

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

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«28» мая 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивное производство»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Энергетические электрические машины
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

 28.05.2026
(подпись, дата)

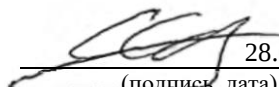
А.В. Рысин
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«28» мая 2026 г, протокол № 12

Заведующий кафедрой № 32

К.Т.Н., доц.
(уч. степень, звание)

 28.05.2026
(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)

 28.05.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Аддитивное производство» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Энергетические электрические машины». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-4 «Аддитивное производство»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами проектирования 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, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

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 методами аддитивных технологий, используемыми материалами и подготовкой управляющих программ для осуществления процесса изготовления.

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 Аддитивное производство	ПК-4.Д.1 выбирает и настраивает оборудование аддитивного производства и исходные материалы для изготовления объектов профессиональной деятельности из композиционных материалов аддитивными методами ПК-4.Д.2 анализирует источники энергии и физические явления, происходящие в ходе изготовления объектов профессиональной деятельности из композиционных материалов аддитивными методами ПК-4.Д.3 выполняет расчеты и проектирование объектов профессиональной деятельности, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием систем автоматизированного проектирования ПК-4.Д.4 выполняет статический анализ модели изделия, производимого методами аддитивных технологий ПК-4.Д.5 разработка технологической документации на процессы изготовления изделий на оборудовании аддитивного производства

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Инженерная и компьютерная графика»,
- «Прикладная механика»,
- «Материаловедение».

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

- «Производственная преддипломная практика»,
- «Написание ВКР».

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение в аддитивные технологии. Тема 1.1. Введение в аддитивные технологии и их место в производстве. Тема 1.2. Нормативная база, ЕСКД, ЕСТД и технологическая документация. Тема 1.3. САПР, цифровая модель и подготовка данных для печати. Тема 1.4. Классификация технологий аддитивного производства.	4	5	3		3
Раздел 2. FDM, SLA, SLS, SLM технологии Тема 2.1. FDM/FFF-печать: подготовка, параметры, дефекты и контроль. Тема 2.2. SLA-печать и фотополимерные технологии. Тема 2.3. Селективное лазерное плавление металлических порошков. Тема 2.4. Физические процессы лазерного аддитивного производства.	6	4	9		8

Раздел 3. Применение аддитивных технологий. Тема 3.1. Опорные структуры и технологичность конструкции. Тема 3.2. Материалы для аддитивного производства. Тема 3.3. Дефекты аддитивного производства и способы их предупреждения. Тема 3.4. Постобработка деталей после аддитивного производства.	5	4	3		7
Раздел 4. Технический контроль. Тема 4.1. Метрология, дефектоскопия и контроль качества. Тема 4.2. Оборудование, рабочее место, безопасность и направления развития.	2	4	2		3
Итого в семестре:	17	17	17		21
Итого	17	17	17	0	21

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
1	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии. Тема 1.1. Введение в аддитивные технологии и их место в производстве. – Понятие аддитивного производства. – Отличие аддитивных технологий от субтрактивных и формообразующих методов. – Области применения. – Преимущества аддитивного производства. – Ограничения. – Интенсификация производства за счёт автоматизации конструкторско-технологической подготовки. Тема 1.2. Нормативная база, ЕСКД, ЕСТД и технологическая документация. – ЕСКД и ЕСТД: назначение и различия. – Термины. – Документы общего назначения по ЕСТД. – Основные технологические документы. – Что должно быть отражено на чертеже детали для аддитивного производства. – Документация на цикл аддитивного производства. – Типовой и единичный технологический процесс. Тема 1.3. САПР, цифровая модель и подготовка данных для печати. – Состав систем автоматизированного проектирования. – Этапы разработки электронной модели детали. – Форматы файлов. – Особенности STL, STEP, 3MF. – Формы представления моделей. – Разбиение модели на слои. – Высота слоя как параметр разрешения по высоте. – G-code как файл траекторий и технологических команд для FDM-принтера.

