

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная



(подпись)

«23» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивные технологии»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                    |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 13.03.02                           |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Электроэнергетика и электротехника |
| Наименование<br>направленности                        | Цифровая энергетика                |
| Форма обучения                                        | очно-заочная                       |
| Год приема                                            | 2022                               |

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

23.06.2025

А.В. Рысин  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«23» июня 2025 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

23.06.2025

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

23.06.2025

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Аддитивные технологии» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-4 «Способность участвовать в проектировании моделей объектов профессиональной деятельности и изготовлении прототипов с использованием аддитивных технологий»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами проектирования технических изделий с применением средств автоматизации проектирования и дальнейшим производством с применением аддитивных технологий. Рассматриваются применяемые в электроэнергетике материалы и методы постобработки изделий.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания является получение обучающимися необходимых знаний для применения аддитивных технологий в профессиональной деятельности, знакомство с различными методами 3D печати, используемыми материалами и подготовкой управляющих программ для осуществления 3D печати в технической сфере.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональные компетенции   | ПК-4 Способность участвовать в проектировании моделей объектов профессиональной деятельности и изготовлении прототипов с использованием аддитивных технологий | ПК-4.Д.1 выбирает оборудование аддитивного производства и исходные материалы для изготовления объектов профессиональной деятельности из композиционных материалов аддитивными методами<br>ПК-4.Д.2 анализирует источники энергии и физические явления, происходящие в ходе изготовления объектов профессиональной деятельности из композиционных материалов аддитивными методами<br>ПК-4.Д.3 выполняет расчеты и проектирование объектов профессиональной деятельности, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием систем автоматизированного проектирования<br>ПК-4.Д.4 выполняет статический анализ модели изделия, производимого методами аддитивных технологий |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Инженерная и компьютерная графика»;
- «Информационные технологии»;
- «Материаловедение».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Производственная преддипломная практика»; –
- «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                                                                          | Всего            | Трудоемкость по семестрам |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|-------|
|                                                                                             |                  | №9                        | №10   |
| 1                                                                                           | 2                | 3                         | 4     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>                                             | 4/ 144           | 2/ 72                     | 2/ 72 |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                                 | 43               | 34                        | 9     |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>                                                       | 69               | 51                        | 18    |
| в том числе:                                                                                |                  |                           |       |
| лекции (Л), (час)                                                                           | 26               | 17                        | 9     |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                |                  |                           |       |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                             | 43               | 34                        | 9     |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                    |                  |                           |       |
| экзамен, (час)                                                                              | 36               |                           | 36    |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>                                                  | 39               | 21                        | 18    |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Дифф. Зач., Экз. | Дифф. Зач.                | Экз.  |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Введение в аддитивные технологии<br>Тема 1.1. История развития аддитивных технологий.<br>Тема 1.2. Принципы послойного формообразования.<br>Тема 1.3. Сравнение традиционных и аддитивных методов производства.<br>Тема 1.4. Классификация аддитивных технологий                                                             | 3            |               | 4        |          | 5         |
| Раздел 2. Технологии и процессы аддитивного производства<br>Тема 2.1. Принципы работы установок: FDM, SLA, SLS, DMLS, EBM, LMD.<br>Тема 2.2. Подготовка электронной модели<br>Тема 2.3. Этапы аддитивного процесса: подготовка, печать, постобработка.<br>Тема 2.4. Анализ ошибок при аддитивном производстве и способы их устранения. | 8            |               | 12       |          | 6         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |  |    |  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|----|--|----|
| Раздел 3. Оборудование для аддитивного производства<br>Тема 3.1. Конструктивные особенности различных установок.<br>Тема 3.2. Системы подачи и нанесения материала.<br>Тема 3.3. Системы контроля и автоматизации процесса.<br>Тема 3.4. Элементы оптического контроля и диагностики.                                            | 3  |  | 8  |  | 5  |
| Раздел 4. Работа с исходными материалами<br>Тема 4.1. Классификация исходных материалов: полимеры, металлы, керамика, композиты.<br>Тема 4.2. Методы анализа химического состава и гранулометрии.<br>Тема 4.3. Подготовка порошков: просушка, прокаливание, гомогенизация<br>Тема 4.4. Фильтрация и очистка жидких фотополимеров | 3  |  | 10 |  | 5  |
| Итого в семестре:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 17 |  | 34 |  | 21 |
| Семестр 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |  |    |  |    |
| Раздел 5. Подготовка оборудования к работе<br>Тема 5.1. Регламент подготовки установки к работе.<br>Тема 5.2. Установка технологической платформы и заправка материалов.<br>Тема 5.3. Визуальная и автоматизированная проверка узлов<br>Тема 5.4. Порядок загрузки управляющих программ                                          | 1  |  | 1  |  | 3  |
| Раздел 6. Контроль процесса аддитивного производства<br>Тема 6.1. Методы визуального и автоматизированного контроля.<br>Тема 6.2. Системы оптического и температурного контроля<br>Тема 6.3. Датчики положения и видеонаблюдение<br>Тема 6.4. Реакция на отклонения и аварийные ситуации                                         | 1  |  | 2  |  | 3  |
| Раздел 7. Техническое обслуживание и безопасность<br>Тема 7.1. Ежедневное и плановое техобслуживание.<br>Тема 7.2. Применение средств индивидуальной и коллективной защиты<br>Тема 7.3. Безопасная работа с оборудованием под давлением и высокими температурами.<br>Тема 7.4. Санитарно-гигиенические требования                | 1  |  |    |  | 3  |
| Раздел 8. Обработка изделий<br>Тема 8.1. Удаление остаточных материалов.<br>Тема 8.2. Методы пескоструйной и абразивной обработки<br>Тема 8.3. Термообработка и механическая доработка изделий.<br>Тема 8.4. Контроль качества готовых деталей                                                                                   | 2  |  | 2  |  | 3  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |   |    |   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|---|----|
