитивные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Все) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Глава 2.) Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (Все) А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (Все) М. Н. Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина ; ред. В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Ч. I Поглощение лазерного излучения в веществе: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Все)	9
Итого по разделу 1		9
Раздел 2. Особенности проектирования изделий для аддитивного производства.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (Все) А. И. Горунов. . Аддитивные технологии и материалы: КазаньБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2)	10
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.		10
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Технология селективного лазерного сплавления СЛС.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (Все) Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (Все) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Глава 2.)	6
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.		14
Итого по разделу 3		20

Раздел 4. Практика печати на оборудовании аддитивного производства.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (Все) А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (Все) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Глава 2.)	8
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.		12
Итого по разделу 4		20

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- тест;
- отчет по ЛР;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Контроль посещаемости

Контроль посещаемости осуществляется преподавателем по результатам переключки.

#### Тест

Тесты включают в себя 5 вопросов по материалам лекций. Время на выполнение теста - 3 минуты. Для получения зачета по тесту необходимо ответить правильно на четыре вопроса из пяти.

#### Отчет по ЛР

Отчеты по лабораторным работам представляются в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе, или рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

отсутствия необходимых разделов;  
отсутствия необходимого графического материала;  
некорректной обработки результатов.

#### Дифференцированный зачет

Оценка «зачтено-отлично» выставляется при развернутых и точных ответах на 2 теоретических вопроса.

Оценка «зачтено-хорошо» выставляется при точном и полном ответе на один теоретический вопрос, и неточном ответе на один теоретический вопрос.

Оценка «зачтено-удовлетворительно» выставляется при неточном ответе на два теоретических вопроса.

Оценка «не зачтено» выставляется при неправильных ответах на один теоретический вопрос.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-1.5	
4	8	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии.	14	5	4	1	9	25	Тест, Контроль посещаемости, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 2. Особенности проектирования изделий для аддитивного производства.	29	9	6	3	20	25	Тест, Отчет по ЛР, Контроль посещаемости
4	8	Раздел 3. Технология селективного лазерного сплавления СЛС.	32	12	8	4	20	25	Тест, Отчет по ЛР, Контроль посещаемости
4	8	Раздел 4. Практика печати на оборудовании аддитивного производства.	33	13	8	5	20	25	Тест, Отчет по ЛР, Контроль посещаемости
Всего за 8 семестр			108	39	26	13	69	100	
Всего по дисциплине			108	39	26	13	69	100	

**ПК-1.5 - Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Метод селективного лазерного сплавления (SLM) – это:
1. Выращивание изделий из нити (проволоки)
  2. Выборочное отверждение фотополимера сфокусированным лазерным излучением
  3. Выборочное сплавление слоя порошкообразного материала
  4. Экструзивный метод получения деталей продавливания вязкого расплава материала через формирующее отверстие
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В чем состоит отличие метода селективного лазерного спекания (SLS) от селективного лазерного сплавления (SLM)?
1. Используется порошковый материал
  2. Исходный материал подвергается частичному плавлению
  3. Исходный материал подвергается полному расплавлению
  4. Ни одно из перечисленных
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В процессе прямого лазерного выращивания, в отличие от выращивания в слое:
1. Формируется слой порошка, который сплавляется селективно, в местах расположения детали
  2. Используется лазер для сплавления порошка
  3. Используется электронный пучок для сплавления порошка
  4. Порошок подается непосредственно в место сплавления
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В чем состоит преимущество метода селективного лазерного сплавления (SLM) по сравнению с методом прямого лазерного выращивания (DLM)?
1. Используется металлический порошок
  2. Порошок подается непосредственно в зону сплавления
  3. Возможность получения практически готовых изделий сложной геометрии, в том числе с внутренними каналами и полостями
  4. Большие размеры готового изделия
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В чем заключаются преимущества аддитивных технологий?
1. Возможность создания изделий с более совершенными геометрическими формами
  2. Низкая стоимость при массовом производстве
  3. Высокая точность резьбовых отверстий

#### 4. Стоимость постобработки

- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При определении режима работы лазера в установке по селективному лазерному сплавлению необходимо произвести дискретизацию задачи для УМФ, что это?