	– Топологическая оптимизация: снижение массы при сохранении жёсткости и прочности. Тема 1.4. Классификация технологий аддитивного производства. – Технологии на основе порошкового слоя. – Технологии направленного подвода материала и энергии. – Экструзионные технологии. – Фотополимерные технологии. – Соответствие технологии и исходного материала. – Технологии, где допускается работа без поддержек для проблемных конструкций. – Сравнение технологий.
2	Раздел 2. FDM, SLA, SLS, SLM технологии Тема 2.1. FDM/FFF-печать: подготовка, параметры, дефекты и контроль. – Физическая сущность процесса. – Подготовка модели в слайсере. – G-code. – Основные параметры. – Межслойная адгезия. – Адгезия первого слоя. – Ориентация отверстий. Тема 2.2. SLA-печать и фотополимерные технологии. – Физическая сущность процесса. – Подготовка модели в слайсере. – Основные параметры. – Межслойная адгезия. – Адгезия первого слоя. – Ориентация детали. Тема 2.3. Селективное лазерное плавление металлических порошков. – Физическая сущность процесса. – Основные элементы процесса. – Действия управляющего ПО. – Подготовка к производству. – Конструктивные ограничения. – Технологичные детали для SLM. – Положение детали на платформе. – Типичное состояние детали после SLM. – Пористость и её допустимость. – Анизотропия механических свойств. Тема 2.4. Физические процессы лазерного аддитивного производства. – Лазерное излучение. – Последовательность физических явлений. – Ванна расплава. – Параметры режима. – Влияние толщины слоя. – Защитный газ. – Ошибки энергетического режима. – Особенности электронно-лучевого плавления. – Моделирование процессов.
3	Раздел 3. Применение аддитивных технологий. Тема 3.1. Опорные структуры и технологичность конструкции. – Назначение опорных структур. – Принципиальная особенность поддержек. – Когда поддержки нужны. – Когда поддержки можно не использовать.

	– Ручное добавление и удаление поддержек. – Ошибки при назначении поддержек. – Приёмы снижения объёма поддержек. – Практические критерии выбора ориентации. Тема 3.2. Материалы для аддитивного производства. – Материалы для технологии FDM. – Фотополимеры для технологии SLA. – Металлические порошки. – Методы выделения нужной фракции. – Оборудование контроля фракционного состава. – Подготовка и реновация порошков. – Методы контроля размера частиц. – Контроль химического состава. – Коррозионностойкие стали. – Влияние материала на дефекты и постобработку. Тема 3.3. Дефекты аддитивного производства и способы их предупреждения. – Дефекты печати при использовании технологии FDM: – Причины дефектов печати при использовании технологии FDM – Дефекты печати при использовании технологии SLA – Дефекты печати при использовании технологий SLM/LPBF – Причины дефектов печати при использовании технологии SLM – Дефекты печати при использовании технологии DED – Методы предупреждения дефектов Тема 3.4. Постобработка деталей после аддитивного производства. – Постобработка деталей после применения технологии FDM. – Постобработка деталей после применения технологии SLA. – Постобработка металлических деталей после применения технологии SLM. – Термообработка до отделения от платформы. – Последовательность обработки при передаче в ОТК. – Финишная механическая обработка. – Термическая обработка. – Влияние постобработки на функциональные свойства детали.
4	Раздел 4. Технический контроль. Тема 4.1. Метрология, дефектоскопия и контроль качества. – Определение объёма контроля. – Контроль геометрии. – 3D-сканирование. – Профилометр-профилограф. – Контроль материала. – Получение металлографического шлифа. – Неразрушающий контроль. – Томография. – Испытания на прочность. – Контроль порошков. Тема 4.2. Оборудование, рабочее место, безопасность и направления развития. – Вредные факторы. – Средства индивидуальной защиты. – Оснащение рабочего места. – Гибридное аддитивное производство. – Направления развития оборудования. – Направления развития технологий. – Стандарты. – Роль автоматизации в интенсификации производства.

