

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

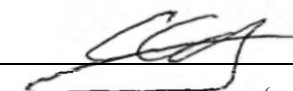
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые двойники»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

А.В. Рысин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровые двойники» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности/специализации «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологиями информационного и компьютерного моделирования и технологии цифровых двойников.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (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

Освоение обучающимися теоретических и практических навыков применения технологий цифровых двойников (ЦД), оценки влияния экономических факторов, снижения себестоимости, качества и сроков разработки информационных моделей объектов профессиональной деятельности.

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-1 Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности	ПК-1.3.2 знает методы разработки алгоритмов и программного обеспечения, математических моделей объектов профессиональной деятельности, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта ПК-1.У.3 уметь применять физико-математический аппарат, компьютерные технологии, вычислительные методы и технологии искусственного интеллекта для решения научно-технических задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Моделирование робототехнических систем»,
- «Программирование микроконтроллера»,
- «Цифровая метрология».

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

- «Цифровое проектирование киберфизических комплексов»,
- «Роботизированная сварка».

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	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.	Дифф. зач.

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. Основы применения технологий цифровых двойников в электроэнергетике Тема 1.1 Понятия цифрового двойника и информационного моделирования в электроэнергетике. Тема 1.2 Нормативная документация в предметной области. ГОСТ Р 57700.37-2021 «Цифровые двойники изделий» и Протокол МЭК 61850. Тема 1.3 Описание принципов информационного моделирования. Понятие адекватности и верификации модели. Тема 1.4 Примеры цифровых двойников в атомной, тепловой и электрической отраслях. Примеры цифровых двойников в производстве. Тема 1.5 Применение сквозных цифровых технологий при создании цифровых двойников: AI, BlockChain, IoT.	4		4		10

<p>Раздел 2. Разработка цифровых и информационных моделей электроэнергетических объектов</p> <p>Тема 2.1 Цифровые среды разработки информационных и математических моделей электроэнергетических объектов.</p> <p>Тема 2.2 Принципы использования математических моделей при работе с энергетическими объектами. Актуальность и проработка проблемных вопросов.</p> <p>Тема 2.3 Работа ПО SimInTech. Свойства блоков.</p> <p>Тема 2.4 Разработка электрической схемы. Параметры расчёта. Моделирование и проверка работоспособности. База данных сигналов системы</p> <p>Тема 2.5 Системы автоматического ввода резерва (АВР). Типовые схемы и принцип работы.</p> <p>Тема 2.6 Разработка модели АВР в рамках систем автоматизированного проектирования. Алгоритмы управления энергетической системой. Модели электроэнергетических объектов. Графическое отображение выходных значений.</p> <p>Тема 2.7 Цифровой электрический привод. Управление, структурные модели. Анализ устойчивости и качества. Метод синтеза цифровых приводов. Период квантования непрерывных сигналов.</p>	5		5		18
<p>Раздел 3. Методы организации производственных процессов на электроэнергетических объектах</p> <p>Тема 3.1 Интерфейсы цифровых двойников.</p> <p>Тема 3.2 Искусственный интеллект для решения задач оптимизации.</p> <p>Тема 3.3 Машинное обучение в технологиях цифровых двойников для электроэнергетических объектов и АСУП. Основные проблемы машинного обучения при работе с цифровыми двойниками.</p>	4		4		20
<p>Раздел 4. Анализ данных режимов работы ЭЭ объектов</p> <p>Применение цифровых двойников на ЭЭ объектах</p> <p>Тема 4.1 Системы связи на подстанциях и требования к связи для функций и моделей устройств согласно ГОСТ Р МЭК 61850 - 5 -2011.</p> <p>Тема 4.2 Формирование баз данных в электроэнергетических системах.</p> <p>Тема 4.3 Парсинг данных. Настройка сред для обработки данных.</p> <p>Тема 4.4 Основы постановки задачи для создания цифрового двойника. Анализ работы системы машинного обучения цифрового двойника АСУП.</p> <p>Тема 4.5 Построение и анализ энергетических характеристик. Составление структуры модели и анализ выходных результатов.</p>	4		4		26
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