| Раздел 9. Оформление документации<br>Тема 9.1. Основы делопроизводства на производственном участке<br>Тема 9.2. Расчет времени изготовления изделия.<br>Тема 9.3. Внесение данных в журналы и отчетные формы.<br>Тема 9.4. Работа с CAD/CAE-системами и офисными программами.                               | 2  |   | 2  |   | 3  |
| Раздел 10. Интеграция в производство<br>Тема 10.1. Встраивание аддитивных процессов в общее производство.<br>Тема 10.2. Применение аддитивных технологий в различных отраслях.<br>Тема 10.3. Экономическая эффективность использования 3D-печати.<br>Тема 10.4. Перспективы развития аддитивных технологий. | 2  |   | 2  |   | 3  |
| Итого в семестре:                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 9  |   | 9  |   | 18 |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26 | 0 | 43 | 0 | 39 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>      | Раздел 1: Введение в аддитивные технологии<br>Понятие аддитивного производства.<br>Классификация аддитивных технологий: FDM, SLA, SLS, DMLS, EBM, LMD и др.<br>Принцип послойного формообразования.<br>Преимущества и недостатки аддитивных методов перед традиционными.<br>Области применения аддитивных технологий (авиация, медицина, машиностроение и др.). |
| <b>2</b>      | Раздел 2: Технологии и процессы аддитивного производства<br>Подготовка цифровой модели: CAD → STL → слайсинг.<br>Этапы аддитивного процесса: подготовка, печать, постобработка.<br>Особенности различных технологий: FDM, SLA, SLS, DMLS, EBM, LMD.<br>Анализ типичных ошибок при производстве и способы их устранения.<br>Контроль качества на всех стадиях.   |
| <b>3</b>      | Раздел 3: Устройство оборудования для аддитивного производства<br>Конструктивные особенности установок для разных технологий.<br>Системы подачи и нанесения материала.<br>Системы контроля и автоматизации процесса.<br>Элементы оптического и температурного контроля.<br>Работа систем защиты и безопасности.                                                 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4</b>  | <p>Раздел 4: Исходные материалы для аддитивного производства</p> <p>Классификация исходных материалов: полимеры, металлы, керамика, композиты.</p> <p>Химический состав и физические свойства материалов.</p> <p>Методы анализа гранулометрии, насыпной плотности, текучести порошков.</p> <p>Подготовка порошков: просушка, прокаливание, гомогенизация.</p> <p>Фильтрация и очистка жидких фотополимеров.</p> |
| <b>5</b>  | <p>Раздел 5: Подготовка оборудования к работе</p> <p>Подготовка рабочего места и оборудования.</p> <p>Установка технологической платформы и заправка материалов.</p> <p>Визуальная и автоматизированная проверка узлов.</p> <p>Загрузка управляющих программ и параметров печати.</p> <p>Проверка сигнализации и систем безопасности.</p>                                                                       |
| <b>6</b>  | <p>Раздел 6: Контроль процесса аддитивного производства</p> <p>Методы визуального и автоматического контроля.</p> <p>Системы оптического, температурного и видеоконтроля.</p> <p>Датчики положения и другие измерительные устройства.</p> <p>Реакция на отклонения и аварийные ситуации.</p> <p>Корректировка параметров в реальном времени.</p>                                                                |
| <b>7</b>  | <p>Раздел 7: Техническое обслуживание и безопасность</p> <p>Ежедневное и плановое техобслуживание оборудования.</p> <p>Применение средств индивидуальной и коллективной защиты.</p> <p>Работа с оборудованием под давлением и высокими температурами.</p> <p>Санитарно-гигиенические требования.</p> <p>Чрезвычайные ситуации и меры по их предотвращению.</p>                                                  |
| <b>8</b>  | <p>Раздел 8: Послепечатная обработка изделий</p> <p>Удаление остаточных материалов.</p> <p>Методы пескоструйной, абразивной и химической обработки.</p> <p>Термообработка и механическая доработка.</p> <p>Контроль качества готовых деталей.</p> <p>Утилизация отходов.</p>                                                                                                                                    |
| <b>9</b>  | <p>Раздел 9: Оформление документации</p> <p>Виды производственной документации.</p> <p>Расчёт трудоёмкости изготовления изделия.</p> <p>Внесение данных в журналы и формы отчетности.</p> <p>Работа с CAD/CAE-системами и офисными программами.</p> <p>Составление технологических карт и актов контроля.</p>                                                                                                   |
| <b>10</b> | <p>Раздел 10: Интеграция аддитивных технологий в производство</p> <p>Встраивание аддитивных процессов в производственные цепочки.</p> <p>Применение 3D-печати в различных отраслях.</p> <p>Экономическая эффективность использования аддитивных технологий.</p> <p>Перспективы развития аддитивного производства.</p> <p>Влияние 3D-печати на логистику и складское хозяйство.</p>                              |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                                       |                      |
|                                 |                           |                            |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                           |                            |                     |                                       |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п      | Наименование лабораторных работ                                             | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 9  |                                                                             |                     |                                       |                      |
| 1          | Сравнительный анализ свойств и точности моделей.                            | 4                   | 4                                     | 1                    |
| 2          | Создание 3D-модели и подготовка её к печати.                                | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 3          | Запуск печати на FDM принтере                                               | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 4          | Запуск печати на SLA принтере                                               | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 5          | Изучение устройства и компонентов 3D-принтера.                              | 4                   | 4                                     | 3                    |
| 6          | Система управления аддитивной установки                                     | 4                   | 4                                     | 3                    |
| 7          | Анализ исходного материала                                                  | 4                   | 4                                     | 4                    |
| 8          | Выбор материала                                                             | 4                   | 4                                     | 4                    |
| 9          | Итоговое занятие                                                            | 2                   | 2                                     | 4                    |
| Семестр 10 |                                                                             |                     |                                       |                      |
| 10         | Выполнение комплекса подготовительных мероприятий перед запуском установки. | 1                   | 1                                     | 5                    |
| 11         | Анализ результатов контроля и корректировка параметров                      | 2                   | 2                                     | 6                    |
| 12         | Постобработка изделия                                                       | 2                   | 2                                     | 8                    |
| 13         | Расчет времени и стоимости изготовления детали                              | 2                   | 2                                     | 9                    |
| 14         | Расчет экономической эффективности от внедрения аддитивной установки        | 2                   | 2                                     | 10                   |
| Всего      |                                                                             | 43                  | 43                                    |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 9, час | Семестр 10, час |
|----------------------------|------------|----------------|-----------------|
| 1                          | 2          | 3              | 4               |