4.3. Практические 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
Семестр 7					
1	Создание чертежа детали	Кейс-метод	2	2	1
2	Создание модели по чертежу	Кейс-метод	3	3	1
3	Создание модели ответной части механизма	Кейс-метод	4	4	2
4	Разработка маршрутной карты и карты измерений	Кейс-метод	4	4	3
5	Выбор технологии для изготовления партии изделий	Кейс-метод	4	4	4
Всего			17	17	

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 7				
1	Подготовка модели к изготовлению методами аддитивных технологий	3	3	1
2	Подготовка модели к FDM-печати в слайсере	3	3	2
3	Изготовление детали технологией FDM	3	3	2
4	Изготовление детали технологией LCD	3	3	2
5	Постобработка изделий	3	3	3
6	Проведение ОТК изделия, изготовленного методами аддитивных технологий	2	2	4
Всего		17	17	

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	5	5
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)	6	6
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	21	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://e.lanbook.com/book/461471	Рысин, А. В. Аддитивные технологии в электроэнергетике : учебное пособие / А. В. Рысин, С. В. Солёный. – Санкт-Петербург : ГУАП, 2023. – 66 с. – ISBN 978-5-8088-1880-4	
https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108	Введение в Creo Parametric 6.0: учебно-методическое пособие / Э. М. Абдрафиков [и др.]; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: ГУАП, 2021. - 78 с.	
https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108	Моделирование в среде Creo Parametric 6.0 : учебно-методическое пособие / Э. М. Абдрафиков, В. П. Кузьменко, А. В. Рысин, С. В. Солёный ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2022. - 74 с.	
https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108	Основы работы в NX Siemens : учебно-методическое пособие / А. В. Рысин, С. В. Солёный, О. Я. Соленая, В. П. Кузьменко ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2021. - 54 с.	
https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis	Основы работы в T-Flex CAD : учебно-методическое пособие / А. В. Рысин, С. В. Солёный, О. Я. Соленая [и др.] ; С.-	

&view=irbis&Itemid=108	Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2022. - 60 с.	
https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108	Работы в Компас-3D : учебно-методическое пособие / А. П. Бобрышов, В. П. Кузьменко, А. В. Рысин ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2023. - 64 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
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения».
https://lms.guap.ru	Видеокурс лекций с мультимедийными презентациями по дисциплине размещен системе дистанционного обучения ГУАП.

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
1	SolidWorks (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).
2	КОМПАС-3D (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).
3	OrcaSlicer (лицензии GPL/LGPL/MPL).
4	PrusaSlicer (лицензии GPL/LGPL/MPL).
5	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
6	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23).
7	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).
8	Браузер для работы в Интернете Яндекс Браузер (лицензии GPL/LGPL/MPL).

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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guar.ru.), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП.
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

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	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
3	Лаборатория промышленной робототехники: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт.	31-06 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	Лабораторное оборудование: FDM принтер – 2 шт, LCD принтер – 1 шт., ручной инструмент для обработки изделий и измерений. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	
4	Лаборатория новых производственных технологий: – специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - «Место рабочее автоматизированное» – 8 шт. Лабораторное оборудование: FDM принтер – 12 шт, LCD принтер – 4 шт., ручной инструмент для обработки изделий и измерений. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	417 (Московский пр., д.149 ВА, лит. А)

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; 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	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и, по существу, излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу, излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Дайте определение аддитивного производства и объясните, почему оно относится к послойным технологиям изготовления изделий.	ПК-4.Д.1
2	Сравните аддитивные, субтрактивные и формообразующие методы производства. В чём заключаются их принципиальные различия?	ПК-4.Д.1
3	Назовите основные области применения аддитивных технологий.	ПК-4.Д.1
4	Перечислите преимущества аддитивного производства.	ПК-4.Д.1
5	Назовите ограничения аддитивных технологий.	ПК-4.Д.1
6	Объясните, как автоматизация конструкторско-технологической подготовки интенсифицирует производство.	ПК-4.Д.1
7	Раскройте назначение ЕСКД и ЕСТД.	ПК-4.Д.1
8	Дайте определения терминам: изделие, деталь, заготовка, сборочная единица.	ПК-4.Д.1
9	Назовите документы общего назначения по ЕСТД.	ПК-4.Д.1
10	Охарактеризуйте назначение маршрутной карты, операционной карты, карты наладки и ведомости материалов.	ПК-4.Д.1
11	Какие сведения должны быть отражены на чертеже детали для аддитивного производства?	ПК-4.Д.1
12	Какая информация включается в технологическую документацию на цикл аддитивного производства?	ПК-4.Д.1
13	Объясните различие между типовым и единичным технологическим процессом.	ПК-4.Д.1
14	Что входит в состав систем автоматизированного проектирования?	ПК-4.Д.1
15	Опишите этапы разработки электронной модели детали для аддитивного производства.	ПК-4.Д.1
16	Назовите основные форматы файлов, применяемые при подготовке к 3D-печати.	ПК-4.Д.1
17	Сравните форматы STL, STEP и 3MF.	ПК-4.Д.2

