

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Направление/специальность подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Специализация/профиль/программа подготовки	Компьютерное проектирование технологий и оборудования механообрабатывающих производств
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

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	
3	5	4	144	34	0	17	17	110	0	18	92	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Смирнов Андрей Александрович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА**

### **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-2.1 — способен использовать методы стандартных и специальных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2.1**

*знания:*

на уровне представлений: о классификации цифровых технологий производства, о номенклатуре оборудования для инженерного прототипирования;

на уровне воспроизведения: о процессах формообразования деталей и возможностях оборудования для инженерного прототипирования;

на уровне понимания: о технологии аддитивного производства деталей и узлов приборостроения.;

*умения:*

теоретические; способности определять уровень технологичности конструкций деталей и узлов приборостроения соответствующий возможностям аддитивного производства;

практические: реализовать свои знания при выполнении испытаний, лабораторных работ, курсовой работы и дипломного проектов.;

*навыки:*

разрабатывать технологические процессы производства и испытаний с использованием цифровых технологий производства;

подготавливать управляющие программы для производства и испытаний с использованием цифровых технологий производства..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ЦИФРОВИЗАЦИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА МАШИН, ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ, ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, МЕТОДОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИКИ, МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ, НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПРАКТИКУМ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ СТАНКОВ С ЧПУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА, УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-10 — Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах
- ОПК-11 — Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
- ОПК-12 — Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации
- ОПК-13 — Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования
- ОПК-14 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ОПК-2 — Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
- ОПК-6 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий
- ОПК-9 — Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
- ПК-93 — способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-2.1
3	5	<b>Раздел 1. Введение в цифровые технологии производства.</b> 1.1 Введение. Основные научные проблемы цифрового производства 1.2 Общее представление процесса цифрового производства. 1.3 Различие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Различие технологий цифрового производства. 1.4 Этапы аддитивного производства 1.5 Проектирование для цифрового производства.	41	5	0	5	36	35
3	5	<b>Раздел 2. Виды цифровых технологий производства.</b> 2.1 Процесс фотополимеризации в ванне. 2.2 Плавление порошков в сформированном слое. 2.3 Экструзионные системы. 2.4 Распыление материала методом струйной печати. 2.5 Распыление связующего для струйной печати. 2.6 Процесс ламинирования листовых (слоистых) материалов. 2.7 Процессы направленного энерговклада. 2.8 Технология прямой записи.	54	20	12	8	34	35
3	5	<b>Раздел 3. Программное и технологическое обеспечение цифровых технологий производства.</b> 3.1 Руководство по выбору процесса АП. 3.2 Постобработка деталей. 3.3 Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. 3.4 Проектирование для аддитивного производства.	49	9	5	4	40	30
Всего за 5 семестр			144	34	17	17	110	100
Всего по дисциплине			144	34	17	17	110	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в цифровые технологии производства.	Рассмотрение этапов аддитивного производства.	1
2		Применение проектирования для цифрового производства.	1
3		Анализ научных проблем цифрового производства.	1
4		Анализ процесса цифрового производства.	1
5		Сравнительный анализ аддитивного производства (АП) и обработки на станках с ЧПУ.	1
6	Раздел 2. Виды цифровых технологий производства.	Рассмотрение процесса фотополимеризации в ванне.	1
7		Рассмотрение процесса плавления порошков в сформированном слое.	1
8		Рассмотрение экструзионных систем.	1
9		Рассмотрение процесса распыления материала методом струйной печати.	1
10		Рассмотрение процесса распыления связующего для струйной печати.	1
11		Рассмотрение процесса ламинирования листовых (слоистых) материалов.	1
12		Рассмотрение процесса направленного энерговклада.	1
13		Рассмотрение технологии прямой записи.	1
14	Раздел 3. Программное и технологическое обеспечение цифровых технологий производства.	Анализ этапов выбора процесса АП.	1
15		Рассмотрение методов постобработки деталей.	1
16		Анализ задач программного обеспечения	1

		в аддитивном производстве.	
17		Рассмотрение проектирования для аддитивного производства.	1
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Виды цифровых технологий производства.	Составление технологической карты модели для технологии экструзии материала.	6
2		Составление технологической карты модели для технологии фотополимеризации в ванне.	6
3	Раздел 3. Программное и технологическое обеспечение цифровых технологий производства.	Работа с облаком точек 3D сканера.	5
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в цифровые технологии производства.	Подготовка к лекционным и практическим занятиям.	20
2		Выбор и согласование тем курсовых работ. Оформление проектов заданий на курсовые работы. Оформление заданий на курсовые работы. Анализ состояния вопроса.	16
3	Раздел 2. Виды цифровых технологий производства.	Подготовка к лабораторным работам.	10
4		Подготовка к лекционным и практическим занятиям.	10
5		Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых работ. Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем курсовых работ.	14
6		Подготовка к лабораторным работам.	15
7	Раздел 3. Программное и технологическое обеспечение цифровых технологий производства.	Подготовка к лекционным и практическим занятиям.	10
8		Разработка текстовой части курсовой работы. Разработка расчётно-графической части курсовых работ. Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых работ.	15
Всего за 5 семестр			110

### 3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ задания исходной информации. Проектирование технологического процесса изготовления детали при помощи цифровых технологий инженерного проектирования. Обоснование выбранного способа производства.	1 - 3	6
Этап 2. Разработка технологической карты изготовления модели. Обоснование режимов, выбор оборудования и материала. Разработка управляющей программы для выбранного оборудования с учётом выбранных оборудования, режимов, материала.	4 - 10	6
Этап 3. Оформление всех разделов пояснительной записки, необходимых чертежей, альбома технологических карт.	11 - 16	6

Подготовка к защите КР.		
<b>Всего за 5 семестр</b>		<b>18</b>

#### 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
5			КР			ДР			КР	ДР		ЛР			ЛР, КР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КР – курсовая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- курсовая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 46 экз.
2. 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:

не требуются.

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

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

### 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. Microsoft Office;
2. SolidWorks 2015 R5;
3. КОМПАС-3D V17.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Microsoft Office;
4. SolidWorks 2015 R5;
5. КОМПАС-3D V17.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Microsoft Office;
4. SolidWorks 2015 R5;
5. КОМПАС-3D V17.

### **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 **ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.1 способен использовать методы стандартных и специальных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием знаний о технологических процессах цифровых технологий производства во взаимосвязи с вопросами обеспечения требуемого уровня качества изделий и экономических показателей.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- курсовая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**110 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 110 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. Введение в цифровые технологии производства.</b>		
Подготовка к лекционным и практическим занятиям.	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (Главы 2,3,17,19)	20
Выбор и согласование тем курсовых работ. Оформление проектов заданий на курсовые работы. Оформление заданий на курсовые работы. Анализ состояния вопроса.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Главы 1,2)	16
Итого по разделу 1		36
<b>Раздел 2. Виды цифровых технологий производства.</b>		
Подготовка к лабораторным работам.	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (Главы 13,14,17)	10
Подготовка к лекционным и практическим занятиям.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Глава 3)	10
Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых работ. Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем курсовых работ.		14
Итого по разделу 2		34
<b>Раздел 3. Программное и технологическое обеспечение цифровых технологий производства.</b>		
Подготовка к лабораторным работам.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Главы 3,4)	15
Подготовка к лекционным и практическим занятиям.	Я. Гибсон, Д. У. Розен, Б. Стакер. . Технологии аддитивного производства: М.: Техносфера, 2016 (Главы 4-11,13,15,17,19)	10
Разработка текстовой части курсовой работы. Разработка расчётно-графической части курсовых работ. Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых работ.		15
Итого по разделу 3		40

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа;
- 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.

#### Курсовая работа

Темы курсовых работ обучающиеся выбирают в первые две недели после начала семестра. Обучающемуся предлагается определить этапность выполнения работы. Защита курсовой работы проводится на занятии в присутствии обучающихся в период зачётной недели, либо преподавателю (в случае, если защита проводится после окончания семестра в период экзаменационной сессии).

Требования к выполнению курсовой работы:

- объём не менее 15 страниц печатного текста (без учёта титульного листа, приложений, списка использованных источников и оглавления),
- обязательно включение в состав курсовой работы 5-8 графических иллюстраций (рисунки, чертежи, слайды для демонстрации и т.п.),
- обязательно использование в процессе выполнения не менее трёх отечественных и одного зарубежного источников информации, опубликованных в последние 10 лет,
- остальные требования к оформлению согласно действующему на момент выполнения курсовой работы Положению по содержанию, оформлению организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ.

Контроль текущего выполнения разделов курсовой работы проводится еженедельно в течение семестра.

Курсовая работа не может быть принята и подлежит доработке в случае, если:

- оформление работы не соответствует действующему на момент выполнения курсовой работы Положению по содержанию, оформлению организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ,
- содержательная часть и выводы по результатам работы не соответствуют заданию на выполнение курсовой работы,
- в работе отсутствует необходимый графический материал,
- приведённые результаты свидетельствуют о неправильной обработке результатов измерений или расчётов.

Критерии оценки курсовой работы

Курсовая работа представляется в печатной форме. Защита курсовой работы проходит в форме доклада студента о выполненной работе и демонстрации графического материала работы преподавателю.

Результаты защиты курсовых работ определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не защитил». Курсовая работа оценивается преподавателем в день защиты.

Основными критериями оценки качества курсовых работ являются:

- соблюдение графика выполнения курсовой работы;
- соответствие работы заявленной теме и выданному заданию;
- полнота и качество содержания;
- обобщение фактических данных;
- соответствие оформления курсовой работы установленным требованиям;

- чёткость и грамотность изложения материала;
- чёткость доклада при защите курсовой работы;
- глубина и правильность ответов на замечания и вопросы преподавателя.

Каждый критерий оценивается по пятибалльной шкале.

Оценка «Отлично» выставляется за курсовую работу, которая носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, глубокий анализ, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными предложениями, имеющими практическую значимость. Произведённые расчёты выполнены правильно и в полном объёме. Работа выполнена в установленный срок, грамотным языком. Оформление соответствует действующим стандартам, сопровождается достаточным объёмом табличного и графического материала.

При защите курсовой работы студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), даёт чёткие и аргументированные ответы на вопросы, заданные преподавателем.

Оценка «Хорошо» выставляется за курсовую работу, которая носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, проведён достаточно подробный анализ, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако анализ источников неполный, выводы недостаточно аргументированы, в структуре и содержании работы есть отдельные погрешности, не имеющие принципиального характера.

При защите курсовой работы студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется за курсовую работу, которая носит исследовательский или описательный характер, имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, однако просматривается непоследовательность изложения материала, анализ источников подменен библиографическим обзором, документальная основа работы представлена недостаточно. Проведённое исследование содержит поверхностный анализ, выводы неконкретны, рекомендации слабо аргументированы, в оформлении работы имеются погрешности, сроки выполнения работы нарушены. При защите курсовой работы студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда даёт исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка «Не защитил» выставляется за курсовую работу, которая не соответствует заявленной теме, не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. Выводы не соответствуют изложенному материалу или отсутствуют.

При защите курсовой работы студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. При защите не используются наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.).

По результатам выполнения обучающимся курсовой работы (или её окончательной доработки) преподаватель ставит на титульном листе работы оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Темы курсовых работ:

- Разработка технологии аддитивного производства детали типа движок.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа втулка.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа диск.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа корпус.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа плата ЧМ.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа головка.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа колпачок.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа триб.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа ходовое колесо.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа стакан.
- Разработка технологии аддитивного производства детали типа плашка.
- и т.д.

### **Вопросы к дифференцированному зачету**

Вопросы выносимые на дифференцированный зачёт.

1. Что такое аддитивное производство.
2. Где используются изделия аддитивного производства.
3. Проектирование в среде САПР для инженерного прототипирования.
4. Преобразование в STL-файлы.

5. Перенос STL-файла в машину и манипулирование ими.
6. Настройка машины для инженерного прототипирования.
7. Изготовление деталей с использованием цифровых технологий производства.
8. Извлечение и очистка изделия из машины.
9. Последующая обработка (постобработка ) изделия.
10. Автоматизированное изготовление.
11. Быстрое прототипирование изделий произвольной формы.
12. Аддитивное производство или послойный синтез.
13. Стереолитография или трёхмерная печать.
14. Преимущества аддитивного производства.
15. Различие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ.
16. Системы с использованием фотополимеров (краткая характеристика).
17. Порошковые системы (краткая характеристика).
18. Системы с расплавленным материалом (краткая характеристика).
19. Системы с твёрдыми листовыми материалами (краткая характеристика).
20. Ориентация изделия в машине.
21. Удаление опорных элементов.
22. Устройство полостей.
23. Рёбра жёсткости и другие фиксирующие элементы.
24. Элементы фиксации частей конструкции.
25. Процесс фотополимеризации в ванне.
26. Плавление порошков в сформированном слое.
27. Экструзионные системы.
28. Распыление материала методом струйной печати.
29. Распыление связующего для струйной печати.
30. Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов.
31. Процессы направленного энерговклада.

### **Лабораторная работа**

Контроль текущего выполнения и защиты лабораторных работ обучающимся. Оцениваются умение применить полученные теоретические знания, соблюдение правил техники безопасности, своевременность выполнения лабораторных работ.

Оценка качества выполнения лабораторной работы осуществляется преподавателем по четырёхбалльной системе. В случае, если ответы обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов. Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от "отлично" до "неудовлетворительно" являются:

- небрежное выполнение,
- поверхностные, непродуманные ответы и выводы по результатам работы,
- неверные ответы на вопросы преподавателя.

Контрольное мероприятие считается пройденным при отсутствии у обучающегося отметок "неудовлетворительно" за лабораторные работы.

### **Дифференцированный зачет**

Вопросы к зачёту оформляются в виде билета. Билет включает в себя два теоретических вопроса и практическое задание.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

- «отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;
- «хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;
- «удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;
- «неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-2.1	
3	5	Раздел 1. Введение в цифровые технологии производства.	41	5	0	5	36	35	Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 2. Виды цифровых технологий производства.	54	20	12	8	34	35	Курсовая работа, Лабораторная работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 3. Программное и технологическое обеспечение цифровых технологий производства.	49	9	5	4	40	30	Курсовая работа, Лабораторная работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 5 семестр			144	34	17	17	110	100	
Всего по дисциплине			144	34	17	17	110	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-2.1

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Какая технология 3D печати является наиболее недорогой и доступной?
- Прим.: вопрос «короткий ответ», здесь студент самостоятельно будет вводить текстовый ответ с клавиатуры при тестировании.
- № 2 SLA 3D принтеры могут производить детали с очень а) точностью размеров и с б) геометрией.
- № 3 После SLA печати детали будут иметь а) поверхность, что делает их б), например для визуальных прототипов.
- № 4 Детали, напечатанные по технологии SLA, как правило, а) и б) для функциональных прототипов.
- № 5 Механические свойства и внешний вид деталей, напечатанных по технологии SLA, со временем а). На них б) влияет воздействие солнечного света.
- № 6 Основным плюсом технологии печати DOD является а) качество печати. Изделие получается ровное, без шероховатостей и следов от опор благодаря б) материала
- № 7 SLS 3D принтеры могут производить детали с а) б) механическими свойствами.
- № 8 а) придаёт деталям, напечатанным на SLS, характерную б) поверхность.
- № 9 Чрезмерное спекание происходит, когда а) тепло вокруг контура детали б) не спечённый порошок вокруг.
- № 10 Детали SLS обладают а) изотропными механическими свойствами, что делает их б) вариантом для функциональных деталей и прототипов.

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Как расшифровывается аббревиатура DOD?

а) D

б) O

в) D

#### Варианты ответов:

1) Drop

2) On

3) Demand

4) Of

5) Done

6) Desk

7) Decide

- № 2 Как расшифровывается аббревиатура SLA?

а) Service Level Agreement

б) Stereolithography Apparatus

в) Stereo Laser Addition

г) Stereo Light Addition

- № 3 Как расшифровывается аббревиатура FDM?

а) Fused Deposition Modeling

б) Fused Deposition Making

- в) Fused Downstreaming Modeling
- г) Finished Deposition Modeling
- № 4 Как расшифровывается аббревиатура EBAM?
- а) E
- б) B
- в) A
- г) M
- Варианты ответов:
- 1) Electron
- 2) Beam
- 3) Additive
- 4) Manufacturing
- 5) Electronic
- 6) Melting
- 7) Bond
- № 5 Какие материалы могут использоваться в технологии FDM?
- а) Пластик
- б) Композитные материалы
- в) Гипс
- г) Металл
- № 6 Что необходимо при печати SLA?
- а) использование поддержек
- б) исключение поддержек
- в) постобработка
- г) дополнительная выдержка в УФ лучах
- д) дополнительная выдержка в ИК лучах
- № 7 Расположите в правильном порядке процесс печати восковой модели по технологии DoD.
- 1 –
- 2 –
- 3 –
- а) Расплавленный воскоподобный филамент подается на печатающую головку под давлением и выдавливается через микросопла.
- б) Слой заготовки и опоры наносится на рабочий стол.
- в) Фреза горизонтально срезает выступы, образовавшиеся на напечатанном слое.
- № 8 Какие материалы могут использоваться в технологии SLS?
- а) Полиамид 11

- б) Полиамид 12
- в) Композитные материалы
- г) Полиамид 14
- д) Стеклонаполненный нейлон
- № 9 Какие материалы не могут использоваться в технологии SLM?
- а) Инконель
- б) Бумага
- в) Гипс
- г) Металл
- д) Титан
- е) Платина
- № 10 Используемый в FDM печати пластик Нейлон:
- а) прочен,
- б) износостоек,
- в) активно впитывает воду,
- г) негигроскопичен
- д) биоразлагаем