|                                                   |    |    |    |
|---------------------------------------------------|----|----|----|
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 16 | 11 | 2  |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |    |    |    |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |    |    |    |
| Выполнение реферата (Р)                           |    |    |    |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10 | 5  | 5  |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |    |    |    |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 13 | 5  | 8  |
| Всего:                                            | 39 | 21 | 18 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка                                                                                  | Количество экземпляров в библиотеке<br>(кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                    | Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. Из-во Питер, СПб, 2018, 348 с           |                                                                        |
|                    | Новиков С.В., Рамазанов К.Н. Аддитивные технологии: состояние и перспективы. Изво УГАТУ, Уфа, 2022, 75 с. |                                                                        |
|                    | Антонова В. С., Осовская И. И. Аддитивные технологии: учеб. пособие. СПб.: ВШЭ СПб ГУП ТД, 2017. 30 с.    |                                                                        |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  
Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.  
Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес                                                                                             | Наименование                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <a href="https://support.ultimaker.com/hc/en-us">https://support.ultimaker.com/hc/en-us</a>           | Справочные материалы Ultimaker Cura           |
| <a href="http://www.thingiverse.com/">http://www.thingiverse.com/</a>                                 | Платформа для обмена STL моделями Thingiverse |
| <a href="https://tflexcad.ru/download/documentation/">https://tflexcad.ru/download/documentation/</a> | Справочные материалы T-Flex CAD               |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы          | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                               | 21-21                               |
| 2     | Мультимедийная лекционная аудитория                                | 31-04                               |
| 3     | Специализированная лаборатория «Новых производственных технологий» | Московский пр. 149<br>ВА, ауд. 417  |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств            |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Экзамен                      | Список вопросов к экзамену;<br>Тесты. |
| Дифференцированный зачёт     | Список вопросов;<br>Тесты.            |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|--------------------|-------------------------------------------|
| 5-балльная шкала   |                                           |