18	Какие ошибки STL-модели необходимо выявить перед слайсингом?	ПК-4.Д.2
19	Назовите формы представления электронных геометрических моделей.	ПК-4.Д.2
20	Что такое разбиение модели на слои?	ПК-4.Д.2
21	Как высота слоя влияет на разрешение по высоте и качество поверхности?	ПК-4.Д.2
22	Что такое G-code и какую информацию он содержит?	ПК-4.Д.2
23	В чём заключается цель топологической оптимизации?	ПК-4.Д.2
24	Приведите классификацию технологий аддитивного производства.	ПК-4.Д.2
25	Какие технологии относятся к технологиям на основе порошкового слоя?	ПК-4.Д.2
26	Охарактеризуйте технологии направленного подвода материала и энергии.	ПК-4.Д.2
27	Раскройте сущность экструзионных технологий на примере FDM/FFF.	ПК-4.Д.2
28	Раскройте сущность фотополимерных технологий на примере SLA.	ПК-4.Д.2
29	Соотнесите технологии FDM, SLA, SLS, SLM, DED с типами исходных материалов.	ПК-4.Д.2
30	В каких технологиях допускается изготовление проблемных конструкций без поддержек?	ПК-4.Д.2
31	Опишите физическую сущность FDM/FFF-печати.	ПК-4.Д.2
32	Перечислите этапы подготовки модели к FDM-печати в слайсере.	ПК-4.Д.2
33	Какие параметры задаются при подготовке FDM-печати?	ПК-4.Д.3
34	Какие факторы влияют на межслойную адгезию при FDM-печати?	ПК-4.Д.3
35	Какие действия повышают адгезию первого слоя к столу при FDM-печати?	ПК-4.Д.3
36	Что такое ретракция и для чего она применяется?	ПК-4.Д.3
37	Как ориентация отверстий влияет на точность FDM-печати?	ПК-4.Д.3
38	Какие параметры FDM-печати влияют на шероховатость поверхности?	ПК-4.Д.3
39	Опишите физическую сущность SLA-печати.	ПК-4.Д.3
40	Какие основные параметры SLA-печати влияют на качество детали?	ПК-4.Д.3
41	Как ориентация детали влияет на качество и объём поддержек при SLA-печати?	ПК-4.Д.3
42	Почему после SLA-печати необходимы промывка и УФ-дополимеризация?	ПК-4.Д.3
43	Какие дефекты характерны для SLA-печати?	ПК-4.Д.3
44	Опишите физическую сущность селективного лазерного плавления металлических порошков	ПК-4.Д.3
45	Назовите основные элементы процесса SLM/LPBF.	ПК-4.Д.3
46	Какие действия выполняет управляющее программное обеспечение установки SLM?	ПК-4.Д.3
47	Перечислите этапы подготовки металлической детали к производству методом SLM.	ПК-4.Д.3
48	Какие конструктивные элементы являются проблемными для SLM?	ПК-4.Д.3
49	Какие детали технологичны и экономически целесообразны для изготовления методом SLM?	ПК-4.Д.4
50	Как положение детали на платформе влияет на точность, шероховатость и объём поддержек?	ПК-4.Д.4
51	Опишите типичное состояние детали после SLM.	ПК-4.Д.4
52	Что такое пористость материала после лазерного аддитивного производства?	ПК-4.Д.4

53	Что понимают под анизотропией механических свойств аддитивно изготовленной детали?	ПК-4.Д.4
54	Какие физические процессы происходят при воздействии лазера на металлический порошок?	ПК-4.Д.4
55	Что такое ванна расплава и какие параметры влияют на её формирование?	ПК-4.Д.4
56	Как толщина слоя влияет на производительность и качество поверхности?	ПК-4.Д.4
57	Какие функции выполняет защитный газ в лазерном аддитивном производстве?	ПК-4.Д.4
58	К каким дефектам приводит недостаточная или избыточная плотность энергии при SLM?	ПК-4.Д.4
59	В чём состоят особенности электронно-лучевого плавления?	ПК-4.Д.4
60	Какие процессы моделируют в лазерном аддитивном производстве?	ПК-4.Д.4
61	Для чего применяются опорные структуры в аддитивном производстве?	ПК-4.Д.4
62	В каких случаях поддержки необходимы, а когда их можно не использовать?	ПК-4.Д.4
63	Какие ошибки возникают при неправильном назначении поддержек?	ПК-4.Д.4
64	Какие приёмы позволяют уменьшить объём поддержек?	ПК-4.Д.4
65	Какие материалы применяются в FDM-печати?	ПК-4.Д.5
66	Какие особенности имеют фотополимеры для SLA-печати?	ПК-4.Д.5
67	Какие требования предъявляются к металлическим порошкам для аддитивного производства?	ПК-4.Д.5
68	Какие операции выполняются при подготовке и реновации порошков?	ПК-4.Д.5
69	Какие методы применяются для контроля размера частиц и химического состава порошков?	ПК-4.Д.5
70	Как материал влияет на дефекты и постобработку аддитивно изготовленной детали?	ПК-4.Д.5
71	Назовите основные дефекты FDM-печати и причины их возникновения.	ПК-4.Д.5
72	Назовите основные дефекты SLA-печати и причины их возникновения.	ПК-4.Д.5
73	Назовите основные дефекты SLM/LPBF и причины их возникновения.	ПК-4.Д.5
74	Какие дефекты характерны для DED-технологии?	ПК-4.Д.5
75	Какие методы предупреждения дефектов применяются в аддитивном производстве?	ПК-4.Д.5
76	Опишите постобработку деталей после FDM, SLA и SLM.	ПК-4.Д.5
77	Почему термообработка металлической детали может выполняться до отделения от платформы?	ПК-4.Д.5
78	Какие методы применяются для контроля геометрии, шероховатости, структуры и внутренних дефектов?	ПК-4.Д.5
79	Какие вредные факторы и средства индивидуальной защиты характерны для аддитивного производства?	ПК-4.Д.5
80	Назовите направления развития оборудования, гибридных технологий, стандартов и автоматизации в аддитивном производстве.	ПК-4.Д.5

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
-------	---	----------------

	Учебным планом не предусмотрено	
--	---------------------------------	--

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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
<i>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа</i> Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ		
1	В одном цикле могут быть изготовлены несколько деталей, как правило, из одного материала. Требуется ли чертёж на каждую деталь? Выберите один правильный ответ. 1. Да, требуется чертёж на каждую деталь 2. Достаточно только трёхмерных моделей деталей 3. Достаточно только эскизов каждой детали 4. Нет, можно привести детали на сборочном чертеже	ПК-4.Д.1
2	Какие дефекты деталей, полученных в технологии селективного лазерного плавления металлических порошков, могут быть следствием неправильно выбранных конструктивных решений? Выберите один правильный ответ. 1. Несплавление частиц порошка в отдельных элементах конструкции 2. Отслоение от платформы или коробление 3. Слоистая структура детали 4. Формирование капельной структуры на проблемных элементах	ПК-4.Д.2
3	Укажите принципиальную особенность опорных структур (поддержек). Выберите один правильный ответ. 1. Высокая прочность сцепления между поддержкой, деталью и рабочей платформой 2. Материал и конструкция поддержки не отличается от детали 3. Наличие внутренних каналов 4. Ячеистая и/или пористая структура	ПК-4.Д.3
4	В каком случае техник-технолог может вручную проставить или убрать опорные структуры (поддержки)? Выберите один правильный ответ. 1. Если автоматические поддержки ошибочны 2. Если есть указание в КД или ТД 3. Если очевидна необходимость 4. Если поддержка является частью детали	ПК-4.Д.4 ПК-4.Д.5
<i>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов</i> Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильные варианты ответа		
5	Укажите документы общего назначения по ЕСТД (ГОСТ 3.1102-2011). Выберите несколько правильных ответов. 1. Карта кодирования информации	ПК-4.Д.1

	2. Карта технологической информации 3. Карта эскизов 4. Технологическая ведомость 5. Технологическая инструкция 6. Титульный лист													
6	Что указывают на чертеже детали, в техпроцесс изготовления которой входит аддитивное производство? Выберите несколько правильных ответов. 1. Допуски 2. Припуски на механическую обработку 3. Форму единичного наплавляемого/сплавляемого валика 4. Число дефектов на единицу поверхности детали 5. Шероховатость	ПК-4.Д.2												
7	Что входит в общее понятие систем автоматизированного проектирования? Выберите несколько правильных ответов. 1. Системы автоматизации двумерного и трёхмерного проектирования 2. Системы автоматизации инженерии жизненного цикла 3. Системы автоматизации инженерных расчётов 4. Системы автоматизации метрологического обеспечения 5. Системы автоматизации технологической подготовки 6. Системы технологической подготовки оборудования	ПК-4.Д.3												
8	Какие действия позволяет проводить управляющее программное обеспечение установки селективного лазерного плавления? Выберите несколько правильных ответов. 1. Автоматизировано регулировать мощность при капельном формировании слоя 2. Генерировать управляющую программу по модели детали 3. Контролировать геометрические размеры изготавливаемой детали 4. Контролировать параметры технологических режимов 5. Контролировать полноту расстилki порошка 6. Назначать параметры технологических режимов	ПК-4.Д.4 ПК-4.Д.5												
3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце														
9	Соотнесите вид документа с его назначением. <table><tr><td>Название технологического документа</td><td>Назначение</td></tr><tr><td>А. Ведомость материалов</td><td>1. Описание дополнительной информации по настройке средств технологического оснащения</td></tr><tr><td>Б. Карта наладки</td><td>2. Описание заготовок, исходных материалов и подетальных норм расхода материалов</td></tr><tr><td>В. Маршрутная карта</td><td>3. Описание законченной части техпроцесса с указанием переходов и режимов</td></tr><tr><td>Г. Операционная карта</td><td>4. Описание последовательности выполнения операций по техпроцессу</td></tr><tr><td></td><td>5. Описание технологической операции и расчёт норм времени</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:	Название технологического документа	Назначение	А. Ведомость материалов	1. Описание дополнительной информации по настройке средств технологического оснащения	Б. Карта наладки	2. Описание заготовок, исходных материалов и подетальных норм расхода материалов	В. Маршрутная карта	3. Описание законченной части техпроцесса с указанием переходов и режимов	Г. Операционная карта	4. Описание последовательности выполнения операций по техпроцессу		5. Описание технологической операции и расчёт норм времени	ПК-4.Д.1
Название технологического документа	Назначение													
А. Ведомость материалов	1. Описание дополнительной информации по настройке средств технологического оснащения													
Б. Карта наладки	2. Описание заготовок, исходных материалов и подетальных норм расхода материалов													
В. Маршрутная карта	3. Описание законченной части техпроцесса с указанием переходов и режимов													
Г. Операционная карта	4. Описание последовательности выполнения операций по техпроцессу													
	5. Описание технологической операции и расчёт норм времени													

