

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Страхов С. Ю.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОД АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Направление/специальность подготовки	12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Специализация/профиль/программа подготовки	Лазерные системы и технологии
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
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	
5	9	5	180	51	34	17	0	129	0	0	129	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА  
Джгмадзе Гванца Тенгизовна, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

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**

## **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОД АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

### **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:

ПСК-1.3 — способность к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем
--

ПСК-1/24.5 — способность моделировать физические процессы в элементах конструкции лазерных систем и оборудования аддитивного производства
---

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.3**

*знания:*

- особенностей технологического процесса подготовки трёхмерных изделий под аддитивное производство;

- методов оптимизации конструкций;

*умения:*

- проводить топологическую оптимизацию конструкций;

- проводить параметрическую оптимизацию конструкций;

*навыки:*

использования типовых программных продуктов для решения проектных и научных задач в части оптимизации конструкций.

### **ПСК-1/24.5**

*знания:*

физических принципов функционирования и особенностей конструкции аддитивных технологий;

*умения:*

моделировать поддерживающие и решетчатые структуры;

*навыки:*

использования типовых программных продуктов для решения проектных и научных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОД АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 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		ПСК-1.3	ПСК-1/24.5
5	9	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии. 1.1. Термины и определения. 1.2. Сравнение АД с классическими технологиями машиностроения. 1.3. Классификация аддитивных технологий. 1.4 Технологическая подготовка трёхмерных моделей на примере технологии SLM.	42	27	24	3	15	20	80
5	9	Раздел 2. Оптимизация конструкций. 2.1 Топологическая оптимизация 2.2 Параметрическая оптимизация 2.3 Сетчатые структуры 2.4 Поддерживающие структуры.	138	24	10	14	114	80	20
Всего за 9 семестр			180	51	34	17	129	100	100
Всего по дисциплине			180	51	34	17	129	100	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.	Подготовка 3D модели изделия в соответствии с технологически процессом изготовления типовых элементов конструкций	3
2	Раздел 2. Оптимизация конструкций.	Параметрическая оптимизация	2
3		Сетчатые структуры	4
4		Топологическая оптимизация	4
5		Поддерживающие структуры	4
Всего за 9 семестр			17

#### 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.	Подготовка 3D модели изделия в соответствии с технологически процессом изготовления типовых элементов конструкций	15
2	Раздел 2. Оптимизация конструкций.	Параметрическая оптимизация	24
3		Сетчатые структуры	30
4		Топологическая оптимизация	30
5		Поддерживающие структуры	30
Всего за 9 семестр			129

### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9		ДЗ		ДЗ	Тест	ДР		ДЗ		ДР	Тест	ДЗ		ДЗ		ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;

- Тест – тест.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. А. И. Горюнов. . Аддитивные технологии и материалы. Казань БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyy-podhod-k-topologicheskoy-i-parametricheskoy-optimizatsii-sudovyh-konstruktsiy/viewer> — Комплексный подход к топологической и параметрической оптимизации судовых конструкций;
2. <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-topologicheskoy-optimizatsii-konstruktsiy-primenyayuschiesya-v-aerokosmicheskoy-otrasli/viewer> — Методы топологической оптимизации конструкций, применяющиеся в аэрокосмической отрасли.

### 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:

не требуется.

### 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:**

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

### **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 **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОД АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.3 способность к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПСК-1/24.5 способность моделировать физические процессы в элементах конструкции лазерных систем и оборудования аддитивного производства.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с особенностями проектирования изделий для аддитивного производства и освоением современных программных комплексов автоматизированного проектирования конструкций с использованием топологической оптимизации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**129 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 129 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.		
Подготовка 3D модели изделия в соответствии с технологически процессом изготовления типовых элементов конструкций	А. И. Горунов. . Аддитивные технологии и материалы: КазаньБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2) М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (2,5-6)	15
Итого по разделу 1		15
Раздел 2. Оптимизация конструкций.		
Параметрическая оптимизация	А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (2)	24
Сетчатые структуры		30
Топологическая оптимизация		30
Поддерживающие структуры		30
Итого по разделу 2		114

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- тест;
- экзамен.