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	<p>Раздел 1. Основы применения технологий цифровых двойников в электроэнергетике</p> <p>Тема 1.1 Понятия цифрового двойника и информационного моделирования в электроэнергетике.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие цифрового двойника; – назначение цифрового двойника в электроэнергетике; – отличие цифровой модели, информационной модели, математической модели и цифрового двойника; – жизненный цикл цифрового двойника электроэнергетического объекта; – объект цифрового двойника: подстанция, трансформатор, линия электропередачи, электрический привод, энергоблок, система АВР; – структура цифрового двойника; <p>Тема 1.2 Нормативная документация в предметной области. ГОСТ Р 57700.37-2021 «Цифровые двойники изделий» и Протокол МЭК 61850.</p> <ul style="list-style-type: none"> – роль нормативной документации при создании цифровых двойников; – основные понятия и термины в области цифровых двойников изделий; – назначение ГОСТ Р 57700.37-2021; – область применения ГОСТ Р 57700.37-2021; – требования к созданию цифровых двойников изделий; – структура цифрового двойника в соответствии с нормативной документацией; – требования к данным, используемым в цифровом двойнике; – требования к моделям, входящим в состав цифрового двойника; <p>Тема 1.3 Описание принципов информационного моделирования. Понятие адекватности и верификации модели.</p> <ul style="list-style-type: none"> – сущность информационного моделирования; – цели информационного моделирования в электроэнергетике; – этапы построения информационной модели; – выбор объекта моделирования; – определение границ модели; – определение входных и выходных параметров модели; – выбор уровня детализации модели; – структурное описание электроэнергетического объекта; – функциональное описание электроэнергетического объекта; – параметрическое описание объекта; <p>Тема 1.4 Примеры цифровых двойников в атомной, тепловой и электрической отраслях. Примеры цифровых двойников в производстве.</p> <ul style="list-style-type: none"> – цифровой двойник атомной электростанции; – цифровой двойник энергоблока; – цифровой двойник реакторной установки; – цифровой двойник турбогенератора; – цифровой двойник тепловой электростанции; – цифровой двойник котельного оборудования; – цифровой двойник паровой турбины; – цифровой двойник системы теплоснабжения; <p>Тема 1.5 Применение сквозных цифровых технологий при создании цифровых двойников: AI, BlockChain, IoT.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие сквозных цифровых технологий; – роль искусственного интеллекта при создании цифровых двойников; – применение машинного обучения для анализа данных

	<p>электроэнергетических объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> – применение нейронных сетей для прогнозирования технического состояния оборудования; – предиктивная диагностика на основе цифрового двойника; – выявление аномалий в режимах работы электроэнергетического объекта;
2	<p>Раздел 2. Разработка цифровых и информационных моделей электроэнергетических объектов</p> <p>Тема 2.1 Цифровые среды разработки информационных и математических моделей электроэнергетических объектов.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие цифровой среды моделирования; – назначение программных средств для моделирования электроэнергетических объектов; – информационные модели электроэнергетических объектов; – математические модели электроэнергетических объектов; – имитационные модели электроэнергетических систем; – программные комплексы для моделирования энергетических объектов; – среды моделирования электрических схем; <p>Тема 2.2 Принципы использования математических моделей при работе с энергетическими объектами. Актуальность и проработка проблемных вопросов.</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение математического моделирования в электроэнергетике; – математическая модель электроэнергетического объекта; – входные и выходные параметры математической модели; – параметры состояния энергетического объекта; – статические модели энергетических объектов; – динамические модели энергетических объектов; – модели установившихся режимов; <p>Тема 2.3 Работа ПО SimInTech. Свойства блоков.</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение программного комплекса SimInTech; – интерфейс SimInTech; – создание проекта в SimInTech; – структура модели в SimInTech; – библиотека блоков; – виды блоков в SimInTech; – источники сигналов; – математические блоки; – логические блоки; <p>Тема 2.4 Разработка электрической схемы. Параметры расчёта. Моделирование и проверка работоспособности. База данных сигналов системы</p> <ul style="list-style-type: none"> – этапы разработки электрической схемы; – выбор элементов электрической схемы; – источники питания в модели; – нагрузка в электрической схеме; – коммутационные аппараты; – защитные устройства; – измерительные блоки; <p>Тема 2.5 Системы автоматического ввода резерва (АВР). Типовые схемы и принцип работы.</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение системы автоматического ввода резерва; – область применения АВР в электроэнергетике; – требования к системам АВР; – основные элементы схемы АВР; – основной источник питания; – резервный источник питания;