	A	Б	В	Г														
10	Соотнесите термины ЕСКД и ЕСТД и их определения применительно к аддитивному производству.				ПК-4.Д.2													
	<table><tr><td>Термин</td><td>Определение</td></tr><tr><td>А. Заготовка</td><td>1. Завершённый или незавершённый предмет труда, количество которого исчисляется штуками</td></tr><tr><td>Б. Деталь</td><td>2. Изделие, применяемое как составная часть более сложного изделия</td></tr><tr><td>В. Изделие</td><td>3. Предмет труда, из которого изготавливают деталь</td></tr><tr><td>Г. Сборочная единица</td><td>4. Предмет труда, изготовленный без применения сборочных операций (в том числе, спаянный, сваренный и после покрытия)</td></tr><tr><td></td><td>5. Сборный или неразборный предмет труда, составные элементы которого подлежат соединению</td></tr></table>				Термин	Определение	А. Заготовка	1. Завершённый или незавершённый предмет труда, количество которого исчисляется штуками	Б. Деталь	2. Изделие, применяемое как составная часть более сложного изделия	В. Изделие	3. Предмет труда, из которого изготавливают деталь	Г. Сборочная единица	4. Предмет труда, изготовленный без применения сборочных операций (в том числе, спаянный, сваренный и после покрытия)		5. Сборный или неразборный предмет труда, составные элементы которого подлежат соединению		
Термин	Определение																	
А. Заготовка	1. Завершённый или незавершённый предмет труда, количество которого исчисляется штуками																	
Б. Деталь	2. Изделие, применяемое как составная часть более сложного изделия																	
В. Изделие	3. Предмет труда, из которого изготавливают деталь																	
Г. Сборочная единица	4. Предмет труда, изготовленный без применения сборочных операций (в том числе, спаянный, сваренный и после покрытия)																	
	5. Сборный или неразборный предмет труда, составные элементы которого подлежат соединению																	
	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:																	
	A	Б	В	Г														
11	Соотнесите формат файла и его описание.				ПК-4.Д.3													
	<table><tr><td>Описание</td><td>Формат</td></tr><tr><td>А. Первый стандартный формат файла электронных моделей для передачи данных геометрии между САПР, стандарт NIST</td><td>1. 2DX</td></tr><tr><td>Б. Формат обмена данными на основе языка XML, использующий триангуляцию «изогнутыми» треугольниками</td><td>2. AMF</td></tr><tr><td>В. Формат передачи только данных двумерной векторной геометрии и атрибутов</td><td>3. IGES</td></tr><tr><td>Г. Формат представления геометрических моделей с помощью триангуляции, основной формат в аддитивном производстве</td><td>4. STEP</td></tr><tr><td>Д. Формат файла, содержащий помимо геометрических данных множество иных сведений и атрибутов, стандарт ИСО</td><td>5. STL</td></tr><tr><td></td><td>6. SVG</td></tr></table>				Описание	Формат	А. Первый стандартный формат файла электронных моделей для передачи данных геометрии между САПР, стандарт NIST	1. 2DX	Б. Формат обмена данными на основе языка XML, использующий триангуляцию «изогнутыми» треугольниками	2. AMF	В. Формат передачи только данных двумерной векторной геометрии и атрибутов	3. IGES	Г. Формат представления геометрических моделей с помощью триангуляции, основной формат в аддитивном производстве	4. STEP	Д. Формат файла, содержащий помимо геометрических данных множество иных сведений и атрибутов, стандарт ИСО	5. STL		6. SVG
Описание	Формат																	
А. Первый стандартный формат файла электронных моделей для передачи данных геометрии между САПР, стандарт NIST	1. 2DX																	
Б. Формат обмена данными на основе языка XML, использующий триангуляцию «изогнутыми» треугольниками	2. AMF																	
В. Формат передачи только данных двумерной векторной геометрии и атрибутов	3. IGES																	
Г. Формат представления геометрических моделей с помощью триангуляции, основной формат в аддитивном производстве	4. STEP																	
Д. Формат файла, содержащий помимо геометрических данных множество иных сведений и атрибутов, стандарт ИСО	5. STL																	
	6. SVG																	
	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:																	
	A	Б	В	Г	Д													
12	Соотнесите форму представления электронной геометрической модели и способ геометрического моделирования.				ПК-4.Д.4 ПК-4.Д.5													
	<table><tr><td>Форма представления модели</td><td>Способ моделирования</td></tr><tr><td>А. Неявное представление модели в виде</td><td>1. Воксельное</td></tr></table>				Форма представления модели	Способ моделирования	А. Неявное представление модели в виде	1. Воксельное										
Форма представления модели	Способ моделирования																	
А. Неявное представление модели в виде	1. Воксельное																	

	сплошного тела, ограниченного известной поверхностью		моделирование						
	Б. Представление модели в виде набора кубов, которым сопоставляется трёхмерный массив		2. Иерархическое моделирование						
	В. Представление модели в виде оболочки - граней с рёбрами		3. Каркасное моделирование						
	Г. Представление модели в виде рамной (стержневой) конструкции с рёбрами, но без граней		4. Параметрическое моделирование						
	Д. Представление модели в виде набора элементов, свойства которых зависят от определённых атрибутов других элементов		5. Поверхностное моделирование						
			6. Твердотельное моделирование						
	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:								
А		Б		В		Г		Д	

4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности									
Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо									

13	Расположите в правильном порядке действия техника-технолога при подготовке к аддитивному производству деталей из металла. 1. Выбрать положение модели на рабочей платформе 2. Провести разбиение на слои 3. Создать управляющую программу 4. Установить опорные структуры (поддержки) Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо					ПК-4.Д.1					
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>											