1. Замена задачи для УМФ соответствующей задачей для отыскания сеточной функции
2. Задание дискретного аналога граничных условий
3. Задание расчетной сетки
4. Преобразование координат

- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем отличие аддитивных технологий от традиционных?

В ответе необходимо указать отличие в методе изготовления изделия.

- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем отличие метода сплавления от склеивания?

- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дайте определение термину «рекоутер».

- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дайте определение термину «порядок аппроксимации».

- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Уравнение теплопроводности — это уравнение в частных производных. Какой дискретный аналог можно использовать для получения решения?

- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между требуемой плотностью мощности и требуемым диаметром пятна.

1) В установке по селективному лазерному сплавлению применяется непрерывный лазер мощностью 10 кВт. Необходимо обеспечить плотность мощности не ниже  $20 \text{ МВт/см}^2$ ?

2) В установке по селективному лазерному сплавлению применяется непрерывный лазер мощностью 10 кВт. Необходимо обеспечить плотность мощности не ниже  $25 \text{ МВт/см}^2$ ?

3) В установке по селективному лазерному сплавлению применяется непрерывный лазер мощностью 10 кВт. Необходимо обеспечить плотность мощности не ниже  $15 \text{ МВт/см}^2$ ?

а) 92 мкм

б) 80 мкм

в) 71 мкм

- № 13 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между требуемой плотностью мощности и требуемой мощностью лазера.

1) В установке по селективному лазерному сплавлению применяется непрерывный лазер с диаметром пятна на образце 50 мкм. Необходимо обеспечить плотность мощности не ниже  $20 \text{ МВт/см}^2$ ?

2) В установке по селективному лазерному сплавлению применяется непрерывный лазер с диаметром пятна на образце 100 мкм. Необходимо обеспечить плотность мощности не ниже  $25 \text{ МВт/см}^2$ ?

3) В установке по селективному лазерному сплавлению применяется непрерывный лазер с диаметром пятна на образце 150 мкм. Необходимо обеспечить плотность мощности не ниже  $15 \text{ МВт/см}^2$ ?

а) 1965 Вт

б) 2651 Вт

в) 393 Вт

№ 14 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите по порядку операции для изготовления детали методом SLS.

1 нанесение порошка тонким слоем

2 лазерное спекание

3 повторение

4 нагрев камеры

5 опускание платформы

№ 15 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите по порядку операции для изготовления детали методом экструзии.

1 остужение детали

2 нагрев камеры (стол, сопло)

3 экструзия материала

4 загрузка задания печати

№ 16 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Когда задача решения уравнения теплопроводности может называться одномерной?

1. Решение не зависит от времени

2. Решение не зависит от пространственных координат

3. Решение зависит от одной независимой переменной

4. Решение зависит от одной пространственной координаты

№ 17 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В каком случае задача решения уравнения теплопроводности называется нестационарной?

1. Решение не зависит от времени

2. Решение не зависит от пространственных координат

3. Решение зависит от времени

4. Решение зависит от одной пространственной координаты

№ 18 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В каком случае задачу решения уравнения теплопроводности можно назвать корректной?

1. Решение существует

2. Решение единственно

3. Решение не существует либо не единственно

4. Решение существует, единственно и устойчиво

№ 19 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При исследовании режима работы лазера в установках аддитивного производства необходимо использовать методы математической физики. Что входит в понятие «задача для уравнения математической физики»?

1. Уравнение в частных производных
2. Граничные условия
3. Уравнение, граничные условия, начальные условия
4. Уравнение, область определения, начальные и граничные условия

№ 20 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В чем состоят преимущества метода электронно-лучевой плавки как аддитивной технологии по сравнению с лазерным сплавлением?

- 1 высокая плотность материала детали
- 2 высокая усталостная прочность детали
- 3 высокая скорость печати

№ 21 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В чем преимущество аддитивного производства изделий из нити/проволоки по сравнению с производством из порошков?

- 1 низкая стоимость изделия по сравнению с изделием из порошка
- 2 высокие механические свойства
- 3 высокая скорость печати

№ 22 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В чём преимущества SLS метода печати перед методом SLM печати?

- 1 большая детализация
- 2 лучшие механические свойства
- 3 более высокая пористость