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

Инженерная школа (ИШ)

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
д.т.н.,доц.
(должность, уч. степень, звание)
Е.А. Фролова
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«08» 06 2026г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Реверсивный инжиниринг технических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление качеством
Наименование направленности/ специализации	Цифровое качество и проектирование продукции
Форма обучения	очная
Год приема	2023

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преп. ИШ (должность, уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	А.В. Рысин (инициалы, фамилия)
Ст. преп. каф.№5 (должность, уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	А.А. Шашмурин (инициалы, фамилия)
Ассистент каф.№5 (должность, уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	Е.А. Минкинен (инициалы, фамилия)
Доцент каф.№6, к.т.н., доцент (должность, уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	Н.Ю. Ефремов (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании ИШ

«29» мая 2026 г, протокол № 9

Программа одобрена на заседании кафедры №5

«08» июня 2026 г, протокол № 01-06/2026

Директор ИШ (уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	Я.О. Швец (инициалы, фамилия)
Директор ФПТИ д.т.н., доц. (уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	Е.А. Фролова (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц. (должность, уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	Н.Ю. Ефремов (инициалы, фамилия)

Директор ЦОД ИШ доц., к.т.н., доц. (должность, уч. степень, звание)	08.06.26 (подпись, дата)	О.Я. Солёная (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Реверсивный инжиниринг технических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.02 «Управление качеством» направленности/ специализации «Цифровое качество и проектирование продукции». Дисциплина реализуется образовательным офисом Инженерной школы.
Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:
ПК-12 «Способен проводить расчет и проектирование объектов профессиональной деятельности, в том числе с использованием новых производственных технологий»
Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованием, обратным проектированием, восстановлением и модернизацией технических систем на основе анализа существующих 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 дифференцированного зачета (7, 8 семестры).
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

Формирование у обучающихся практико-ориентированных знаний, умений и навыков выполнения полного цикла реверсивного инжиниринга технических систем: от постановки задачи, анализа правовых, этических и безопасностных ограничений, первичного обследования объекта и фиксации исходных данных до 3D-сканирования, обработки облаков точек и полигональных сеток, CAD-реконструкции деталей и сборочных единиц, прототипирования, контроля качества, подготовки комплекта конструкторской документации и защиты итогового инженерного проекта.

1.2. Дисциплина входит в состав 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-12 Способен проводить расчет и проектирование объектов профессиональной деятельности, в том числе с использованием новых производственных технологий	ПК-12.З.1 знать методы реверсивного инжиниринга, цифрового моделирования изделий и оценки технологичности конструкций технических изделий ПК-12.У.1 уметь выполнять обработку результатов 3D-сканирования, разрабатывать CAD-модели изделий, анализировать технологичность конструкций и формировать технологическую документацию ПК-12.В.1 владеть навыками использования CAD-, CAPP-, PDM- и MDM-систем для решения задач обратного проектирования и технологической подготовки производства

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатика»,
- «Алгоритмизация и программирование»,
- «Инженерная и компьютерная графика»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Статистические методы в управлении сложными техническими системами»,
- «Физика»,
- «Цифровая метрология»,
- «Материаловедение»,
- «Механика»,
- «Прикладная стандартизация или сертификация»,
- «Электроника»,
- «Оптимизация технических решений в интегрированных системах»,
- «Основы технического анализа промышленной продукции»,
- «Основы технической документации»,
- «Организация проектно-конструкторской деятельности»,

– «Проектно-ориентированные методы разработки продукции»,
– «Основы теории точности и надежности».

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

– «Производственная преддипломная практика»,
– «Государственная итоговая аттестация».

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	№8
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	54	34	20
Аудиторные занятия, всего час.	91	51	40
в том числе:			
лекции (Л), (час)	37	17	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	0
лабораторные работы (ЛР), (час)	37	17	20
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)			
Самостоятельная работа, всего (час)	53	21	32
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач., Экз.	Дифф. зач.	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)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Методология, обследование и измерительная база реверсивного инжиниринга Тема 1.1. Назначение, ограничения и организация проекта Тема 1.2. Системная декомпозиция и модели объекта Тема 1.3. Измерения и фиксация исходных данных Тема 1.4. Протокол реверсивного анализа	4	3	4		6

Раздел 2. Геометрическое восстановление, CAD-моделирование и 3D-сканирование Тема 2.1. Цифровое представление геометрии и технологии 3D-сканирования Тема 2.2. Обработка данных сканирования в GeoMagic Тема 2.3. CAD-реконструкция деталей Тема 2.4. Сборки, документация и точность	4	6	5		6
Раздел 3. Материаловедение, аддитивные технологии и прототипирование восстановленных узлов Тема 3.1. Аддитивные технологии и подготовка к изготовлению Тема 3.2. Материалы и технологии изготовления восстановленных элементов Тема 3.3. Прототипирование, пробная сборка и корректировка модели Тема 3.4. Надежность и технологические ограничения восстановленных элементов	9	8	8		9
Итого в семестре:	17	17	17		21
Семестр 8					
Раздел 4. Электротехнические, приборные системы и инженерная реконструкция Тема 4.1. Электротехнические и приборные системы как объект анализа Тема 4.2. Питание, интерфейсы и корпусные элементы Тема 4.3. Алгоритмы, интеграция и диагностика восстановленной системы Тема 4.4. Инженерная реконструкция и модернизация	10		6		16
Раздел 5. Контроль качества, документация и технико-экономическая оценка Тема 5.1. Контроль качества с применением цифровых измерительных систем, классификация и назначение современных цифровых измерительных приборов и систем Тема 5.2. Оценка качества и технико-экономическое обоснование восстановление изделия Тема 5.3. Подготовка документации, организация восстановления и сопровождение технических изделий	10		14		16
Итого в семестре:	20		20		32
Итого	37	17	37	0	53

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. Методология, обследование и измерительная база реверсивного инжиниринга** **Тема 1.1. Назначение, ограничения и организация проекта** 1.1.1. Реверсивный инжиниринг технических систем: цели, области применения и ожидаемые результаты 1.1.2. Правовые, этические и безопасностные ограничения при анализе технических систем 1.1.3. Жизненный цикл проекта реверсивного инжиниринга и состав выходных материалов **Тема 1.2. Системная декомпозиция и модели объекта** 1.2.1. Системная декомпозиция технической системы 1.2.2. Объект как совокупность геометрической, электрической и информационной моделей **Тема 1.3. Измерения и фиксация исходных данных** 1.3.1. Ручные измерения деталей и сборочных единиц 1.3.2. Погрешности измерений, допуски и прослеживаемость исходных данных **Тема 1.4. Протокол реверсивного анализа** 1.4.1. Протокол реверсивного анализа и требования к результатам
2	**Раздел 2. Геометрическое восстановление, CAD-моделирование и 3D сканирование** **Тема 2.1 Цифровое представление геометрии и технологии 3D-сканирования** 2.1.1. Координатное представление геометрии, облака точек и полигональные сетки 2.1.2. Типы 3D-сканеров и критерии выбора оборудования **Тема 2.2. Обработка данных сканирования в GeoMagic** 2.2.1. Обработка облаков точек и полигональных сеток в GeoMagic 2.2.2. Регистрация сканов, очистка сетки и устранение дефектов **Тема 2.3. CAD-реконструкция деталей** 2.3.1. Построение CAD-модели по полигональной сетке 2.3.2. Параметризация CAD-модели и стратегия упрощения геометрии **Тема 2.4. Сборки, документация и точность** 2.4.1. Восстановление сборочных единиц, сопряжений и базирования
3	**Раздел 3. Материаловедение, аддитивные технологии и прототипирование восстановленных узлов** **Тема 3.1. Аддитивные технологии** 3.1.1. Аддитивные технологии в реверсивном инжиниринге технических систем **Тема 3.2. Материалы и технологии изготовления восстановленных элементов** 3.2.1. Основные материалы для 3D печати 3.2.2. Химические основы фотополимерной 3D печати 3.2.3. Технология получения металлических порошков