| Оценка компетенции<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «хорошо»<br>«зачтено»                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                                                                    |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                 |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено»  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>                                                                                                                           |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

| №<br>п/п | Перечень вопросов для экзамена                                                                                                                                                                                                    | Код<br>индикатора |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1        | 1. Быстрое прототипирование<br>2. Аддитивные технологии<br>3. Прототипирование<br>4. Характеристики прототипа<br>5. Шаги быстрого прототипирования<br>6. Точность воспроизведения<br>7. SLA метод<br>8. FDM метод<br>9. SLS метод | ПК-4.Д.1          |
| 2        | 10. Трехмерное моделирование средствами САПР<br>11. Конвертация и передача данных<br>12. Проверка и подготовка к работе<br>13. Послойное построение изделия                                                                       | ПК-4.Д.2          |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|   | 14. Удаление поддержек и постобработка<br>15. Ступенчатость<br>16. Формат STL<br>17. Управляющие команды<br>18. Ориентация изделия                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |
| 3 | 19. Поддерживающие структуры<br>20. Виды решеток заполнения<br>21. Фотополимеризационные материалы<br>22. Механизмы и скорости реакций полимеризации<br>23. Лазерная стереолитография<br>24. Методы сканирования при лазерной стереолитографии<br>25. Процесс изготовления интегральных микросхем<br>26. Требования к материалам в энергетике<br>27. Изготовление прототипов с использованием нескольких материалов | ПК-4.Д.3 |
| 4 | 28. Очистка и защита изделий<br>29. Процесс экструзии<br>30. Объемный расход и скорость печати<br>31. Кристаллизация и охлаждение<br>32. Ширина линий и прочность периметров<br>33. Материалы для экструзии<br>34. Оснастка для FDM печати<br>35. Продольная и поперечная прочность                                                                                                                                 | ПК-4.Д.4 |