	<p>Тема 2.6 Разработка модели АВР в рамках систем автоматизированного проектирования. Алгоритмы управления энергетической системой. Модели электроэнергетических объектов. Графическое отображение выходных значений.</p> <ul style="list-style-type: none"> – постановка задачи моделирования АВР; – структура модели АВР; – выбор программной среды для моделирования АВР; – моделирование основного и резервного источников питания; – моделирование нагрузки; – моделирование коммутационных аппаратов; – моделирование датчиков напряжения; – моделирование логики включения резерва; – алгоритм управления АВР; – условия переключения на резервный источник; – условия возврата на основной источник; <p>Тема 2.7 Цифровой электрический привод. Управление, структурные модели. Анализ устойчивости и качества. Метод синтеза цифровых приводов. Период квантования непрерывных сигналов.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие цифрового электрического привода; – структура цифрового электропривода; – объект управления в цифровом электроприводе; – датчики обратной связи; – цифровой регулятор; – исполнительный преобразователь; – двигатель как объект управления; – структурная схема цифрового электропривода;
3	<p>Раздел 3. Методы организации производственных процессов на электроэнергетических объектах</p> <p>Тема 3.1 Интерфейсы цифровых двойников.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие интерфейса цифрового двойника; – назначение интерфейсов цифрового двойника; – пользовательский интерфейс цифрового двойника; – программный интерфейс API; – интерфейс обмена данными с оборудованием; – интерфейс обмена данными с базами данных; – интерфейс обмена данными с SCADA; – интерфейс обмена данными с АСУ ТП; – интерфейс обмена данными с АСУП; <p>Тема 3.2 Искусственный интеллект для решения задач оптимизации.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие искусственного интеллекта; – задачи оптимизации в электроэнергетике; – оптимизация режимов работы энергосистемы; – оптимизация загрузки оборудования; – оптимизация графиков технического обслуживания; – оптимизация энергопотребления; – оптимизация распределения нагрузки; – оптимизация работы электрических приводов; – оптимизация работы систем автоматического управления; – интеллектуальные алгоритмы оптимизации; <p>Тема 3.3 Машинное обучение в технологиях цифровых двойников для электроэнергетических объектов и АСУП. Основные проблемы машинного обучения при работе с цифровым двойниками.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие машинного обучения; – роль машинного обучения в цифровом двойнике; – машинное обучение для диагностики оборудования;

	<ul style="list-style-type: none"> – машинное обучение для прогнозирования отказов; – машинное обучение для прогнозирования нагрузки; – машинное обучение для анализа режимов энергосистемы; – машинное обучение в АСУП;
4	<p>Раздел 4. Анализ данных режимов работы ЭЭ объектов Применение цифровых двойников на ЭЭ объектах</p> <p>Тема 4.1 Системы связи на подстанциях и требования к связи для функций и моделей устройств согласно ГОСТ Р МЭК 61850 - 5 -2011.</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение систем связи на электрических подстанциях; – связь как основа цифровой подстанции; – требования к обмену данными между устройствами подстанции; – функции автоматизации подстанции; – модели устройств согласно МЭК 61850; – интеллектуальные электронные устройства IED; – логические узлы устройств; – логические устройства; – каналы связи на подстанции; – станционная шина; <p>Тема 4.2 Формирование баз данных в электроэнергетических системах.</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначение баз данных в электроэнергетике; – данные электроэнергетических объектов; – оперативные данные; – архивные данные; – технологические данные; – диагностические данные; – данные измерений; – данные событий и аварий; – данные технического обслуживания; <p>Тема 4.3 Парсинг данных. Настройка сред для обработки данных.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие парсинга данных; – назначение парсинга при создании цифрового двойника; – источники данных для парсинга; – структурированные данные; – полуструктурированные данные; – неструктурированные данные; – форматы данных CSV, JSON, XML; – данные журналов событий; <p>Тема 4.4 Основы постановки задачи для создания цифрового двойника. Анализ работы системы машинного обучения цифрового двойника АСУП.</p> <ul style="list-style-type: none"> – постановка задачи создания цифрового двойника; – определение цели цифрового двойника; – выбор объекта цифрового двойника; – определение границ моделируемой системы; – определение пользователей цифрового двойника; – определение функций цифрового двойника; – определение исходных данных; – определение источников данных; – определение требований к точности модели; <p>Тема 4.5 Построение и анализ энергетических характеристик. Составление структуры модели и анализ выходных результатов.</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятие энергетической характеристики; – виды энергетических характеристик электроэнергетических объектов; – нагрузочные характеристики; – характеристики мощности;