14	Укажите порядок разработки электронной модели детали для аддитивного производства. 1. Оптимизация геометрии с помощью инженерных расчётов 2. Разбиение на слои 3. Разработка трёхмерной геометрии 4. Создание управляющей программы 5. Установка опорных структур Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо					ПК-4.Д.2					
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>											

15	Укажите последовательность действий с деталью, полученной селективным лазерным плавлением, если для неё предусмотрена последующая термообработка? 1. Отделение от рабочей платформы 2. Передача в ОТК 3. Передача на термообработку 4. Удаление опорных структур (поддержек) 5. Финишная механообработка Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо					ПК-4.Д.3					
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>											

16	Расположите физические явления в порядке проявления при непрерывном воздействии лазерного излучения на порошковый материал. 1. Жидкофазное спекание частиц порошка 2. Интенсивное испарение 3. Кипение 4. Поглощение и теплопередача 5. Формирование жидкой ванны расплава Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						ПК-4.Д.4 ПК-4.Д.5
<i>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</i> Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание							
17	Напишите наименование формата файла, в котором геометрия модели представляется с помощью треугольной сетки и который широко применяется в 3D-печати. Ответ: ...	ПК-4.Д.1					
18	Напишите наименование производства, при котором изделие создаётся путём последовательного добавления материала слой за слоем. Ответ: ... производство	ПК-4.Д.2					
19	Напишите наименование файла, который содержит траектории движения печатающей головки и технологические команды для FDM-принтера. Ответ: ...	ПК-4.Д.3					
20	Напишите наименование метода неразрушающего контроля, наиболее информативного для проверки внутренних каналов детали сложной формы. Ответ: компьютерная ...	ПК-4.Д.4 ПК-4.Д.5					

Примечание: Система оценивания тестовых заданий.

1-й тип. Задание закрытого типа с выбором одного верного ответа считается верным, если правильно указана цифра ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание закрытого типа с выбором нескольких вариантов ответа считается верным, если правильно указаны цифры 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:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Структурными элементами практического занятия являются: вводная часть, основная часть, заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы.

В ее состав входят:

- формулировка темы, целей и задач занятия;
- обоснование значимости темы для профессиональной подготовки;
- связь с другими разделами курса;
- изложение теоретических основ;
- разъяснение методов и приёмов выполнения заданий;
- требования к результату работы;
- инструктаж по технике безопасности;
- проверка готовности студентов;
- пробное выполнение заданий;
- указания по самоконтролю.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами. Она может сопровождаться:

- дополнительные разъяснения по ходу работы;
- устранение затруднений;
- текущий контроль и оценка результатов;
- поддержка работоспособности технических средств;
- ответы на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение итогов занятия (анализ успехов и недочётов);
- оценка работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы;
- рекомендации по устранению пробелов в знаниях и навыках;
- сбор отчётов для проверки;
- информация о подготовке к следующему занятию (включая список литературы).

Вводная и заключительная части практического занятия проводятся фронтально. Основная часть выполняется каждым студентом индивидуально.

11.4. 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

1. Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.
2. Перед включением оборудования убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
3. При включении и в процессе печати следить за показаниями основных характеристик (температура стола, температура стола, обдув и др.).
4. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности и расписались в журнале об ознакомлении с правилами безопасности.
5. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
6. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
7. Собранный схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
6. Все переключения в установке и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделяется.
7. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.
8. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.
9. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.
10. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

1. Титульный лист

2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов
5. Теоретические расчеты (при необходимости)
6. Выводы по лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям правилам оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-2019 и нормативным документам ГУАП (new.guap.ru).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ выполнения курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

11.6. 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.

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

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.7. 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.

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости;
- устный опрос по материалам лекций;
- устный опрос по практическим занятиям;
- письменное выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;
- письменный опрос в форме тестирования.

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчётные материалы, в соответствии с установленными НПР требованиями и методами проведения ТКУ, а НПР оценивают загруженные материалы. Оценка, сделанная НПР, зарегистрированным под своим логином и паролем, является оценкой результатов ТКУ.

Для текущего контроля успеваемости используются комплекты тестовых заданий по темам. Тест состоит из 20 вопросов. Время выполнения 40 минут. Тест считается сданным, если выполнено не менее 60% заданий. Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

11.8. 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».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости и проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в смешанной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 90 минут.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой