

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЪЕМНОЕ СКАНИРОВАНИЕ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Методы искусственного интеллекта в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	10	5	180	51	17	0	34	129	0	0	129	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.04.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Киришин Антон Юрьевич, преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЪЕМНОЕ СКАНИРОВАНИЕ**

### **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-12.1 — Способен осуществлять математическое моделирование и оптимизацию объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования в области виброакустики и прочностных расчетов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-12.1**

*знания:*

этапы выполнения численного моделирования с применением расчетов методом конечных элементов (FEM)

этапов оптимизации геометрии объекта исследования для его последующего изготовления с использованием аддитивных технологий;

*умения:*

определять уровень детализации решения, необходимый на определенном этапе проектирования проведения численного моделирования с применением расчётов методом конечных элементов

преобразовывать файлы, сгенерированные в CAD системе в файлы, применяемые системой управления машинного аддитивного производства;

*навыки:*

наложения граничных условий, запуска, остановки, обработки результатов расчёта (CAE);

формирования управляющих программ для изготовления спроектированного изделия в САМ-системе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЪЕМНОЕ СКАНИРОВАНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИННОВАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен разрабатывать методические и нормативные документы, в том числе проекты стандартов и сертификатов с учетом действующих стандартов качества, обеспечивать их внедрение на производстве
- ОПК-8 — Способен осуществлять анализ проектов стандартов, рационализаторских предложений и изобретений в области машиностроения, подготавливать отзывы и заключения по их оценке
- ПК-12.3 — Способен осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области виброакустики и прочностных расчетов
- ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей

### 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	Практические занятия		ПК-12.1
5	10	<b>Раздел 1. Аддитивные технологии. Объемное сканирование.</b> История аддитивного производства. Основные понятия. Термины и определения. Классификация. Сравнительные характеристики технологий. Материалы, применяемые в аддитивном производстве. Особенности печати различными материалами. Постобработка и контроль изделий, изготовленных аддитивными методами. Обзор САМ - систем для 3D печати. Обзор оборудования и ПО для 3D сканирования.	34	17	17	0	17	10
5	10	<b>Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системе.</b> Особенности подготовки САД изделия к работе в САЕ программе. Построение расчетных сеток. Настройки решателя для решения задач в стационарной постановке. Анализ и отображение результатов расчета в задачах стационарной постановке.	68	16	0	16	52	50
5	10	<b>Раздел 3. Проектирование с использованием САМ - систем.</b> Особенности трансляции данных из САД в САМ программу. Подготовка управляющих программ в САМ - системе. Печать изделий на полимерном 3D принтере.	78	18	0	18	60	40
<b>Всего за 10 семестр</b>			180	51	17	34	129	100
<b>Всего по дисциплине</b>			180	51	17	34	129	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системе.	Подготовка САД модели к работе в САЕ программе	2
2		Построение расчетных сеток	2
3		Настройки решателя для решения задач в стационарной постановке	2
4		Анализ и отображение результатов расчета в задачах стационарной постановке	2
5		Выполнение индивидуального задания	8
6	Раздел 3. Проектирование с использованием САМ - систем.	Работа в САМ - системе для 3D печати	2
7		Формирование управляющей программы 3D модели на печать в САМ системе «слайсер»	2
8		Работа на полимерном 3D принтере. Печать изделий.	4
9		Выполнение индивидуального задания	10
Всего за 10 семестр			34

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Аддитивные технологии. Объемное сканирование.	Подготовка раздела итогового отчёта по заданной теме	17
2	Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системе.	Подготовка раздела итогового отчёта по результатам индивидуального задания	52
3	Раздел 3. Проектирование с использованием САМ - систем.	Подготовка итогового отчёта по результатам индивидуального задания	60
<b>Всего за 10 семестр</b>			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
10					Р. отч.	ДР			Р. отч.	ДР					Р. отч.	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Р. отч. – раздел отчета.

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

- диагностическая работа;
- раздел отчета.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 22 экз.
2. В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии. СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017, эл. рес.
3. К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE). СПб.: Питер, 2004, эл. рес.
4. Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Компьютерное моделирование в прикладной механике. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 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. <http://library.voenmeh.ru> — 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. КОМПАС-3D V21;
2. SolidWorks 2015 R5;
3. ANSYS 2020 R2;
4. CURA.

### 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. Практические занятия:**

1. 3D принтер Hercules Strong;
2. Интерактивная доска;
3. 3D принтер PICASO;
4. Компьютерный комплект;
5. КОМПАС-3D V21;
6. SolidWorks 2015 R5;
7. ANSYS 2020 R2;
8. CURA.

### **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 **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЪЕМНОЕ СКАНИРОВАНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-12.1 Способен осуществлять математическое моделирование и оптимизацию объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования в области виброакустики и прочностных расчетов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с процессами проектирования в САД-системах, проведением численного моделирования и анализа в САЕ-системах, а также подготовкой изделий к производству с использованием САМ-технологий. В результате обучения акцентируется внимание на интеграции этих технологий для создания инновационных решений в области аддитивного производства.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- раздел отчета.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 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.
<b>Раздел 1. Аддитивные технологии. Объемное сканирование.</b>		
Подготовка раздела итогового отчёта по заданной теме	В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии: СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017 (все) М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. . Аддитивные технологии в машиностроении: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013 (все)	17
Итого по разделу 1		17
<b>Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системе.</b>		
Подготовка раздела итогового отчёта по результатам индивидуального задания	К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE): СПб.: Питер, 2004 (все) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Компьютерное моделирование в прикладной механике: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (все)	52
Итого по разделу 2		52
<b>Раздел 3. Проектирование с использованием САМ - систем.</b>		
Подготовка итогового отчёта по результатам индивидуального задания	А. В. Побелянский, А. А. Левихин. . Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (все) В. С. Антонова, И. И. Осовская. . Аддитивные технологии: СПб.: Изд-во ВШТЭ СПбГУПТД, 2017 (все)	60
Итого по разделу 3		60

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- раздел отчета;
- 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.

#### Раздел отчета

Студенту необходимо выполнить индивидуальное практическое задание и оформить в виде разделов отчёта.

Раздел 1. Обзор существующих исследований по тематике, заданной преподавателем.

Раздел 2. Проведение численного моделирование в CAE-системе, в соответствии с выданным индивидуальным заданием преподавателя.

Раздел 3. Подготовка управляющей программы в САМ-системе, в соответствии с выданным индивидуальным заданием.

Каждый раздел оценивается с использованием балльной-рейтинговой системой.

Используются следующие критерии оценивания по разделу:

Критерии оценивания Раздела 1:

10 баллов - отчетный материалы по заданию не содержит ошибок,

5 баллов - отчетный материалы задания содержат незначительные ошибки, не влияющие на качество достигнутого результата

0 баллов - отчётный материал не сдан или содержит грубые ошибки

Критерии оценивания по разделам 2, 3.

30- отчетный материалы задания не содержат ошибок

25 - отчетный материалы задания содержат незначительные ошибки, не влияющие на качество достигнутого результата

10 - отчетный материалы задания содержат определенные ошибки, влияющие на качество достигнутого результата

0 - обучающийся не стал выполнять индивидуальное задание или отчетные материалы содержат грубые ошибки

Примеры индивидуальных заданий представлены в УМК дисциплины.

Примеры тем индивидуальных заданий по Разделу 1.

Анализ механических свойств деталей, изготовленных методом FDM: влияние параметров печати на прочность и жесткость.

Анализ проводимых исследований по воздействию режима печати на усталостные характеристики и долговечность FDM-компонентов

Методы измерения и анализ деформаций в конструкциях, полученных методом FDM

Результаты исследований по влиянию режимов печати на механические характеристики материалов, использующихся в FDM

Использование FDM для создания функциональных прототипов: механические испытания и оценка характеристик

Подбор полимеров для FDM с учетом их механических свойств: применение в различных областях прикладной механики

Сравнение возможностей FDM и SLM в контексте прикладной механики: выбор технологии для различных приложений

Результаты исследований материалов FDM и SLM: механические свойства и применение в инженерных задачах

Анализ воздействия внешних нагрузок на детали, изготовленные методами FDM и SLM

Методы анализа и контроля качества: механические испытания образцов, полученных с помощью FDM и SLM

Примеры тем индивидуальных заданий по Разделу 2

Провести расчёт корпусной детали на прочность в CAE-системе. Исходные данные: материал, величина нагрузки, величина температуры.

Провести расчёт диска на прочность в CAE-системе. Исходные данные: материал, величина угловой скорости, величина температуры.

Примеры тем индивидуальных заданий по Разделу 3

Подготовить управляющую программу для изготовления детали методом аддитивного производства и поставить на печать.

### **Экзамен**

Экзамен выставляется по результатам набранных за семестр баллов.

Оценка:

85 - 100 баллов - оценка "отлично"

75-84 баллов - оценка "хорошо"

51- 74 баллов - оценка "удовлетворительно"

меньше 51 - оценка "неудовлетворительно"

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	Практические занятия		ПК-12.1	
5	10	Раздел 1. Аддитивные технологии. Объемное сканирование.	34	17	17	0	17	10	Раздел отчета
5	10	Раздел 2. Решение задач инженерного анализа методом конечных элементов в САЕ-системе.	68	16	0	16	52	50	Раздел отчета
5	10	Раздел 3. Проектирование с использованием САМ - систем.	78	18	0	18	60	40	Раздел отчета
Всего за 10 семестр			180	51	17	34	129	100	
Всего по дисциплине			180	51	17	34	129	100	

## Оценочные материалы по дисциплине АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЪЕМНОЕ СКАНИРОВАНИЕ

**ПК-12.1 - Способен осуществлять математическое моделирование и оптимизацию объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования в области виброакустики и прочностных расчетов**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
К преимуществам аддитивных технологий нельзя отнести?
- 1) Возможность кастомизации и персонализации изделий;
  - 2) Возможность снижения веса изделия;
  - 3) Возможность агрегации деталей в изделии;
  - 4) Возможность полного отказа от субтрактивных методов обработки.
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Для какого типа пластика, для FDM печати, требуется сопло из закалённой стали?
- 1) PLA
  - 2) ABS
  - 3) PETG
  - 4) Угленаполненный пластик
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Зачем в FDM/FFF принтерах необходим нагрев печатающей платформы?
- 1) Для активации клея наносимого на платформу
  - 2) Нагрев зоны печати
  - 3) Нагрев необходим только на первом слое печати для лучшего нанесения пластика, а дальше, для всех типов пластиков, он выключается
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Печать какими типами полимеров требует закрытой камеры печати?
- 1) PLA
  - 2) ABS
  - 3) PETG
  - 4) Nylon
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расположите в правильном порядке этапы конструирования при использовании аддитивных технологий
- 1) Выбор материала
  - 2) Выбор формы
  - 3) Определение размеров
  - 4) Проведение моделирования и расчетов

- 5) Формализация результатов, нормоконтроль
- № 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как улучшить адгезию изготавливаемого на 3D принтере изделия к платформе построения?
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Для чего применяется реверс-инжиниринг?
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность этапов работ с САМ системой при производстве деталей на 3D принтере
- 1 Импорт и подготовка 3D модели в САМ программе
  - 2 Настройка параметров печати: толщина слоя, скорость печати, температура экструдера
  - 3 Оптимизация заполнения модели и размещение поддержек
  - 4 Проверка и визуализация модели перед печатью
  - 5 Генерация программы управления движением печатной головки
  - 6 Передача программы на 3D принтер и запуск печати
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите программу с типом системы к которой она относится?
- |                  |   |
|------------------|---|
| 1 КОМПАС 3D      | А) CAD  |
| 2 SolidWorks     | Б) CAM  |
| 3 Ultimaker Cura | В) CAE  |
| 4 Prusa          | Г) Универсальная программа имеющая модули CAD, CAM, и CAE |
| 5 Fluent         |   |
- № 10 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите тип файла с информацией содержащейся в нём
- |          |   |
|----------|---|
| 1) .step | А) Геометрическая модель изделия                      |
| 2) .msh  | Б) Расчётная сетка                                    |
| 3) .case | В) Информация о расчетной сетке и настройках решателя |
| 4) .dat  | Г) Результаты расчета                                 |
|          | Д) Настройки решателя                                 |
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какое из оборудования для 3D сканирования даёт наибольшую информацию сканируемом изделии?
- 1) Компьютерный томограф
  - 2) Лазерный сканер
  - 3) Оптический сканер
  - 4) Контактный сканер
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Ограничения аддитивных технологий обуславливаются следующими факторами?
- 1) Материалы и их свойства
  - 2) Характеристики технологического оборудования
  - 3) Необходимость постобработки



- 4) Скорость изготовления
- 5) Себестоимость изготовления единичных изделий
- 6) Высокие ресурсозатраты