	<ul style="list-style-type: none"> – характеристики КПД; – характеристики потерь; – характеристики напряжения; – характеристики тока; – характеристики частоты; – характеристики реактивной мощности; – характеристики качества электроэнергии; – построение энергетических характеристик по расчётным данным; – построение энергетических характеристик по экспериментальным данным; – построение энергетических характеристик по данным цифрового двойника;
--	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

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

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Изучение цифрового двойника информационной модели процесса реостатного пуска двигателя постоянного тока	2	2	1
2	Цифровая система автоматического регулирования энергетического объекта	2	2	1
3	Применение цифровых двойников на электроэнергетических объектах	3	3	2
4	Система автоматического ввода резерва	2	2	2
5	Лабораторный практикум «Применение технологии цифровых двойников при цифровой трансформации действующей электрической подстанции»	4	4	3
6	Имитационное моделирование окружающей среды или погодных условий вокруг энергетической системы вторичных источников энергии	4	4	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)	18	18
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	30	30
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	30	30
Всего:	74	74

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)
004.8 А 22	Булатов В.В., Солёный С.В., Сериков С.А., Кульчицкий А.А., Рысин А.В. Автоматизация проектирования и производства: учебно-методическое пособие / СПб: ГУАП, 2020. - 95 с.	30
621.3 С 60	Рысин А.В., Солёный С.В., Солёная О.Я. Переходные процессы в электрических системах: учебное пособие / СПб: ГУАП, 2020. - 52 с.	30
004.4 О-75	А.И. Савельев, И.В. Ватаманюк, Н.А. Павлюк, С.В. Кулешов, А.А. Зайцева, А.Ю. Аксенов Основы программирования на языке Python: учебно-методическое пособие. - СПб: ГУАП, 2019. - 38 с.	25
https://search.rsl.ru/ru/record/01013610249	А. Прохоров, М. Лысачев под редакцией А. Боровкова Цифровой	

	двойник: анализ, тренды, мировой опыт / М.: ООО «АльянсПринт», 2020. - 401 с.	
621.31 С 60	С.В. Солёный, В.П. Кузьменко, В.Е. Белай Применение технологий цифровых двойников в электроэнергетических системах/СПб: ГУАП, 2024. – 75 с	50

**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	R-pro (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	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
4	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).
5	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).
6	Браузер для работы в Интернете Яндекс Браузер (лицензии GPL/LGPL/MPL).
7	SimInTech (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po).

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)

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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; 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 ^{**} .
«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
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
1	Дайте определение цифровому двойнику. Классифицируйте цифровые двойники и перечислите основные сферы их применения.	ПК-1.3.2
2	Выделите отличительные признаки цифрового двойника и объясните, чем цифровой двойник отличается от цифровой модели, цифровой тени и информационной модели.	ПК-1.3.2
3	Перечислите технологии, которые конвергируются в концепции цифровых двойников. Объясните роль IoT, искусственного интеллекта, больших данных, облачных вычислений, моделирования и блокчейна.	ПК-1.3.2
4	Охарактеризуйте особенности оптимизации продукта с использованием цифрового двойника. Покажите, как цифровой двойник помогает улучшать характеристики изделия на этапах проектирования, испытаний и эксплуатации.	ПК-1.3.2
5	Опишите особенности сбора и обработки данных для создания цифрового двойника. Укажите источники данных, этапы предварительной обработки и требования к качеству данных.	ПК-1.3.2
6	Раскройте особенности использования систем информационного и математического моделирования при создании цифровых двойников и цифровых теней.	ПК-1.3.2
7	Охарактеризуйте человеко-машинные интерфейсы в цифровых двойниках. Объясните их назначение, функции и роль в управлении объектом.	ПК-1.3.2
8	Объясните особенности использования блокчейна в цифровых двойниках. Укажите его роль в обеспечении достоверности, прослеживаемости и защищённости данных.	ПК-1.3.2
9	Охарактеризуйте протокол МЭК 61850. Раскройте его назначение, структуру, область применения и роль в цифровых подстанциях.	ПК-1.3.2
10	Раскройте роль цифровых двойников в обеспечении жизненного цикла изделий. Покажите их применение на этапах проектирования, производства, эксплуатации, обслуживания и утилизации.	ПК-1.3.2
11	Дайте определение цифровому двойнику компонента. Приведите примеры его применения в электроэнергетике.	ПК-1.3.2
12	Дайте определение цифровому двойнику актива. Объясните его назначение для мониторинга, диагностики и управления техническим состоянием оборудования.	ПК-1.3.2
13	Охарактеризуйте цифровой двойник комплексного объекта. Укажите его структуру и особенности применения для сложных электроэнергетических систем.	ПК-1.3.2
14	Дайте определение цифровому двойнику процесса. Объясните, как он используется для анализа, оптимизации и управления технологическими процессами.	ПК-1.3.2
15	Раскройте функции и роль IoT-технологий при создании цифрового двойника в электроэнергетике. Укажите значение датчиков,	ПК-1.3.2

	интеллектуальных устройств и передачи данных в реальном времени.	
16	Опишите практическое применение цифровых двойников в управлении объектами электроэнергетики. Приведите примеры задач мониторинга, диагностики, прогнозирования и оптимизации.	ПК-1.3.2
17	Опишите процесс создания и верификации цифровой энергетической модели в программных комплексах. Укажите этапы построения, настройки, проверки и корректировки модели.	ПК-1.3.2
18	Сформулируйте основные требования к современным системам релейной защиты и автоматики при использовании цифровых двойников.	ПК-1.3.2
19	Охарактеризуйте ERP-системы. Перечислите основные модули ERP-систем и классифицируйте их типы.	ПК-1.3.2
20	Раскройте концепцию «умных сетей» Smart Grid. Объясните её связь с цифровыми двойниками, интеллектуальным учётом, автоматизацией и управлением энергосистемами.	ПК-1.3.2
21	Дайте определение агрегированному цифровому двойнику. Объясните, какие объекты и процессы могут объединяться в его составе.	ПК-1.3.2
22	Охарактеризуйте цифровой двойник прототипа. Объясните его назначение на этапе разработки и испытаний изделия.	ПК-1.3.2
23	Дайте определение цифровой подстанции. Опишите организацию технологии цифрового двойника на цифровой подстанции.	ПК-1.У.3
24	Раскройте особенности информационного моделирования инфраструктуры активного потребителя. Укажите роль распределённой генерации, накопителей, интеллектуального учёта и управления нагрузкой.	ПК-1.У.3
25	Охарактеризуйте динамическое моделирование технических энергосистем и их элементов. Укажите назначение таких моделей при анализе переходных процессов, устойчивости и режимов работы.	ПК-1.У.3
26	Опишите назначение и структуру программного обеспечения SimInTech. Охарактеризуйте состояние и перспективы развития цифровых двойников в электроэнергетике Российской Федерации.	ПК-1.У.3
27	Охарактеризуйте библиотеки в ПО SimInTech. Раскройте назначение библиотек блоков для расчёта электрических цепей.	ПК-1.У.3
28	Опишите базы данных в ПО SimInTech. Классифицируйте их типы и объясните назначение при построении моделей.	ПК-1.У.3
29	Выполните описание проверки структуры и фильтрации баз данных в ПО SimInTech. Укажите, зачем необходимы эти операции при подготовке модели.	ПК-1.У.3
30	Раскройте особенности работы с редактором базы данных в ПО SimInTech. Опишите основные операции с записями, параметрами и структурами данных.	ПК-1.У.3
31	Перечислите и охарактеризуйте типы связей в ПО SimInTech. Объясните их роль при построении моделей технических систем.	ПК-1.У.3
32	Раскройте концепцию создания модели объекта в ПО SimInTech. Опишите основные этапы построения, настройки и проверки модели. LIFO.	ПК-1.У.3
33	Опишите структуру системы обработки сигналов в ПО SimInTech. Раскройте назначение буфера последовательного ввода данных, буфера последовательного вывода данных и буферов FIFO/	ПК-1.У.3
34	Охарактеризуйте блок быстрого преобразования Фурье в ПО	ПК-1.У.3

	SimInTech. Опишите входные и выходные значения, параметры портов и способы анализа графиков выходных сигналов.	
35	Опишите особенности создания модели алгоритмов управления блоками в ПО SimInTech. Укажите этапы задания логики управления и проверки работоспособности алгоритма.	ПК-1.У.3
36	Охарактеризуйте библиотеку «Статистика» в ПО SimInTech. Объясните назначение блоков среднего среднеквадратического и среднего арифметического значения.	ПК-1.У.3
37	Опишите блоки библиотеки «Статистика» для расчёта коэффициента эксцесса и коэффициента корреляции в ПО SimInTech. Укажите их назначение при анализе сигналов.	ПК-1.У.3
38	Раскройте назначение блока взаимной корреляции входных сигналов в библиотеке «Статистика» ПО SimInTech. Объясните, какие задачи анализа он позволяет решать.	ПК-1.У.3
39	Охарактеризуйте особенности языка программирования в ПО SimInTech. Перечислите константы, основные математические и унарные операторы.	ПК-1.У.3
40	Опишите структуру основных векторных и матричных функций в ПО SimInTech. Укажите примеры их применения при моделировании технических систем.	ПК-1.У.3
41	Охарактеризуйте структуру основных функций случайных чисел в ПО SimInTech. Объясните их применение при моделировании случайных воздействий и неопределённостей.	ПК-1.У.3
42	Опишите структуру основных графических и системных функций в ПО SimInTech. Укажите их назначение при визуализации и управлении расчётами.	ПК-1.У.3
43	Раскройте процесс оптимизации путём синтеза интегрирующего регулятора в ПО SimInTech. Опишите расчёт локальных критериев оптимизации и анализ графика переходного процесса.	ПК-1.У.3
44	Охарактеризуйте блок запаздывания периода квантования непрерывных сигналов в ПО SimInTech. Объясните его назначение при моделировании цифровых систем управления.	ПК-1.У.3

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	Что такое цифровой двойник в электроэнергетике? А) Устройство для измерения параметров электрической сети. Б) Программное обеспечение для управления энергопотреблением. В) Система автоматического управления электросетями. Г) Модель физического объекта, которая обновляется в реальном	ПК-1.3.2

	времени		
2	Какие данные необходимы для создания цифрового двойника? А) Данные о состоянии оборудования и параметрах работы системы. Б) Исторические данные о потреблении электроэнергии. В) Данные о погодных условиях и прогнозах. Г) Данные о стоимости электроэнергии и тарифах.	ПК-1.У.3	
2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильные варианты ответа			
3	Как цифровые двойники могут помочь в планировании развития энергосистемы? А) Моделированием различных сценариев развития и их последствия. Б) Предсказыванием потребности в новых мощностях. В) Оптимизацией размещения новых объектов генерации. Г) Анализом экономической эффективности различных проектов.	ПК-1.3.2	
4	Как цифровые двойники могут способствовать развитию возобновляемых источников энергии? А) Оптимизируя работу солнечных и ветровых электростанций. Б) Предсказывая производство энергии на основе погодных условий. В) Управляя интеграцией возобновляемых источников в энергосистему. Г) Снижая затраты на эксплуатацию возобновляемых источников	ПК-1.У.3	
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			
5	Сопоставьте задачи цифровых двойников с их результатами.		ПК-1.3.2
	1) Задачи:	А) Прогнозирование потребления энергии	
	2) Результаты:	Б) Снижение эксплуатационных затрат	
		В) Управление активами	
		Г) Улучшение безопасности	
		Д) Прогнозирование отказов	
		Е) Интеграция возобновляемых источников энергии	
		Ж) Оптимизация процессов	
		3) Мониторинг состояния оборудования	
6	Сопоставьте данные с их источниками для цифровых двойников		ПК-1.У.3
	1) Данные:	А) Ручные записи	
	2) Источники:	Б) Данные в реальном времени	
		В) Машинное обучение	
		Г) Датчики и сенсоры	
		Д) Текстовые документы	
		Е) Исторические данные	
		Ж) Аналитическое программное обеспечение	
		3) Интернет вещей	
4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо			
7	Составьте правильную последовательность шагов по разработке цифрового двойника для управления энергосистемой:	ПК-1.3.2	

	А) Анализ данных Б) Тестирование моделей В) Разработка моделей управления Г) Внедрение моделей Д) Сбор данных о работе системы	
8	Составьте правильную последовательность этапов разработки цифрового двойника для анализа данных: А) Отчетность Б) Визуализация данных В) Сбор данных Г) Анализ данных Д) Очистка данных	ПК-1.У.3
<i>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</i> Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
9	Каковы ключевые компоненты цифрового двойника в энергосистеме и в чем их особенности?	ПК-1.3.2
10	Какие основные функции выполняют цифровые двойники в робототехнике?	ПК-1.У.3

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 Учебным планом не предусмотрено

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 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 им 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:

- 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».

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