	3.2.4. Методология исследования объектов реверсивного инжиниринга из пластмасс: от технического задания до анализа свойств полимерных материалов 3.2.5. Эксплуатационные свойства полимерных материалов: химическая стойкость пластмасс и безопасность их физико-механической обработки. **Тема 3.3 Прототипирование, пробная сборка и корректировка модели** 3.3.1. Прототипирование и пробная сборка восстановленного узла 3.3.2. Технологические корректировки модели после прототипирования **Тема 3.4. Надежность и технологические ограничения восстановленных элементов** 3.4.1. Надежность, ремонтопригодность и ограничения замены элементов
4	**Раздел 4. Электротехнические, приборные системы и инженерная реконструкция** **Тема 4.1. Электротехнические и приборные системы как объект анализа** 4.1.1. Структурный анализ электротехнических и приборных систем 4.1.2. Реверсивный анализ электронных модулей без разрушения объекта 4.1.3. Измерительные каналы и датчики технических систем **Тема 4.2. Питание, интерфейсы и корпусные элементы** 4.2.1. Питание, заземление, экранирование и электромагнитная совместимость 4.2.2. Встроенные контроллеры и цифровые интерфейсы **Тема 4.3. Алгоритмы, интеграция и диагностика восстановленной системы** 4.3.1. Восстановление функциональной схемы и алгоритмов работы по наблюдаемым сигналам 4.3.2. Механико-электрическая интеграция, безопасность и диагностика восстановленной системы **Тема 4.4. Инженерная реконструкция и модернизация** 4.4.1. Инженерная реконструкция технической системы 4.4.2. Подбор аналогов и модернизация устаревших узлов 4.4.3. Управление техническими рисками при реконструкции критичных элементов
5	**Раздел 5. Контроль качества, документация и технико-экономическая оценка** **Тема 5.1. Контроль качества с применением цифровых измерительных систем, классификация и назначение современных цифровых измерительных приборов и систем** 5.1.1. Классификация измерительного оборудования 5.1.2. Назначение и метрологические характеристики приборов и систем 5.1.3. Ручной измерительный инструмент. 5.1.4. Системы для оценки шероховатости поверхности 5.1.5. Системы для контроля размеров и макропрофиля деталей и узлов

	5.1.6. Видеоизмерительные микроскопы **Тема 5.2. Оценка качества и технико-экономическое обоснование восстановление изделия** 5.2.1. Оценка качества восстановленной детали или узла: соответствие техническим требованиям, сравнение CAD-модели с данными сканирования, карта отклонений, верификация и валидация 5.2.4. Технико-экономическая оценка реверсивного проекта и обоснование выбранного способа восстановления изделия **Тема 5.3. Подготовка документации, организация восстановления и сопровождение технических изделий** 5.3.1. Полный цикл реверсивного инжиниринга технического узла и обеспечение жизненного цикла восстановленного изделия 5.3.2. Разработка комплекта документации и цифрового пакета для производства, ремонта или модернизации

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
Семестр 7					
1	Подготовка объекта к 3D-сканированию: поверхность, маркеры, калибровка	Кейс-задание	3	3	1
2	Первичное 3D-сканирование простой детали и получение полигональной сетки	Кейс-задание	2	2	2
3	Сканирование сложной детали с несколькими установками	Кейс-задание	4	4	2
4	Подготовка прототипа к изготовлению: слайсинг, ориентация и проверка технологичности	Кейс-задание	4	4	3
5	Сборка восстановленного	Кейс-задание	4	4	3

	узла и фиксация несоответствий				
Всего			17	17	
Семестр 8 – не предусмотрено.					

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	Первичное обследование учебного технического объекта и измерительный эскиз	2	2	1
2	Создание чертежа детали по ручным измерениям	2	2	1
3	Построение параметрической CAD-модели по контрольным размерам	3	3	2
4	Реконструкция сборочного узла в Компас-3D	2	2	2
5	Выбор материала и технологии изготовления для замены или модернизации элемента	2	2	3
6	Исследование физико-химических и токсикологических характеристик продуктов обработки полимерных материалов (пластмасс) в задачах реверсивного инжиниринга.	2	2	3
7	Испытания пластмасс на химическую стойкость методом погружения в модельные среды и сравнительный анализ характеристик различных полимерных материалов.	2	2	3
8	Корректировка CAD-модели после сборки	2	2	3
	Всего	17	17	
Семестр 8				
9	Обмер платы, разъемов и корпуса электронного модуля с CAD-компоновкой	2	2	4
10	3D-сканирование, восстановление геометрии корпуса в Geomagic и построение сборки приборного или электротехнического модуля	2	2	4
11	Техническое предложение по модернизации или замене элемента	2	2	4
12	Контроль качества деталей ручным измерительным инструментом	2	2	5

13	Калибровка профилометра и измерение шероховатости поверхности.	4	2	5
14	Настройка видеоизмерительной машины и измерение типовых размеров	4	2	5
15	Калибровка контурографа и измерение типовой детали	4	2	5
	Всего	20	20	

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	Семестр 8, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	14	6	8
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)	31	11	20
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	2	2
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	2	2
Всего:	53	21	32

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-	1

	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.	1
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. Соленый; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2022. – 74 с.	1
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. Соленый, О. Я. Соленая, В. П. Кузьменко; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2021. – 54 с.	1
https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108	Основы работы в T-Flex CAD: учебно-методическое пособие / А. В. Рысин, С. В. Соленый, О. Я. Соленая [и др.]; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2022. – 60 с.	1
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.	1
https://e.lanbook.com/book/187425 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Романченко, Н. М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебное пособие / Н. М. Романченко. – Красноярск: КрасГАУ, 2019 – Часть 1: Материаловедение — 2019. – 329 с.	1
https://e.lanbook.com/book/501689 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Иржак, В. И. Структура и свойства полимерных материалов: учебное пособие для вузов / В. И. Иржак. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 168 с.	1

https://e.lanbook.com/book/212033 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Сотникова, Е. В. Техносферная токсикология: учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко. — 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 432 с.	1
004 Ц 75	Цифровая метрология: учебное пособие / Ю. А. Антохина [и др.] ; ред. В. В. Окрепилов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2021. – 181 с.	3
006 О-75	Основы цифровой метрологии: учебник / Санкт-Петербург: ГУАП, 2021. – 182 с. – ISBN 978-5-8088-1641-1.	5
006 Г 98	Цифровая метрология: учеб.-метод. пособие / Е. А. Гущина, К. В. Епифанцев, Н. Ю. Ефремов. – СПб.: ГУАП, 2022. – 104 с.	5

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

5	ChituBox
6	GeoMagic
7	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)
8	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
9	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.guap.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, 410 (Московский пр., 149ВА)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	
3	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)
4	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	51-07 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
5	Лаборатория цифровой метрологии: специализированная мебель; лабораторное оборудование: цифровые измерительные системы – 6 шт; обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	51-50 (ул. Большая Морская, д.67, 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; Экзаменационные билеты.
Дифференцированный зачёт	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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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**.
«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 (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	1.Чем различаются восстановление исходной конструкции, разработка функционального аналога и модернизация изделия? 2.Как системная декомпозиция помогает восстановить устройство технической системы? Объясните взаимосвязь	ПК-12.З.1

	ее геометрической, электрической и информационной моделей. 3. Как оценить надежность и ремонтопригодность восстановленного элемента? Какие ограничения необходимо учитывать при замене материала, технологии изготовления или конструктивного решения? 4. Какие особенности поверхности и геометрии объекта влияют на выбор технологии 3D-сканирования? Как определить необходимость подготовки поверхности, применения маркеров и нескольких установок? 5. Как при восстановлении CAD-модели отличить конструктивные элементы детали от следов износа, повреждений и погрешностей измерения? На чем основывается восстановление номинальной геометрии? 6. Классифицируйте методы определения полимеров. 7. Опишите, каким образом влияют молекулярная масса, степень кристалличности полимеров на эксплуатационные характеристики детали. 8. Опишите, каким образом влияют агрессивные среды на свойства полимерных материалов при их эксплуатации. 9. Назовите виды опасных летучих веществ, выделяющихся при механической и термической обработке термопластов, и методы защиты персонала. 10. Что вы узнали о методах работы с цифровым измерительным инструментом? 11.Что вы узнали о методах измерения шероховатости поверхности?	
2	1. По описанию технического объекта составьте план обследования. Определите исходные данные, необходимые для цифрового моделирования, и перечень ожидаемых результатов. 2. Для детали с труднодоступными поверхностями предложите сочетание ручных и бесконтактных измерений. Обоснуйте выбор измерительных баз, контрольных размеров и средств измерения. 3. По сетке изношенной детали и контрольным размерам разработайте CAD-модель восстановленного изделия. Обоснуйте принятые размеры, форму поверхностей и структуру параметрического построения. 4. Оцените технологичность восстановленной тонкостенной детали для аддитивного изготовления. Предложите изменения геометрии, ориентацию при печати и необходимые операции постобработки. 5. По исходным данным сравните варианты восстановления и замены технического узла по трудоемкости, стоимости, срокам и возможности повторного изготовления. Подготовьте обоснование выбранного решения и состава передаваемого цифрового пакета. 6. Определите способы подбора отечественных или доступных аналогов зарубежных пластиков. Опишите алгоритм действий.	ПК-12.У.1