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

| №<br>п/п | Перечень вопросов для дифф. зачета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Код<br>индикатора |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1        | 36. Комбинг и откаты<br>37. Печать с несколькими экструдерами<br>38. Создание литевых форм<br>39. Методы быстрого прототипирования на порошковой основе<br>40. Виды порошков<br>41. Макрокинетика спекания<br>42. Твердофазное спекание<br>43. Жидкофазное спекание<br>44. Химическое спекание<br>45. Электронно-лучевое плавление                           | ПК-4.Д.1          |
| 2        | 46. Кинематика движения головы<br>47. Субстрактивные технологии быстрого прототипирования<br>48. Конструирование и дизайн<br>49. Серийное производство моделей при помощи аддитивных технологий<br>50. Система управления 3D печатью<br>51. Нагревательные элементы<br>52. Экструдеры Bouden и Direct<br>53. Hotend и Coldend<br>54. Калибровка оборудования | ПК-4.Д.2          |
| 3        | 55. Linear advance<br>56. Повышение качества печати<br>57. Аддитивные технологии в энергетике<br>58. Мосты и нависания                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-4.Д.3          |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|   | 59. Дефекты печати<br>60. Химические способы обработки<br>61. Механические способы обработки<br>62. Зависимость толщины слоя и стенки от сопла<br>63. Использование башен<br>64. Режим разглаживания<br>65. G-код для старта печати                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |
| 4 | 66. G-код для окончания печати<br>67. ПИД-регулятор температуры<br>68. Основные требования к CAD-моделям, используемых для аддитивного производства<br>69. Твердотельная конструктивная геометрия?<br>70. Контурное представление?<br>71. В чем заключаются достоинства и недостатки формата ASCII?<br>72. Каким образом осуществляется экспорт геометрических моделей в формат STL в современных CAD-системах?<br>73. В чем заключается проблема избыточности данных при использовании STL интерфейса?<br>74. Какие топологические проблемы могут наблюдаться при использовании геометрических моделей в формате STL?<br>75. Какие геометрические проблемы могут иметь место при использовании геометрических моделей в формате STL? | ПК-4.Д.4 |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                                                |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов                                                                                                                                                                                                            | Код индикатора |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|       | <p><b>1 тип.</b> Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> |                |
| 1     | <p><b>Какое максимальное количество материалов может быть использовано при использовании Polyjet технологии?</b></p> <p>1) 2<br/>2) 4<br/>3) 8<br/>4) 16</p>                                                                                      | ПК-4.Д.1       |
| 2     | <p><b>Как можно делать резьбовые отверстия в деталях, изготавливаемых методами аддитивных технологий?</b></p> <p>1) Впаивать латунные резьбовые вставки.</p>                                                                                      | ПК-4.Д.2       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2) Проектировать резьбу в детали.<br>3) Нарезать резьбу после печати метчиком.<br>4) <b>Все варианты.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Что необходимо сделать перед 3D печатью?</b><br>1) Охладить печатающую голову.<br>2) <b>Обеспечить адгезивный слой на столе.</b><br>3) Обеспечить адгезивный слой на экструдере.<br>4) Вручную передвинуть печатающую голову в домашнее положение.                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК-4.Д.3 |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Как нельзя изготовить изделие с нависающими элементами используя FDM технологию?</b><br>1. С помощью САПР добавить поддержки под нависающие элементы.<br>2. Повернуть деталь так, чтобы не было нависающих элементов.<br><b>3. Использовать металлический порошок в качестве поддержек.</b><br>4. Использовать слайсер для построения искусственных поддержек.                                                                                                                                                                                  | ПК-4.Д.4 |
| <p><i><b>2 тип.</b> Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>В каком формате экспортируется 3D модель для дальнейшего изготовления методами аддитивных технологий?</b><br>1. STL.<br>2. STEP.<br>3. 3DP.<br>4. CTL.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-4.Д.1 |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Какие из следующих утверждений о фотополимерной 3D-печати верны?</b><br>1. Фотополимерная печать использует жидкие смолы, которые затвердевают под воздействием ультрафиолетового света.<br>2. Для фотополимерной печати обязательно требуется поддержка моделей, так как материал не может удерживать форму самостоятельно.<br>3. Фотополимерные 3D-принтеры могут создавать объекты с высокой детализацией и гладкой поверхностью.<br>4. Фотополимерная печать подходит только для создания крупных объектов более 100 кубическим сантиметра. | ПК-4.Д.2 |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Какое программное обеспечение используется для проектирования 3D модели, с целью ее дальнейшего изготовления методами аддитивных технологий?</b><br>1. ELCUT.<br>2. SolidWorks.<br>3. SimInTech.<br>4. T-Flex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-4.Д.3 |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Зачем проводить статический анализ изделия?</b><br>1. Определение электромагнитных характеристик изделия.<br>2. <b>Выявление максимальных напряжений и деформаций.</b><br>3. Расчет аэродинамических свойств.<br>4. <b>Выбор материала.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.Д.4 |
| <p><i><b>3 тип.</b> Задание закрытого типа на установление соответствия</i></p>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |

| Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 9                                                                                                                                                    | <p><b>Соотнесите материалы и аддитивные технологии, в которых он используется.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотополимеры (SLA)</li> <li>2. PLA (FDM)</li> <li>3. Алюминиевый порошок (SLM)</li> <li>4. PETG (FDM)</li> <li>5. ABS (FDM)</li> <li>6. Титановый порошок (SLM)</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-4.Д.1 |
| 10                                                                                                                                                   | <p><b>Соотнесите технологии 3D-печати с их описаниями.</b></p> <p>Категории:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. FDM (Fused Deposition Modeling)</li> <li>B. SLA (Stereolithography)</li> <li>C. SLS (Selective Laser Sintering)</li> <li>D. DLP (Digital Light Processing)</li> </ol> <p>Варианты ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использует порошковый материал, который спекается лазером для создания объекта.</li> <li>2. Основана на послойном наплавлении термопластика через экструдер.</li> <li>3. Использует жидкую фотополимерную смолу, которая затвердевает под воздействием ультрафиолетового света.</li> <li>4. Похожа на SLA, но использует проектор для одновременного отверждения целого слоя смолы.</li> </ol> <p><b>Правильные ответы:</b><br/><b>A-2, B-3, C-1, D-4</b></p> | ПК-4.Д.2 |
| 11                                                                                                                                                   | <p><b>Соотнесите материалы с технологиями 3D-печати, для которых они подходят.</b></p> <p>Категории:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. PLA</li> <li>B. Фотополимерная смола</li> <li>C. Нейлоновый порошок</li> <li>D. Металлический порошок</li> </ol> <p>Варианты ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. FDM</li> <li>2. SLA</li> <li>3. SLS</li> <li>4. DMLS (Direct Metal Laser Sintering)</li> </ol> <p><b>Правильные ответы:</b><br/><b>A-1, B-2, C-3, D-4</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК-4.Д.3 |
| 12                                                                                                                                                   | <p><b>Соотнесите этапы аддитивного производства с их описаниями.</b></p> <p>Категории:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Подготовка 3D-модели</li> <li>B. Печать</li> <li>C. Постобработка</li> <li>D. Контроль качества</li> </ol> <p>Варианты ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарезка модели на слои и генерация G-кода для принтера.</li> <li>2. Удаление поддержек, шлифовка, покраска или термообработка готового изделия.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.Д.4 |

