

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

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	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО** _____
ВООРУЖЕНИЯ

Иванов Олег Анатольевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО**
ВООРУЖЕНИЯ

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Разделы рабочей программы

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

Приложения к рабочей программе дисциплины

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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-14 — Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-14

знания:

- компьютерных персональных или корпоративных информационных менеджеров: наименования, возможности и порядок работы в них;
- нормативно-технических и руководящих документов в области технологичности конструкции изделий;
- основных критериев качественной оценки технологичности конструкции опытных образцов машиностроительных изделий;
- основных показателей количественной оценки технологичности конструкции опытных образцов машиностроительных изделий;
- характерных значений количественных показателей технологичности конструкции опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности, изготавливаемых организацией;
- CAD-систем: наименования, возможности и порядок работы в них;
- технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности;
- последовательности и правил выбора исходных заготовок опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности;
- характеристик основных методов получения исходных заготовок опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности
- технологических возможностей заготовительных производств организации;
- типовых технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- правил выбора технологического процесса - аналога изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- параметров и режимов технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- правил эксплуатации средств технологического оснащения, используемого при реализации технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- причин дефектов при изготовлении опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- технологических факторов, вызывающие погрешности изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- методов уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;

умения:

- разрабатывать предложения по изменению конструкции опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности;
- выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- устанавливать по марке материала технологические свойства материалов опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности;
- выявлять конструктивные особенности опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности, влияющие на выбор метода получения заготовки;
- выбирать метод получения исходных заготовок опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности;
- использовать текстовые редакторы (процессоры) и CAD-системы для оформления технических заданий на проектирование исходных заготовок для опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности;
- использовать CAD-системы, CAPP-системы для редактирования типовых технологических процессов и технологических процессов - аналогов опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- выбирать технологические режимы технологических операций изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;

- использовать САРР-системы для оформления технологической документации;
- корректировать технологическую документацию с использованием САРР-систем;;

навыки:

- анализа технических требований, предъявляемых к опытным образцам машиностроительных изделий средней сложности;
- выбора метода изготовления исходных заготовок для опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности;
- разработки технических заданий на проектирование исходных заготовок для опытных образцов машиностроительных деталей средней сложности;
- разработки маршрутных технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- разработки технологических операций изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- назначения технологических режимов технологических операций изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- оформления технологической документации на технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;
- анализа реализации технологических процессов изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности с целью проверки обеспечения заданных технических требований;
- корректировки технологической документации на технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий средней сложности;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Практические занятия		ОПК-14
5	9	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. Введение История появления Терминология Классификация Области эффективного применения/Достоинства и недостатки Общие вопросы послойного синтеза Структура технологического процесса послойного синтеза Общие вопросы послойного синтеза (продолжение) Преимущества и проблемы послойного синтеза Повышение эффективности послойного синтеза.	11	6	6	5	20
5	9	Раздел 2. МЕТОДЫ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ. Методы фотополимеризации: - Векторно-сканирующее отверждение - Отверждение проецированием - Печать с фотохимическим отверждением - Механизм фотополимеризации - Взаимодействие актиничного излучения с фотополимеризующимися композициями - Фотополимеризующиеся композиции - Погрешности, возникающие в процессе фотополимеризации - Стратегии формирования - Нанесение фотополимеризующейся композиции - Оборудование методов фотополимеризации Методы слияния порошковых оснований: - Механизмы слияния частиц порошков - Селективное лазерное спекание - Электронно-пучковое плавление - Селективное спекание с послойной схемой формирования - Нанесение слоев порошкового материала - Косвенное формирование изделий - Оборудование и материалы методов слияния порошковых оснований Методы листового ламинирования: - LOM-технология - Технология бумажного ламинирования - Способы листового ламинирования «форма-закрепление» - Ультразвуковая консолидация Методы послойной экструзии: - Моделирование нанесением расплава - Поддерживающие структуры - Материалы процесса FDM - Оборудование FDM - Альтернативные FDM методы послойной экструзии Методы послойного синтеза печатью: - Синтез баллистическими частицам - Трехмерная печать - Трехмерная аэрозольная печать Методы послойной наплавки: - Способы подачи строительного материала - Параметры процесса послойной лазерной наплавки - Технологии послойной лазерной наплавки.	62	8	8	54	20
5	9	Раздел 3. МАТЕРИАЛЫ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Пластики Бетон Металл Методы получения порошковых материалов из металла Выпуск металлических порошков для АМ в России.	11	6	6	5	20
5	9	Раздел 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Классификация и виды оборудования Параметры оборудования Используемые материалы Точность изделия Стоимость установок Структура рынка Направления развития.	11	6	6	5	20
5	9	Раздел 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ. Программное обеспечение для трехмерного моделирования Программы для вывода на печать созданных 3D моделей Трехмерное моделирование (преимущество/типы данных) Геометрическое ядро компьютерной графики Роль геометрического ядра в 3D печати.	13	8	8	5	20
Всего за 9 семестр			108	34	34	74	100
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.	История появления Терминология Классификация Области эффективного применения/Достоинства и недостатки Общие вопросы послойного синтеза Структура технологического процесса послойного синтеза Общие вопросы послойного синтеза (продолжение) Преимущества и проблемы послойного синтеза Повышение эффективности послойного синтеза.	6
2	Раздел 2. МЕТОДЫ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.	Методы фотополимеризации: - Векторно-сканирующее отверждение - Отверждение проецированием - Печать с фотохимическим отверждением - Механизм фотополимеризации - Взаимодействие актиничного излучения с фотополимеризующимися композициями - Фотополимеризующиеся композиции - Погрешности, возникающие в процессе фотополимеризации - Стратегии формирования - Нанесение фотополимеризующейся композиции - Оборудование методов фотополимеризации Методы слияния порошковых оснований: - Механизмы слияния частиц порошков - Селективное лазерное спекание - Электронно-пучковое плавление - Селективное спекание с послойной схемой формирования - Нанесение слоев порошкового материала - Косвенное формирование изделий - Оборудование и материалы методов слияния порошковых оснований	8

		Методы листового ламинирования: - LOM-технология - Технология бумажного ламинирования - Способы листового ламинирования «форма-закрепление» - Ультразвуковая консолидация Методы послойной экструзии: - Моделирование нанесением расплава - Поддерживающие структуры - Материалы процесса FDM - Оборудование FDM - Альтернативные FDM методы послойной экструзии Методы послойного синтеза печатью: - Синтез баллистическими частицам - Трехмерная печать - Трехмерная аэрозольная печать Методы послойной наплавки: - Способы подачи строительного материала - Параметры процесса послойной лазерной наплавки - Технологии послойной лазерной наплавки.	
3	Раздел 3. МАТЕРИАЛЫ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	Пластики Бетон Металл Методы получения порошковых материалов из металла Выпуск металлических порошков для АМ в России.	6
4	Раздел 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	Классификация и виды оборудования Параметры оборудования Используемые материалы Точность изделия Стоимость установок Структура рынка Направления развития.	6
5	Раздел 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ.	Программное обеспечение для трехмерного моделирования Программы для вывода на печать созданных 3D моделей Трехмерное моделирование (преимущество/типы данных) Геометрическое ядро компьютерной графики Роль геометрического ядра в 3D печати.	8
Всего за 9 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.	История появления Терминология Классификация Области эффективного применения/Достоинства и недостатки Общие вопросы послойного синтеза Структура технологического процесса послойного синтеза Общие вопросы послойного синтеза (продолжение) Преимущества и проблемы послойного синтеза Повышение эффективности послойного синтеза.	5
2	Раздел 2. МЕТОДЫ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.	Методы фотополимеризации Методы слияния порошковых оснований Методы листового ламинирования Методы послойной экструзии Методы послойного синтеза печатью Методы послойной наплавки	54
3	Раздел 3. МАТЕРИАЛЫ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	Материалы аддитивных технологий	5
4	Раздел 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	Оборудование для аддитивных технологий	5
5	Раздел 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ.	Программное обеспечение 3D печати	5
Всего за 9 семестр			74

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		ВПЗ			ВПЗ	ДР			ВПЗ	ДР		ВПЗ			ВПЗ	ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 10 экз.
2. А. И. Горунов. . Аддитивные технологии и материалы. Казань БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
3. Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. . Аддитивные технологии в машиностроении. Комсомольск-на-Амуре: КНАГУ, 2018, эл. рес.
4. П. П. Серебrenицкий. . Аддитивные технологии. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.

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. <https://e.lanbook.com/book/120060> — ЭБС Лань;
2. <http://www.library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
4. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
5. <https://e.lanbook.com/book/142568> — 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 - 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. SolidWorks 2015 R5;
2. Microsoft Office.

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:

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

6.2. 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** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-14 Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием инженерных компетенций в области разработки, проектирования и изготовления изделий с использованием аддитивных технологий; в области разработки и внедрения аддитивных технологий изготовления машиностроительных изделий; в области модернизации действующих и проектировании новых эффективных машиностроительных производств различного назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.		
История появления Терминология Классификация Области эффективного применения/Достоинства и недостатки Общие вопросы послойного синтеза Структура технологического процесса послойного синтеза Общие вопросы послойного синтеза (продолжение) Преимущества и проблемы послойного синтеза Повышение эффективности послойного синтеза.	Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. . Аддитивные технологии в машиностроении: Комсомольск-на-Амуре: КНАГУ, 2018 (1) А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-6)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. МЕТОДЫ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.		
Методы фотополимеризации Методы слияния порошковых оснований Методы листового ламинирования Методы послойной экструзии Методы послойного синтеза печатью Методы послойной наплавки	Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. . Аддитивные технологии в машиностроении: Комсомольск-на-Амуре: КНАГУ, 2018 (3)	54
Итого по разделу 2		54
Раздел 3. МАТЕРИАЛЫ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.		
Материалы аддитивных технологий	А. И. Горунов. . Аддитивные технологии и материалы: КазаньБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.		
Оборудование для аддитивных технологий	П. П. Серебrenицкий. . Аддитивные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2)	5
Итого по разделу 4		5
Раздел 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ.		

Программное обеспечение 3D печати	П. П. Серебеницкий. . Аддитивные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3)	5
Итого по разделу 5		5

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к зачету;
- 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.

Вопросы/задания по темам ПЗ

1. Каковы основные этапы развития технологий послойного синтеза?
2. Какие термины наиболее часто используются в области послойного синтеза?
3. Какова роль послойного синтеза в современном производстве?
4. Какие области применения послойного синтеза наиболее распространены?
5. Как классифицируются методы послойного синтеза?
6. В каких отраслях промышленности используется послойный синтез?
7. Каковы преимущества и недостатки различных методов послойного синтеза?
8. Какие факторы влияют на выбор метода послойного синтеза для конкретного применения?
9. Каковы основные этапы технологического процесса послойного синтеза?
10. Какие проблемы могут возникнуть в процессе послойного синтеза?
11. Как можно повысить эффективность процессов послойного синтеза?
12. Какие методы контроля качества применяются в послойном синтезе?
13. В чем заключается принцип векторно-сканирующего отверждения?
14. Как работает метод отверждения проекцией?
15. Какие преимущества имеет печать с фотохимическим отверждением?
16. Каков механизм фотополимеризации?
17. Как взаимодействует актиничное излучение с фотополимеризующимися композициями?
18. Какие компоненты входят в состав фотополимеризующихся композиций?
19. Какие погрешности могут возникнуть в процессе фотополимеризации?
20. Каковы стратегии формирования при фотополимеризации?
21. Как осуществляется нанесение фотополимеризующейся композиции?
22. Какое оборудование используется для методов фотополимеризации?
23. Каковы механизмы слияния частиц порошков?
24. В чем заключается принцип селективного лазерного спекания?
25. Как работает метод электронно-пучкового плавления?
26. Что такое селективное спекание с послойной схемой формирования?
27. Как осуществляется нанесение слоев порошкового материала?
28. Что такое косвенное формирование изделий?
29. Какое оборудование и материалы используются в методах слияния порошковых оснований?
30. Что такое LOM-технология и как она работает?
31. Каковы особенности технологии бумажного ламинирования?
32. Какие способы листового ламинирования существуют?
33. Как работает ультразвуковая консолидация?
34. Как осуществляется моделирование нанесением расплава?
35. Что такое поддерживающие структуры в процессе экструзии?
36. Какие материалы используются в процессе FDM?
37. Какое оборудование необходимо для FDM?
38. Какие альтернативные методы послойной экструзии существуют?
39. Каковы принципы синтеза баллистическими частицами?
40. В чем заключается процесс трехмерной аэрозольной печати?

Вопросы к зачету

1. Что такое аддитивные технологии?
2. Каковы основные этапы процесса аддитивного производства?
3. Какие материалы используются в аддитивных технологиях?
4. В чем разница между аддитивными и субтрактивными технологиями?
5. Какие типы 3D-принтеров существуют?
6. Каковы преимущества аддитивного производства?
7. В каких отраслях применяются аддитивные технологии?
8. Как аддитивные технологии влияют на устойчивое развитие?
9. Какие проблемы могут возникнуть при использовании аддитивных технологий?
10. Как осуществляется постобработка изделий, созданных с помощью аддитивных технологий?
11. Каковы перспективы развития аддитивных технологий в будущем?
12. Какие известные компании занимаются аддитивным производством?
13. Как аддитивные технологии меняют подход к дизайну и разработке продуктов?
14. Каковы основные принципы работы с программным обеспечением для 3D-печати?
15. Как аддитивные технологии используются в медицине?
16. Каковы ограничения аддитивных технологий?
17. Как аддитивные технологии могут помочь в производстве запчастей?
18. Каковы основные стандарты и сертификация в области аддитивных технологий?
19. Как аддитивные технологии влияют на цепочку поставок?
20. Каковы примеры успешного применения аддитивных технологий в промышленности?
21. Что такое аддитивные технологии?
22. Каковы основные этапы процесса аддитивного производства?
23. Какие материалы используются в аддитивных технологиях?
24. В чем разница между аддитивными и субтрактивными технологиями?
25. Какие типы 3D-принтеров существуют?
26. Каковы преимущества аддитивного производства?
27. В каких отраслях применяются аддитивные технологии?
28. Как аддитивные технологии влияют на устойчивое развитие?
29. Какие проблемы могут возникнуть при использовании аддитивных технологий?
30. Как осуществляется постобработка

Зачет

На зачете студенту предоставляются 2 вопроса по всем разделам курса, время на подготовку ответов 20 минут.

«Зачтено»

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

«Не зачтено»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

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	Практические занятия		ОПК-14	
5	9	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.	11	6	6	5	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 2. МЕТОДЫ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.	62	8	8	54	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 3. МАТЕРИАЛЫ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	11	6	6	5	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	11	6	6	5	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ.	13	8	8	5	20	Вопросы к зачету, Вопросы/ задания по темам ПЗ
Всего за 9 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	

Оценочные материалы по дисциплине АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОПК-14 - Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения

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

Какие этапы постобработки применяются для постобработки напечатанных моделей?

1. Термообработка
2. Шлифование
3. Шелкография
4. Гальванизация

Ответы: 1, 2

Обоснование: Лекции описывают термообработку, шлифование и пассивацию.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите процесс разработки документации для аддитивной детали: от выбора материала до постобработки.

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Разработайте комплекс мер контроля качества серийного производства аддитивных деталей.

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между показателями качества и методами контроля

Показатель качества	Метод контроля
1. Пористость	А. Микроскопия поперечных срезов
2. Адгезия слоёв	Б. Ультразвуковой тест
3. Шероховатость	В. Профилометрия
4. Точность размеров	Г. 3D сканирование
5. Цвет	

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между обозначением и наименованием печати

Обозначение	Наименование
1. FDM	А. Послойное наплавление термопластика
2. SLA	Б. Ультрафиолетовая полимеризация фотополимера
3. DMLS	В. Лазерное плавление порошковой металлической смеси
4. EBM	Г. Электронно-лучевое плавление металлического порошка
5. PDM	

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите этапы процесса аддитивного производства детали:

1. Подготовка CAD-модели
2. Генерация G-кода

3. Построение слоя

4. Постобработка

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность
Расположите этапы контроля качества аддитивной детали:

1. Визуальный осмотр

2. 3D сканирование

3. Испытание на растяжение

4. Микроструктурный анализ

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

Какой материал чаще всего применяется в DMLS для аэрокосмических деталей?

1. Алюминиевый

2. Титановый

3. Нержавеющая сталь

4. Пластик

Ответ: 2

Обоснование: Для аэрокосмических применений предпочтителен титан.

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

Какой метод постобработки снижает шероховатость до $Ra \leq 0.8$ мкм?

1. Пескоструйная

2. Шлифование

3. Полировка

4. Обливка

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

Какой показатель отражает геометрическую точность аддитивной детали?

1. Пористость

2. Диаметр окружности

3. Отклонение формы

4. Цвет поверхности

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

Какие два фактора влияют на прочность аддитивных деталей?

1. Температура спекания

2. Толщина слоя

3. Скорость печати

4. Цвет порошка

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

Какие методы контроля размеров аддитивных деталей применимы?

1. 3D сканирование
2. Шаблон
3. Микрометр
4. Ультразвук