	7. Назовите виды деструкции полимеров. Определите, как выявить признаки деградации материала в объекте реверс-инжиниринга, бывшем в эксплуатации.	
3	1.Как организовать восстановление параметрической CAD-модели по полигональной сетке детали, имеющей износ и повреждения? По каким данным следует выбирать базы, контрольные размеры и номинальную геометрию? 2. Как средствами CAD-системы проверить возможность сборки восстановленного узла и правильность сопряжения деталей? Как определить, связана обнаруженная проблема с геометрией деталей, заданными сопряжениями или исходными измерениями? 3. Как организовать взаимодействие CAD-, CAPP-, PDM- и MDM-систем при подготовке восстановленного изделия к повторному изготовлению? Какие данные передаются между системами и по каким критериям проверяется готовность итогового цифрового пакета? 4.Как средствами CAD-системы проверить возможность сборки восстановленного узла и правильность сопряжения деталей? Как определить, связана обнаруженная проблема с геометрией деталей, заданными сопряжениями или исходными измерениями? 5. Как организовать корректировку CAD-модели по результатам изготовления прототипа и пробной сборки? Какие изменения следует вносить в размеры, посадочные поверхности и конструктивные элементы и как проверять их обоснованность? 7. Объясните, как измерять измерительным инструментом геометрические параметры детали: длину, диаметр вала, диаметр внутреннего отверстия. 8. Что вы узнали о работе видеоизмерительной системы? Оцените эффективность проведения базовых операций при подготовке ВИМ к измерениям. 9. Какие критерии вы используете для оценки стабильной работы сканирования детали на контурографе? Какие метрологические отказы негативно влияют на точность измерения контурографа?	ПК-12.В.1

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
	Раскройте цели, основные области применения и ожидаемые результаты реверсивного инжиниринга электроэнергетического оборудования и цифровых энергетических систем. Что понимают под объектом восстановления, исходными данными и цифровым двойником? Как определяются границы применимости восстановленной модели? Какие правовые, этические и безопасностные ограничения необходимо учитывать при проведении реверсивного анализа технической системы?	ПК-12.З.1

	Опишите жизненный цикл проекта реверсивного инжиниринга и состав его основных выходных материалов. Как проводится первичное обследование технического объекта? Какие сведения должны содержать карта объекта и измерительный эскиз? Объясните принципы системной декомпозиции технического объекта: определение границ системы, функций, интерфейсов и уровней описания. Представьте технический объект как совокупность геометрической, электрической и информационной моделей. Какие связи и документационные разрывы необходимо выявить? Как организуются ручные измерения деталей и сборочных единиц? Раскройте понятия базирования, контрольных размеров, размерных цепей и измерительной карты. Как учитываются погрешности, повторяемость и допуски измерений? Каким образом обеспечивается прослеживаемость исходных данных? Какова структура протокола реверсивного анализа? Как фиксируются предположения, версии данных, критерии качества и ограничения результата? Объясните различия между облаком точек, полигональной сеткой и параметрической CAD-моделью. Как системы координат, плотность точек, шум и формат представления данных влияют на качество геометрического восстановления? Сравните основные типы 3D-сканеров и сформулируйте критерии выбора оборудования для конкретного объекта. Как подготовить объект к 3D-сканированию? Объясните назначение обработки поверхности, маркеров, калибровки и схемы установок. Опишите полный технологический процесс 3D-сканирования простой детали — от подготовки объекта до получения полигональной сетки. Как выполняется сканирование сложной детали с нескольких установок? Какие ошибки могут возникнуть при совмещении отдельных сканов? Назовите и охарактеризуйте основные операции обработки облаков точек и полигональных сеток в GeoMagic. Как выполняются регистрация сканов, удаление шумов, заполнение отверстий и контроль артефактов полигональной модели? Опишите методику построения параметрической CAD-модели по контрольным размерам и ручным измерениям. Как восстанавливается CAD-модель по полигональной сетке с Какие требования предъявляются к дереву построения параметрической модели? Когда допустимо упрощать восстановленную геометрию?	

	Как восстанавливаются сборочная единица, сопряжения, посадки и конструкторские базы? Каким образом проверяется взаимодействие деталей? Какие свойства конструкционных и полимерных материалов необходимо учитывать при восстановлении элементов электроэнергетического оборудования и цифровых энергетических систем? Как выбрать материал для изготовления заменяемой или модернизируемой детали с учетом прочности, жесткости, износа, температуры и совместимости? Сравните механическую обработку, литье и аддитивное производство как способы изготовления восстановленного элемента. Как серия изделий, требуемая точность, шероховатость, стоимость и доступность оборудования влияют на выбор технологии изготовления? Сравните технологии FDM, SLA и SLS с точки зрения их применения в задачах реверсивного инжиниринга. Как подготовить восстановленную CAD-модель к аддитивному изготовлению? Рассмотрите ориентацию, поддержки, толщину стенок, припуски и экспорт данных. Как выполняются слайсинг и проверка технологичности модели перед 3D-печатью? Что должно входить в технологический пакет? Как организуются прототипирование, пробная сборка и функциональная проверка восстановленного узла? Какие несоответствия могут быть обнаружены при пробной сборке и как их необходимо документировать? Как корректируют CAD-модель после прототипирования с учетом усадки, припусков, усиления конструкции и изменения баз? Как оценить надежность, ремонтопригодность, ресурс и безопасность восстановленного или модернизированного элемента?	
		ПК-12.У.1
		ПК-12.В.1

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
1	**1. Вопрос с выбором одного варианта ответа.**	ПК-12.З.1

	В чём заключается ключевое отличие реверсивного инжиниринга от простого копирования изделия? А) РИ восстанавливает понимание устройства, а не повторяет его форму Б) РИ предполагает изготовление точной копии без анализа принципов работы объекта В) РИ выполняется только при наличии полного комплекта исходной документации Г) РИ ограничивается визуальным осмотром объекта без проведения измерений **2. Вопрос с выбором одного варианта ответа.** **Какой из перечисленных видов границ технической системы рассматривается в лекции наряду с физической, энергетической и информационной?** А) Метрологическая граница Б) Функциональная граница В) Технологическая граница Г) Конструктивная граница **3. Вопрос с выбором одного варианта ответа.** **Выберите полимер, отличающийся исключительной химической инертностью и сохраняющий стабильность при температурах до +260°С.** а) ПВХ б) ПФТЭ в) ПЭТ г) ПС Ключ с правильным ответом: б **4. Вопрос на установление соответствия.** **Определите свойства каждого пластика.** а - термопласт, который применяется для изготовления гибких деталей. б - аморфный, жесткий и хрупкий пластик, который мгновенно растворяется в ацетоне и других ароматических углеводородах. в - пластик, главным свойством которого является высокая ударная вязкость. г - свойство этого пластика заключается в барьерном свойствам по отношению к газам. 1- ПП 2- ПС 3- ПК 4- ПЭТ Ключ с правильным вариантом ответа: а-1, б-2, в-3, г-4 **5. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.** Выделите меры или детали, используемые для калибровки оборудования цифровой метрологии a) Калибр-пробка; b) Концевые меры длины; c) Кольцо; d) Магазин сопротивлений; e) Мера шероховатости;	