### 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.

#### Домашнее задание

Решения домашних заданий представляются в электронной, печатной или рукописной форме. Каждое задание содержит набор исходных данных в соответствии с темой индивидуального задания. Домашнее задание считается выполненным успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное оформление всех результатов в соответствии с требованиями государственных стандартов

#### Тест

Контроль усвоения лекционного материала студентов производится в рамках промежуточных аттестаций в ЭИОС Moodle

#### Экзамен

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена. Допуск к экзамену оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий. Экзамен проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить ответы на два вопроса, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса. Оценка «отлично» выставляется при развернутых и точных ответах на 2 теоретических вопроса. Оценка «хорошо» выставляется при точном и полном ответе на 1-ый теоретический вопрос, и неточном ответе на 2-ой теоретический вопрос. Оценка «удовлетворительно» выставляется либо при правильном ответе на один теоретический вопрос. Оценка «неудовлетворительно» выставляется при неправильных ответах на теоретические вопросы

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		ПСК-1.3	ПСК-1/24.5	
5	9	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии.	42	27	24	3	15	20	80	Тест, Домашнее задание
5	9	Раздел 2. Оптимизация конструкций.	138	24	10	14	114	80	20	Домашнее задание
Всего за 9 семестр			180	51	34	17	129	100	100	
Всего по дисциплине			180	51	34	17	129	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-1.3

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Сформулируйте математическую постановку задачи топологической оптимизации
- № 2 Укажите этапы оптимизации конструкции
- № 3 Укажите этапы разработки технологического процесса SLM
- № 4 На что влияет выбор направления выращивания?
- № 5 Каким уравнением описывается граница конструкции при оптимизации методом level set?
- № 6 В чем суть метода топологической оптимизации phase field?
- № 7 Каким законом связана жесткость и псевдоплотность в методе топологической оптимизации SIMP
- № 8 Какие методы топологической оптимизации относятся к "жестким"?
- № 9 На какие группы делятся методы топологической оптимизации конструкции?
- № 10 Укажите проблемы, возникающие у различных методов топологической оптимизации (основные проблемы)?

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Выделите достоинства метода BESO

#### Варианты ответа:

Отсутствие эффекта шахматной доски

Высокая скорость сходимости

Слабая зависимость от КЭ сетки

Четкие критерии оптимума

- № 2 Выделите недостатки метода RAMP

#### Варианты ответа:

Простота реализации

Зависимость от штрафного параметра

Низкая скорость сходимости

- № 3 Не поддерживает ограничения ни по перемещениям, ни по напряжениям  
Установите соответствие между термином и определением

- 1. Топологическая оптимизация
- 2. Параметрическая оптимизация
- 3. Оптимизация формы

А) Оптимизация размеров конструкции

Б) Оптимизация проектной области

В) Оптимизация распределения материала в проектной области

- № 4 Какая поверхность при выращивании имеет точность изготовления 50 мкм?

#### Варианты ответа:

Боковая

Верхняя

Нижняя

- № 5 Какие из указанных утверждений верные

#### Варианты ответа:

Изделия располагаются под углом относительно движения ракеля

- Тонкостенные поверхности необходимо задавать параллельно направлению перемещения рекоутера
- Необходимо располагать модели на некотором расстоянии для более удобного снятия с подложки
- Если у детали есть нависание, то оно должно быть направлено в сторону движения ракеля
- № 6 Как изменяется шероховатость в зависимости от угла наклона построения? (Угол наклона построения - угол между осью, расположенной перпендикулярно ростовому столу, и поверхностью выращиваемого изделия)
- Варианты ответа:**
- Не зависит от угла наклона
- Обратно пропорционально
- Прямо пропорционально
- № 7 Как влияет толщина слоя порошка на геометрическую точность построения?
- Варианты ответа:**
- Не влияет
- Чем больше толщина, тем ниже точность
- Чем меньше толщина, тем выше точность
- № 8 В каких случаях всегда требуется добавлять припуск под механическую обработку?
- Варианты ответа:**
- Для нижней поверхности выращивания
- Для боковой поверхности
- Для горизонтальных отверстий
- Для вертикальных отверстий высокой точности
- № 9 Какие из указанных утверждений верные
- Варианты ответа:**
- Предпочтительнее сквозные отверстия, чем глухие
- Глухие отверстия не могут быть выращены
- Детали с большими отверстиями могут быть изготовлены без поддержки
- Использование материала поддержки может увеличить «провисание» в отверстиях.
- № 10 Установите соответствие между методом топологической оптимизации и его идеей
1. Метод ESO
  2. Метод RAMP
  3. Метод SIMP
  4. Метод LS
  5. Метод PF
- А) Модуль Юнга конечного элемента связывается с его псевдоплотностью посредством рациональной функции
- Б) Эволюция в псевдовремени  $t$  границы конструкции, являющейся поверхностью нулевого уровня некоторой непрерывной функции
- В) Жесткость «серого» материала связана с его псевдоплотностью посредством степенного закона

