

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

«___» _____ 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: 2025

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Джгмадзе Гванца Тенгизовна, к.т.н., 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:

ПК-1.3 — Способен 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

ПК-1.5 — Способен моделировать физические процессы в элементах конструкции лазерных систем и оборудования аддитивного производства

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-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;.

ПК-1.5

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		ПК-1.3	ПК-1.5
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. Горунов. . 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 - 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. КОМПАС-3D V21;
2. SolidWorks 2015 R5.

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. КОМПАС-3D V21;
3. SolidWorks 2015 R5.

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*:

ПК-1.3 Способен 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;

ПК-1.5 Способен 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		ПК-1.3	ПК-1.5	
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	

Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОД АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

ПК-1.3 - Способен 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

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите порядок действий при оптимизации конструкции
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Что включает в себя САЕ-модуль при разработке технологического процесса?

Варианты ответа:

Моделирование дополнительных припусков и теплоотводов

Моделирование материала поддержки;

Расположение CAD модели на платформе построения

Оценка режимов обработки детали

Формирование полигонального объекта

- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие между методом ТО и его названием
- 1) Постепенное удаление неэффективного материала из конструкции или его добавление в соответствии со значениями потенциальной энергии деформации в конечных элементах
 - 2) Жесткость «серого» материала связана с его псевдоплотностью посредством степенного закона
 - 3) Сплошной материал и пустота рассматриваются как две фазы одного материала, между которыми существует диффузионная граница раздела ненулевой толщины
- А) PF
Б) BESO
В) SIMP
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие недостатки у поддерживающих структур?

Варианты ответа:

увеличение времени печати

увеличение расхода материала

повышение связи с подложкой

требуется дополнительная обработка

отвод тепла с поверхности

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие достоинства метода LevelSet при топологической оптимизации?

Варианты ответа:

Явный контроль толщины серой области материала

Граница имеет четкий контур

Отсутствует зависимость результата от начальной топологии

Слабая зависимость от КЭ сетки

Возможно зарождение новых дыр

Вогнутость целевой функции при определенном условии

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сформулируйте математическую задачу по топологической оптимизации

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что нужно учитывать при проектировании поддерживающих структур в технологии SLM?

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между типом поддержки и применением

1) Точечная

2) Линейная

3) Блочная

4) Угловая

А) Используется при построении больших горизонтальных поверхностей

Б) Используется на небольших поверхностях

В) Используется для минимизации количества поддерживающих структур. Опирается на поверхность детали

Г) Используются для плоских горизонтальных поверхностей высотой менее 50 мм

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

напишите алгоритм разработки технологического процесса изготовления деталей методом SLM

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

В чем заключается проблема шахматной доски при топологической оптимизации?

Варианты ответа:

Нет глобального минимума

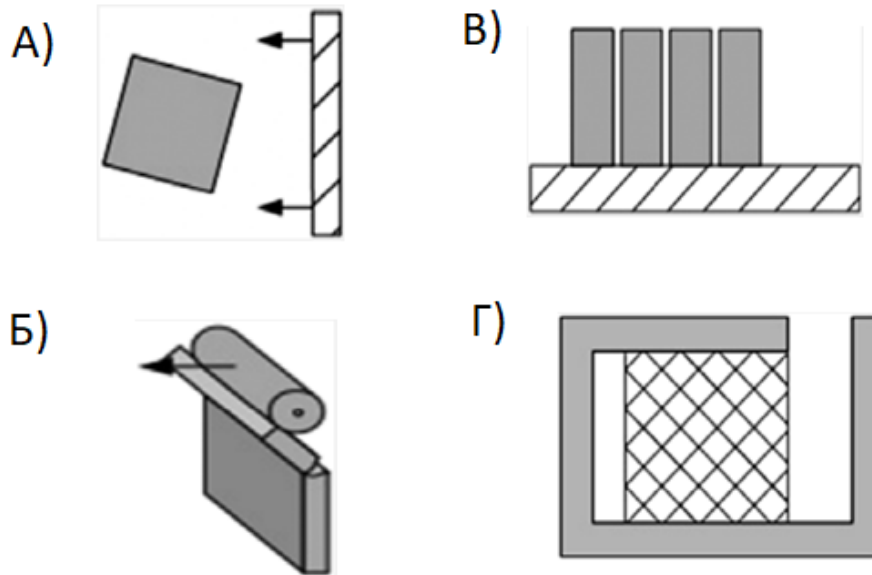
Нет сходящегося решения

Решения не существует

Решение не единственное

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

Выберите правильное размещение детали на платформе построения в технологии SLM



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

Какие типовые элементы могут быть изготовлены без материала поддержек?

Варианты ответа:

Выступы

Внутренний радиус, равный 3 мм и менее

Наружный радиус, равный 3 мм и менее

Фаски под углом 65 градусов

ПК-1.5 - Способен моделировать физические процессы в элементах конструкции лазерных систем и оборудования аддитивного производства

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между параметром процесса и его влиянием в технологии LOM

- 1) Средняя температура тела детали снижается примерно на 7°C
- 2) Средняя температура обрабатываемого участка увеличивается примерно на 10°C
- 3) Средняя температура выращиваемой детали повышается примерно на 20°C
- 4) Средняя температура тела детали возрастает до 9°C
- 5) Падение температуры тела детали примерно на 3°C

А) Температура ролика растёт на 50%

Б) При 20-секундном увеличении времени лазерной резки

В) При одновременном повышении температуры воздуха в камере и опорной плиты на 25°C

Г) Увеличивается скорость ролика на 50%

Д) При повышении температуры опорной плиты на 25°C

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

Что не рекомендуется делать при FDM печати?

Варианты ответа:

Размещать деталь большей поверхностью на рабочей пластине

Использовать полное заполнение

Использовать поддержки для выступающих поверхностей

Нагревать ростовой стол для увеличения адгезии

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

Какие требования к поддерживаемому материалу в технологии Material Jetting?

Варианты ответа:

Хорошая растворимость

Высокая вязкость

Малое поверхностное натяжение

Высокая температура стеклования

- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Напишите последовательность процесса печати технологией Binder Jetting

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

Какой формат файла 3D модели передается в программу слайсинга?

Варианты ответа:

x_t

STEP

STL

PLY

- № 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Укажите достоинства и недостатки процесса печати "сверху вниз" и "снизу вверх" технологии SLA

- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между описанием и стилем заполнения или способом усиления сцепления между платформой построения и материалом в технологии FDM

1) Raft

2) Solid

3) Skirt

4) Double Dense

5) Brim

6) Sparse

А) Занимает место только вдоль периметра объекта, не контактируя с его основанием

Б) Служит температурным барьером

В) Покрывает поверхность немного большую, чем основание печатаемого объекта

Г) Разреженное заполнение

Д) Сплошное заполнение

Е) Разреженное двойное заполнение

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

Какие преимущества и недостатки характерны для системы сверху вниз технологии SLA?

Варианты ответа:

Ограничивает возможный размер области печати

Требует меньшего количества смолы для печати

Конструкция типична для аппаратов промышленного класса

Отсутствует контакт вновь образующегося слоя с кислородом

Дешевле в производстве и проще в эксплуатации

Используется меньшее количество поддержек

Возмущения на поверхности смолы

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

Какие требования предъявляются к порошку для технологии SLM?

Варианты ответа:

Хорошая текучесть

Полигональная форма

Фракционный состав 200-300 мкм

Плотная упаковка

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

Для чего предназначены поддерживающие структуры?

Варианты ответа:

Для удерживания нависающих частей детали при изготовлении

Для отвода тепла

Для повышения прочности изделия

Для релаксации внутренних напряжений

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите работу печатающих головок в Binder Jetting

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите этапы развития технологии SLA