	f) Сфера. **6. Задание закрытого типа на установление соответствия.** Укажите пару «Средство измерений» - «Программное обеспечение» a) Ручной инструмент b) Контурограф c) Кругломер d) КИМ 1) MCosmos 2) FormTracePack 3) MeasureLink 4) RoundPack	
2	**1. Вопрос с выбором одного варианта ответа.** **Что является первичным фактором при выборе 3D-сканера в реверсивном анализе?** А) Цель модели и критические элементы объекта Б) Удобство оператора В) Стоимость оборудования Г) Скорость сканирования без учёта задачи **2. Вопрос с выбором одного варианта ответа.** **Какое действие рекомендуется для глянцевых и металлических поверхностей перед сканированием?** А) Матирование для уменьшения бликов Б) Полная полировка до зеркального состояния В) Отказ от любой обработки Г) Нанесение толстого слоя краски без учёта толщины **3. Вопрос на установление последовательности.** **Расставьте аналитические этапы исследования в правильном порядке для технического задания.** В лабораторию поступил заказ на реверс-инжиниринг импортного пластикового корпуса медицинского прибора, контактирующего с дезинфицирующими растворами. Данных о материале нет. а) определить фракционный состав добавок и пластификаторов. б) определить термомеханических характеристик материала устройства. в) идентификация базового полимера. г) испытания на долговечность в целевой агрессивной среде. Ключ с правильным ответом: в, б, а, г **4. Вопрос с открытым ответом.** Для реверс-инжиниринга предоставлена пластиковая шестерня, которая отработала 5 лет в узле принтера и разрушилась. Инженер берет навеску пластика непосредственно с излома зубьев шестерни для проведения спектроскопии, чтобы определить марку материала для изготовления дубликата. Объясните, в чём заключается ошибка такой пробоподготовки. Эталонный ответ: проба взята из зоны максимальной эксплуатационной деградации. Под действием локального трения, нагрева и окисления в зоне излома произошла деструкция. Спектр и тепловой эффект покажут свойства «состарившегося» и разрушенного полимера, а не исходного сырья. **5. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.**	ПК-12.У.1

	Как вы считаете, какая деталь используется для калибровки трехточечного нутромера? a) Треугольник b) Параллелепипед c) Куб d) Кольцо **6. Задание закрытого типа на установление последовательности.** Расположите буквы вариантов в порядке выполнения этапов измерения шероховатости поверхности профилометром SurfTest a) установка параметров трассировки b) настройка допуска c) калибровка по мере d) запуск трассировки **6. Задание открытого типа с развернутым ответом.** При контроле диаметра вала номиналом 30 мм и предельными отклонениями -0,010 и 0,020 мм получен размер 30,003 мм. Определите, соответствует ли размер вала установленному допуску на размер.	
3	**1. Вопрос с выбором одного варианта ответа.** **Как следует поступать с отверстиями, возникшими из-за зон недоступности?** А) Зафиксировать их в отчёте и компенсировать измерением или дополнительным ракурсом Б) Автоматически заполнить все дыры без анализа В) Удалить всю сетку вокруг отверстия Г) Игнорировать и считать модель полной **2. Задание закрытого типа на установление последовательности.** **Расположите этапы восстановления сборочной единицы в правильной последовательности.** А) Осмотр (фото, маркировка, состав узла) Б) Скан и CAD компонентов В) Определение баз, осей, зазоров, крепежа Г) Назначение сопряжений и ограничений Д) Контроль (зазоры, доступ, отверстия) **3. Задание закрытого типа на установление последовательности.** **Расположите операции в правильном порядке построения дерева модели.** А) Начало: система координат, базовые плоскости Б) Основной объём (эскиз контура, выдавливание корпуса) В) Оболочка с постоянной толщиной Г) Отверстия, посадки, массивы крепёжа Д) Фаски и скругления (в конце) **4. Задание закрытого типа на установление последовательности.** **Расположите действия при контроле модели в правильном порядке.** А) Построить карту отклонений Б) Выделить зоны повышенного внимания (посадки, крепёж)	ПК-12.В.1

	В) Выполнить контрольные сечения по критическим плоскостям Г) Сравнить с ручными размерами и зафиксировать допущения **5. Задание закрытого типа на установление последовательности.** **Расположите этапы обработки сканов в правильной последовательности.** А) Импорт и первичный осмотр Б) Очистка от лишних фрагментов и шума В) Регистрация и выравнивание Г) Ремонт сетки и финальный контроль	

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

Не предусмотрено планом

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 обучающимся 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. Собранная 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 переделывается.

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 выполнению курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

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.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

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;
- письменной 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:

– 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»;

– 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 проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Экзамен проводится в смешанной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа – 90 минут.

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. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам.

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