- Г) Постепенное удаление неэффективного материала из конструкции в соответствии со значениями потенциальной энергии деформации в конечных элементах
- Д) Сплошной материал и пустота рассматриваются как две фазы одного материала, между которыми существует диффузионная граница раздела ненулевой толщины.

#### **ПСК-1/24.5**

##### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Какие достоинства и недостатки у аддитивных технологий по сравнению с традиционными?
- № 2 Каким образом осуществляется выбор аддитивной технологии изготовления?
- № 3 Опишите последовательность процесса для технологии FDM
- № 4 Опишите последовательность процесса для технологии SLA
- № 5 Опишите последовательность процесса для технологии LOM
- № 6 Каким образом классифицируются аддитивные технологии?
- № 7 Какие требования к порошкам для технологии SLM?
- № 8 Как устроена печатная головка в технологии LENS?
- № 9 Какие достоинства и недостатки у технологии Poly-Jet?
- № 10 Какие достоинства и недостатки у технологии EBM?

##### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Укажите рекомендации, которые необходимо принять при проектировании поддержек

##### **Варианты ответа:**

На горизонтальные поверхности используют поддержки Gussesst.

Конструкция детали должна иметь доступ к удалению материала поддержки.

Материал поддержки требуется при угле наклона выше критического (Угол отсчитывается от оси, перпендикулярной росту столу)

- Выступы могут быть построены без материала поддержки
- № 2 Установите соответствие между названием и определением способа производства изделий

1. Механическая обработка
2. Литейное производство
3. Аддитивные технологии
4. Обработка давлением

- А) Формирование детали за счет удаления (subtraction – вычитание) материала из массива заготовки
- Б) Основана на способности металлов и сплавов необратимо изменять свою форму и размеры под действием внешних сил за счет пластической деформации
- В) Изготовление детали путём заливки расплавленного металла в форму, полость которой подобна геометрии детали
- Г) Изготовление (построение) физического объекта (детали) методом послойного нанесения

- № 3 Укажите преимущества аддитивных технологий по сравнению с традиционными

##### **Варианты ответа:**

Уменьшение количества комплектующих частей

Низкая стоимость при массовом производстве

Изготовление формы для заполнения, технологической оснастки

Малые затраты исходного сырья

- № 4 На какие виды делятся аддитивные технологии по методу формирования слоя?



**Варианты ответа:**

Bed Deposition

Склеивание

Листовые

Binder Jetting

№ 5 На какие виды делятся аддитивные технологии по категориям?

**Варианты ответа:**

Direct Deposition

Powder Bed Fusion

Листовые

Фотополимеры

№ 6 На какие виды делятся аддитивные технологии по методу фиксации слоя?

**Варианты ответа:**

Сплавление

Листовые

Vat Photopolymerization

Direct Energy Deposition

№ 7 Какие направления аддитивных технологий относятся к powder bed deposition?

**Варианты ответа:**

FDM

SLA

SLS

BJ

№ 8 Для какого направления аддитивных технологий используется УФ проектор?

**Варианты ответа:**

SLM

LOM

DLP

EBAM

№ 9 Какую роль выполняют поддерживающие структуры?

**Варианты ответа:**

Опорные конструкции

Нависающие конструкции

Теплоотводы

Облегчение массы всего изделия

№ 10 Для какого направления аддитивных технологий используется воскоподобный материал?

***Варианты ответа:***

DOD

SLA

LENS

MJF