|                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                        | <p>3. Проверка геометрии и механических свойств готового изделия.</p> <p>4. Послойное создание объекта с использованием выбранной технологии.</p> <p><b>Правильные ответы:</b><br/><b>A-1, B-4, C-2, D-3</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |
| <p><b>4 тип.</b> Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность.<br/>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |
| 13                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Расставьте этапы работы FDM 3D-принтера в правильной последовательности.</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нагрев экструдера и платформы.</li> <li>2. Загрузка филамента в экструдер.</li> <li>3. Нарезка 3D-модели на слои и генерация G-кода.</li> <li>4. Послойное наплавление материала.</li> <li>5. Охлаждение готового изделия.</li> <li>6. Удаление поддержек (если они есть).</li> </ol> <p><b>Правильная последовательность: 3, 1, 2, 4, 5, 6</b></p>  | ПК-4.Д.1 |
| 14                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Расставьте этапы постобработки изделия, напечатанного на SLA-принтере, в правильной последовательности.</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Промывка модели в изопропиловом спирте.</li> <li>2. УФ-отверждение модели.</li> <li>3. Удаление поддержек.</li> <li>4. Шлифовка поверхности.</li> <li>5. Нанесение защитного покрытия.</li> </ol> <p><b>Правильная последовательность: 1, 3, 2, 4, 5</b></p>                                                          | ПК-4.Д.2 |
| 15                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Расставьте компоненты FDM 3D-принтера в порядке их участия в процессе печати.</b></p> <p>Варианты ответов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экструдер.</li> <li>2. Шаговые двигатели.</li> <li>3. Платформа для печати.</li> <li>4. Нагревательный элемент.</li> <li>5. Датчик температуры.</li> <li>6. Катушка с филаментом.</li> <li>7. Система охлаждения.</li> </ol> <p><b>Правильная последовательность: 6, 1, 4, 5, 2, 3, 7</b></p>                                                   | ПК-4.Д.3 |
| 16                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Последовательность действий для проведения статического анализа изделия в SolidWorks.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание сетки</li> <li>2. Применение нагрузок</li> <li>3. Создание модели</li> <li>4. Назначение материалов</li> <li>5. Создание отчета</li> <li>6. Просмотр результатов</li> <li>7. Создание нового исследования</li> <li>8. Применение креплений</li> <li>9. Запуск анализа</li> </ol> <p><b>Правильная последовательность: 3, 7, 4, 8, 2, 1, 9, 6, 5</b></p> | ПК-4.Д.4 |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                            |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</b><br>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание |                                                                                                                                                            |          |
| 17                                                                                                                                                                                 | <b>В аддитивном производстве для создания изделий используется метод послойного _____.</b><br><b>(Ответ: наращивания)</b>                                  | ПК-4.Д.1 |
| 18                                                                                                                                                                                 | <b>Один из самых распространенных материалов в аддитивном производстве — это _____, который используется для 3D-печати.</b><br><b>(Ответ: пластик)</b>     | ПК-4.Д.2 |
| 19                                                                                                                                                                                 | <b>Для создания металлических деталей в аддитивном производстве часто применяется технология _____ лазерного спекания.</b><br><b>(Ответ: селективного)</b> | ПК-4.Д.3 |
| 20                                                                                                                                                                                 | <b>В аддитивном производстве для создания сложных геометрических форм часто используется _____ моделирование.</b><br><b>(Ответ: твердотельное)</b>         | ПК-4.Д.4 |

Примечание: Система оценивания тестовых заданий.

**1-й тип.** Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**2-й тип.** Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**3-й тип.** Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**4-й тип.** Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**5-й тип.** Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Введение в аддитивные технологии;
- Технологии и процессы аддитивного производства;
- Оборудование для аддитивного производства;
- Работа с исходными материалами;
- Подготовка оборудования к работе;
- Контроль процесса аддитивного производства;
- Техническое обслуживание и безопасность;
- Обработка изделий;
- Оформление документации;
- Интеграция в производство.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Студенты разбиваются на подгруппы, по 3-4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающиеся должны подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП». Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП». Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, представленным в таблице 15. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |