

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

Кафедра № 32


УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

 (инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы цифровой диспетчеризации»  
(Наименование дисциплины)


Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026  
(подпись, дата)

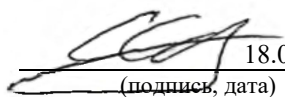
В.П. Кузьменко  
(инициалы, фамилия)

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством, построением и принципом работы устройств диспетчеризации в электроэнергетических системах.

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 (8 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в соответствии с ФГОС ВО с учетом применения современных цифровых технологий в области энергетики, а также знакомство обучающихся с автоматизированными системами управления в электроэнергетике. Дисциплина формирует у обучающихся готовность к использованию устройств диспетчеризации, изучение особенности ее построения, алгоритмов сбора данных и параметров системы, подлежащих диспетчерскому контролю, а также технологии диагностики электрооборудования.

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-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	ПК-3.Д.6 определяет параметры элементов объектов профессиональной деятельности в различных режимах работы
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.5 осуществляет оценку текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы ПК-5.Д.6 анализирует графики электрических нагрузок потребителей и определяет факторы, которые влияют на потребление электрической энергии

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электрические и электронные аппараты»,
- «Основы теории переходных процессов в электрических системах»,
- «Электрические системы и сети»,
- «Системы и методы искусственного интеллекта в электроэнергетике».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и вспомогательное использование при прохождении производственной преддипломной практики и подготовке выпускной квалификационной работы, и изучении других дисциплин:

- «Электрические станции и подстанции»,
- «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии»,
- «Производственная преддипломная практика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	10	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	52	52
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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 8					
Раздел 1. Общие вопросы диспетчеризации и оперативного управления объектов электроэнергетики Тема 1.1. Основные положения о переключениях в электрических сетях. Тема 1.2. Принципы, структура и технические средства диспетчерского управления. Тема 1.3 Автоматическое управление режимами. Тема 1.4 Автоматизированные системы диспетчерского управления	2				12

Раздел 2. Общие математические принципы построения цифровых устройств диспетчеризации Тема 1.1 Основы теории передачи информации Тема 2.2 Электрический информационный сигнал. Математические представления сигналов электрических параметров сети. Тема 2.3 Преобразование Фурье. Дискретные каналы связи. Тема 2.4 Измеряемые физические величины в электрических сетях. Тема 2.5 Протоколы связи	2		2		10
Раздел 3. Введение в SCADA системы, принципы работы ОРС серверов. Тема 3.1. Понятие SCADA системы Тема 3.2. Технология OPC. Основные версии и теги OPC. Тема 3.3 Modbus Universal MasterOPC Server. Тема 3.4. Введение в ПО MasterSCADA. Modbus Universal MasterOPC Server	3		4		20
Раздел 4. Основы проектирования в MasterSCADA. Тема 4.1. Основные правила, действия и определения Тема 4.2 Особенности создания связей между деревьями системы и объектов Тема 4.3. Объектно ориентированный подход.	3		4		10
Итого в семестре:	10		10		52
Итого	10	0	10	0	52

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. Общие вопросы диспетчеризации и оперативного управления объектов электроэнергетики. Раздел посвящен изучению назначения, задач и организационно-технических основ оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Рассматриваются принципы управления режимами работы электрических сетей, порядок выполнения переключений, структура диспетчерского управления, технические средства сбора и передачи информации, а также роль автоматизированных систем диспетчерского управления в обеспечении надежной и безопасной работы объектов электроэнергетики.</p> <p>Тема 1.1. Основные положения о переключениях в электрических сетях. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются назначение оперативных переключений, виды переключений в электрических сетях, требования к их подготовке и выполнению, роль оперативного и диспетчерского персонала при изменении схемы электрической сети. Изучаются основные правила безопасного выполнения переключений, порядок оформления оперативных распоряжений и необходимость контроля состояния коммутационных аппаратов.</p> <p>Тема 1.2. Принципы, структура и технические средства</p>

	<p>диспетчерского управления. <i>Демонстрация слайдов.</i> Изучаются основные принципы построения диспетчерского управления объектами электроэнергетики, уровни и структура оперативно-диспетчерского управления, функции диспетчерского персонала. Рассматриваются технические средства диспетчерского управления, включая устройства сбора, передачи, обработки и отображения информации о состоянии электрических сетей и оборудования.</p> <p>Тема 1.3. Автоматическое управление режимами. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются задачи автоматического управления режимами электроэнергетической системы, основные контролируемые параметры режима, включая напряжение, ток, частоту, активную и реактивную мощность. Изучаются принципы автоматического регулирования, поддержания допустимых режимов работы оборудования и предотвращения развития аварийных ситуаций.</p> <p>Тема 1.4. Автоматизированные системы диспетчерского управления. <i>Демонстрация слайдов.</i> Изучаются назначение, состав и основные функции автоматизированных систем диспетчерского управления. Рассматривается использование АСДУ для сбора телеметрической информации, визуализации состояния объектов, регистрации событий, архивирования параметров, поддержки принятия диспетчерских решений и повышения надежности функционирования электроэнергетической системы.</p>
2	<p>Раздел 2. Общие математические принципы построения цифровых устройств диспетчеризации. <i>Демонстрация слайдов.</i> Раздел посвящен изучению математических и информационных основ цифровой диспетчеризации. Рассматриваются принципы передачи информации, представления электрических сигналов, спектрального анализа, дискретных каналов связи, измерения физических величин в электрических сетях и применения протоколов связи при передаче данных между оборудованием, контроллерами, OPC-серверами и SCADA-системами.</p> <p>Тема 2.1. Основы теории передачи информации. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются основные понятия теории передачи информации, включая источник и приемник информации, сообщение, сигнал, канал связи, помехи, достоверность и скорость передачи данных. Изучается значение информационного обмена для систем диспетчерского управления и контроля параметров электроэнергетических объектов.</p> <p>Тема 2.2. Электрический информационный сигнал. <i>Демонстрация слайдов.</i> Математические представления сигналов электрических параметров сети. Изучается электрический сигнал как носитель информации о состоянии электрической сети. Рассматриваются основные параметры сигналов, способы математического описания напряжения, тока, частоты, мощности и других электрических величин, используемых в системах цифровой диспетчеризации.</p> <p>Тема 2.3. Преобразование Фурье. Дискретные каналы связи. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются основы спектрального представления электрических сигналов и назначение преобразования Фурье при анализе сигналов электрических параметров сети. Изучаются особенности дискретизации сигналов, передачи данных по дискретным каналам связи, влияние частоты дискретизации и помех на качество передачи информации.</p> <p>Тема 2.4. Измеряемые физические величины в электрических сетях. <i>Демонстрация слайдов.</i> Изучаются основные физические величины, измеряемые в электрических сетях: напряжение, ток, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, частота, коэффициент мощности, состояние коммутационных аппаратов. Рассматривается роль измеряемых параметров при оценке текущего режима работы электроэнергетической системы.</p> <p>Тема 2.5. Протоколы связи. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются назначение и функции протоколов связи в системах диспетчеризации. Изучаются принципы обмена данными между измерительными устройствами, контроллерами, OPC-серверами и SCADA-системами. Особое внимание уделяется требованиям к надежности, своевременности и корректности передачи технологической информации.</p>

3	<p>Раздел 3. Введение в SCADA-системы, принципы работы OPC-серверов. Раздел посвящен изучению назначения SCADA-систем, их структуры и основных функций в системах автоматизированного диспетчерского управления. Рассматриваются принципы работы OPC-технологии, назначение OPC-серверов и OPC-тегов, а также использование Modbus Universal MasterOPC Server и MasterSCADA для организации сбора, передачи и визуализации данных.</p> <p>Тема 3.1. Понятие SCADA-системы. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются назначение SCADA-систем, их место в структуре автоматизированного диспетчерского управления и основные функции: сбор данных, визуализация технологических параметров, архивирование, регистрация событий, формирование сообщений и обеспечение взаимодействия оператора с объектом управления.</p> <p>Тема 3.2. Технология OPC. Основные версии и теги OPC. <i>Демонстрация слайдов.</i> Изучаются назначение технологии OPC и ее роль в организации обмена данными между источниками технологической информации и SCADA-системой. Рассматриваются основные версии OPC, понятие OPC-тега, признаки качества данных, метки времени и особенности получения текущих значений параметров от OPC-сервера.</p> <p>Тема 3.3. Modbus Universal MasterOPC Server. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются назначение и основные возможности Modbus Universal MasterOPC Server. Изучается порядок запуска OPC-сервера, работа с конфигурациями, группами тегов, имитационными переменными, текущими значениями, признаками качества и метками времени. Рассматривается использование OPC-сервера как источника данных для MasterSCADA.</p> <p>Тема 3.4. Введение в ПО MasterSCADA. Modbus Universal MasterOPC Server. <i>Демонстрация слайдов.</i> Изучается порядок запуска MasterSCADA, создание учебного проекта, добавление компьютера в дерево системы, подключение OPC-сервера, импорт OPC-переменных и проверка поступления данных в режиме исполнения. Рассматриваются основные элементы интерфейса MasterSCADA и их назначение при разработке SCADA-проекта.</p>
4	<p>Раздел 4. Основы проектирования в MasterSCADA. <i>Демонстрация слайдов.</i> Раздел посвящен изучению основных принципов создания SCADA-проектов в MasterSCADA. Рассматриваются базовые элементы проекта, структура дерева системы и дерева объектов, создание связей между источниками данных и объектами, объектно-ориентированный подход, разработка мнемосхем, настройка архивирования, журналов сообщений и средств визуального контроля параметров технологического объекта.</p> <p>Тема 4.1. Основные правила, действия и определения. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются основные элементы проекта MasterSCADA: система, компьютер, источник данных, объект, значение, команда, событие, расчет, функциональный блок, визуальный функциональный блок, мнемосхема, тренд, архив и журнал сообщений. Изучаются базовые действия разработчика при создании и настройке проекта.</p> <p>Тема 4.2. Особенности создания связей между деревьями системы и объектов. <i>Демонстрация слайдов.</i> Изучаются способы установления связей между OPC-переменными дерева системы и элементами дерева объектов. Рассматриваются особенности работы с переменными типа вход, выход и вход-выход, наследование типа данных и свойств, проверка корректности связей, а также использование связей для передачи и обработки технологических параметров.</p> <p>Тема 4.3. Объектно-ориентированный подход. <i>Демонстрация слайдов.</i> Рассматриваются принципы построения SCADA-проекта на основе структуры реального технологического объекта. Изучается создание иерархии объектов, группировка параметров, команд, событий, расчетов и функциональных блоков, разработка мнемосхем и окон объекта, настройка архивирования и сообщений для контроля состояния оборудования.</p>



#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

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

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Введение в SCADA системы	2	2	2,3
2	Сбор данных и интеграция в MasterSCADA	2	2	3,4
3	Создание мнемосхемы в MasterSCADA. Построение мнемосхемы котла в MasterSCADA	2	2	3,4
4	Общие принципы архивирования в MasterSCADA	2	2	4
5	Журнал сообщений в MasterSCADA	2	2	4
Всего		10	10	

#### 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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	1	1
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		

Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	1	1
Всего:	52	52

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)
URL: <a href="https://reader.lanbook.com/book/515016#2">https://reader.lanbook.com/book/515016#2</a>	Теврской Ю.С. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / под общ. ред. Ю. Н. Руденко, В. А. Семенова. М. : Изд-во МЭИ, 2000. 648 с. 2. Аракелян, Э. К Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
621.31 С 60	Солёный, Сергей Валентинович. Цифровые двойники в электроэнергетике [Текст] : учебное пособие / С. В. Солёный, В. П. Кузьменко, В. Е. Белай, 2023. - 106 с.	5
621.31 К 89	Распределенные интеллектуальные энергосистемы : лабораторный практикум / В. П. Кузьменко, С. В. Солёный, А. В. Рысин ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2024. - 76 с. : рис. - Библиогр.: с. 73 (3 назв.). - 97.13 р.	5
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/322787">https://e.lanbook.com/book/322787</a>	Баширов, М. Г. Интеллектуальные средства и системы управления и защиты электрических сетей : учебное пособие / М. Г. Баширов, Э. М. Баширова, И. Г. Юсупова. — Уфа : УГНТУ, 2021. — 65 с. — ISBN 978-5-7831-2160-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Методические рекомендации для самостоятельной подготовки, учебно-методические материалы по темам, мультимедийные презентации по темам, извлечения из нормативно-правовых актов по дисциплине размещены <a href="#">внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»</a>

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	<i>MasterSCADA 4D - бесплатная инструментальная система.</i> Полнофункциональная среда разработки с поддержкой всех возможностей системы. Включает в себя среду исполнения MasterSCADA 4D Demo для ОС Windows (свободно-распространяемая лицензия демо-версии основного продукта).
2	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
4	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )

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	Библиотека электронного журнала «Энергетика и промышленность России». <a href="https://www.eprussia.ru/lib/">https://www.eprussia.ru/lib/</a> Доступно авторизованным пользователям.
2	Справочные материалы и нормативные документы по электрическим системам. <a href="https://www.gost-r.com/">https://www.gost-r.com/</a> Доступно авторизованным пользователям.
3	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых

	изданий ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
4	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
5	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a> ), 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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	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)
2	Компьютеры с установленным на них ПО MasterSCADA 4D Demo для ОС Windows.	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	

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 60% 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 дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов дифф. зачета	Код индикатора
1	Какие параметры элементов электрической сети необходимо учитывать при выполнении оперативных переключений?	ПК-3.Д.6
2	Как определяются допустимые режимы работы коммутационных	

	аппаратов при переключениях в электрических сетях?	
3	Какие параметры трансформатора контролируются в нормальном, перегрузочном и аварийном режимах?	
4	Какие электрические параметры линии электропередачи используются при оценке ее режима работы?	
5	Как изменяются параметры элементов электрической сети при переходе от нормального режима к послеаварийному?	
6	Какие измеряемые физические величины используются для описания режима электрической сети в системах диспетчерского управления?	
7	Как определить активную, реактивную и полную мощность элемента электроэнергетической системы по измеренным параметрам?	
8	Как используются напряжение, ток, частота и коэффициент мощности для оценки состояния элемента сети?	
9	Какие параметры электрического информационного сигнала используются при его математическом описании?	
10	Как преобразование Фурье применяется для анализа сигналов электрических параметров сети?	
11	Какие параметры цифрового канала связи влияют на достоверность передачи данных в системах диспетчеризации?	
12	Какие параметры объектов необходимо задавать при создании модели электрической сети в SCADA-системе?	
13	Как в MasterSCADA задаются параметры объекта, сигнала, тега и канала связи?	
14	Какие параметры необходимо учитывать при настройке обмена данными через Modbus Universal MasterOPC Server?	
15	Как объектно-ориентированный подход в MasterSCADA помогает определять параметры элементов электроэнергетического объекта?	
16	Что понимается под текущим электроэнергетическим режимом энергосистемы?	ПК-5.Д.5
17	Какие параметры используются для оценки текущего режима электроэнергетической системы?	
18	Как диспетчерское управление обеспечивает контроль текущего режима работы электрической сети?	
19	Какие технические средства используются для сбора информации о состоянии электроэнергетического объекта?	
20	Как SCADA-система используется для оценки текущего режима энергосистемы?	
21	Какие данные должны поступать в SCADA-систему для анализа режима электрической сети?	
22	Как осуществляется контроль отклонений напряжения, тока и частоты от допустимых значений?	
23	Как по данным телеметрии определить нарушение нормального режима работы энергосистемы?	
24	Какие признаки указывают на возможность развития аварийного режима в электрической сети?	
25	Как автоматическое управление режимами влияет на устойчивость работы энергосистемы?	
26	Какие функции автоматизированной системы диспетчерского	

	управления используются для прогнозирования режима?	
27	Как архивные данные SCADA-системы применяются для прогнозирования электроэнергетического режима?	
28	Какие факторы необходимо учитывать при прогнозировании изменения режима энергосистемы?	
29	Как данные ОПС-сервера используются для оценки текущего состояния оборудования и режима сети?	
30	Как на основе текущих измерений определить необходимость оперативного вмешательства диспетчера?	
31	Что представляет собой график электрической нагрузки потребителя?	ПК-5.Д.6
32	Какие основные виды графиков электрических нагрузок используются при анализе электропотребления?	
33	Как определить максимум, минимум и среднее значение нагрузки по суточному графику потребления?	
34	Какие показатели рассчитываются при анализе графика электрической нагрузки?	
35	Как коэффициент заполнения графика нагрузки характеризует режим потребления электроэнергии?	
36	Как коэффициент неравномерности нагрузки используется при анализе электропотребления?	
37	Какие факторы влияют на суточное изменение электрической нагрузки потребителей?	
38	Какие сезонные факторы влияют на потребление электрической энергии?	
39	Как технологический режим работы предприятия влияет на форму графика электрической нагрузки?	
40	Как климатические условия влияют на изменение электрической нагрузки потребителей?	
41	Как социально-бытовые факторы отражаются на графиках электрических нагрузок?	
42	Как с помощью SCADA-системы формируются и анализируются тренды электрических нагрузок?	
43	Как архивные данные MasterSCADA могут использоваться для анализа электропотребления?	
44	Как выявить аномальные изменения нагрузки по данным графиков и трендов?	
45	Как результаты анализа графиков нагрузки используются для прогнозирования потребления электрической энергии?	

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
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p>		
1	<p>Какая группа параметров в первую очередь используется для определения режима работы линии электропередачи как элемента объекта электроэнергетики?</p> <p>а) Инвентарный номер линии, год ввода в эксплуатацию и наименование обслуживающей организации.</p> <p>б) Ток, напряжение, активная и реактивная мощность, частота и допустимые пределы их изменения.</p> <p>в) Цветовое обозначение линии на мнемосхеме и имя оператора, выполнившего настройку.</p> <p>г) Только длина трассы линии без учета электрических измерений и режима нагрузки.</p>	ПК-3.Д.6
2	<p>Какой набор данных наиболее полно характеризует текущий электроэнергетический режим энергосистемы в системе диспетчерского управления?</p> <p>а) Только сведения о плановых ремонтах оборудования.</p> <p>б) Только паспортные данные оборудования без текущих измерений.</p> <p>в) Телеметрические значения напряжения, тока, активной и реактивной мощности, частоты, а также состояния коммутационных аппаратов.</p> <p>г) Только перечень потребителей, подключенных к электрической сети.</p>	ПК-5.Д.5
3	<p>Что характеризует коэффициент заполнения графика электрической нагрузки потребителя?</p> <p>а) Отношение средней нагрузки за рассматриваемый период к максимальной нагрузке за тот же период.</p> <p>б) Отношение минимальной нагрузки к установленной мощности трансформатора.</p> <p>в) Количество аварийных отключений за сутки.</p> <p>г) Среднее значение напряжения на шинах потребителя.</p>	ПК-5.Д.6
<p>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p>		



4	<p>Какие параметры и настройки необходимо учитывать при задании элемента электрической сети в цифровой системе диспетчеризации?</p> <p>а) Адрес тега или регистра в протоколе обмена.  б) Цвет рабочего стола оператора.  в) Диапазон измерения и коэффициент масштабирования сигнала.  г) Единицы измерения контролируемого параметра.  д) Уставки предупредительной и аварийной сигнализации.  е) Название файла заставки программного обеспечения.</p>	ПК-3.Д.6
5	<p>Какие признаки могут указывать на ухудшение текущего или прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы?</p> <p>а) Отклонение напряжения за допустимые пределы.  б) Рост токовой нагрузки элемента сети до значения, близкого к предельно допустимому.  в) Изменение цветовой темы интерфейса SCADA-системы.  г) Устойчивое отклонение частоты от нормативного значения.  д) Появление несогласованных состояний коммутационных аппаратов по данным телесигнализации.</p>	ПК-5.Д.5
6	<p>Какие факторы могут существенно влиять на потребление электрической энергии и форму графика электрической нагрузки?</p> <p>а) Время суток и режим работы потребителей.  б) Температура наружного воздуха и сезон года.  в) Технологический график работы предприятия.  г) Тарифные интервалы и наличие управляемых нагрузок.  д) Наименование программного окна, в котором открыт график.  е) Продолжительность светового дня для бытовых и коммунальных потребителей.</p>	ПК-5.Д.6
<p>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p>		

7	<p>Сопоставьте элемент или объект настройки с параметром, который необходимо определить при проектировании цифровой системы диспетчеризации.</p> <p>1) Линия электропередачи 2) Силовой трансформатор 3) Канал связи 4) Аналоговый измерительный вход</p> <p>а) Номинальная мощность, напряжение обмоток и допустимая перегрузка б) Допустимый ток, напряжение, активная и реактивная мощность в) Диапазон сигнала, масштабирование и единица измерения г) Скорость передачи, адрес устройства и протокол обмена д) Фамилия диспетчера смены е) Порядковый номер страницы эксплуатационной инструкции</p> <p>Ответы запишите в таблицу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3	4					ПК-3.Д.6
1	2	3	4							
8	<p>Сопоставьте контролируемый показатель с его значением для оценки электроэнергетического режима.</p> <p>1) Напряжение в узле сети 2) Частота 3) Ток линии или трансформатора 4) Реактивная мощность</p> <p>а) Характеризует загрузку элемента и возможность перегрузки б) Отражает баланс активной мощности генерации и потребления в) Характеризует качество напряжения и допустимость режима в узле г) Связана с балансом реактивной мощности и уровнем напряжения д) Определяет цветовую схему мнемосхемы е) Показывает номер версии ОРС-сервера</p> <p>Ответы запишите в таблицу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3	4					ПК-5.Д.5
1	2	3	4							

9	<p>Сопоставьте характеристику графика электрической нагрузки с ее смыслом при анализе электропотребления.</p> <p>1) Суточный максимум нагрузки 2) Ночной минимум нагрузки 3) Средняя нагрузка за период 4) Коэффициент заполнения графика</p> <p>а) Используется для оценки базовой или минимальной потребности в электроэнергии б) Характеризует степень равномерности потребления относительно максимума в) Определяет наибольшую нагрузку, важную для проверки пропускной способности сети г) Рассчитывается как интегральная характеристика потребления за период д) Показывает адрес регистра Modbus е) Определяет тип OPC-тега</p> <p>Ответы запишите в таблицу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3	4					ПК-5.Д.6		
1	2	3	4									
4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности												
Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.												
10	<p>Установите правильную последовательность действий при определении параметров элемента электрической сети в SCADA-проекте.</p> <p>а) Проверка корректности отображения и обмена данными в тестовом режиме. б) Выделение объекта электрической сети, подлежащего диспетчерскому контролю. в) Задание адресов тегов, каналов связи и протокола обмена. г) Настройка масштабирования, единиц измерения, уставок и допустимых пределов. д) Определение перечня измеряемых и расчетных параметров объекта.</p> <p>Ответ запишите в таблицу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3	4	5						ПК-3.Д.6
1	2	3	4	5								

11	<p>Установите правильную последовательность оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима по данным диспетчеризации.</p> <p>а) Сравнение параметров режима с допустимыми пределами и уставками. б) Получение телеметрических данных и состояний коммутационных аппаратов. в) Выявление отклонений и оценка возможного развития режима. г) Формирование диспетчерского решения или рекомендации по управлению режимом. д) Проверка достоверности, полноты и актуальности поступивших данных.</p> <p>Ответ запишите в таблицу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3	4	5						ПК-5.Д.5
1	2	3	4	5								
12	<p>Установите правильную последовательность анализа графика электрической нагрузки потребителя.</p> <p>а) Очистка данных от ошибок измерения и пропусков. б) Сбор архивных или текущих данных о нагрузке за выбранный период. в) Расчет максимума, минимума, средней нагрузки и коэффициентов графика. г) Построение суточного, недельного или сезонного графика нагрузки. д) Определение факторов, влияющих на форму графика и прогноз потребления.</p> <p>Ответ запишите в таблицу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3	4	5						ПК-5.Д.6
1	2	3	4	5								
<p>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание.</p>												
13	<p>Объясните, как при проектировании цифровой системы диспетчеризации определяются параметры элемента электроэнергетического объекта для нормального, перегрузочного и аварийного режимов работы.</p>	ПК-3.Д.6										
14	<p>Опишите, как данные SCADA-системы, OPC-сервера и архивов измерений могут использоваться для оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы.</p>	ПК-5.Д.5										
15	<p>Раскройте порядок анализа графиков электрических нагрузок потребителей и объясните, какие факторы необходимо учитывать при прогнозировании потребления электрической энергии.</p>	ПК-5.Д.6										

Примечание:

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно

указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

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

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

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

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

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

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

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

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

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

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

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат

конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала

Материал подается в соответствии с таблицей 4.

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.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, приобрести практические навыки работы с программными средствами диспетчеризации и автоматизированного контроля параметров электроэнергетических объектов, а также освоить основные приемы построения, настройки и анализа элементов SCADA-систем.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с тематикой дисциплины и направлены на изучение принципов функционирования SCADA-систем, технологии OPC,

средств интеграции данных, создания мнемосхем, архивирования параметров и формирования журналов сообщений в программной среде MasterSCADA.

Выполнение лабораторных работ включает экспериментально-практическую, расчетно-аналитическую части и контрольные мероприятия. В процессе выполнения лабораторных работ обучающийся должен изучить задание, ознакомиться с исходными данными, выполнить необходимые действия в программной среде, проанализировать полученные результаты и оформить отчет по установленным требованиям.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

##### **Общие требования к проведению и защите лабораторных работ**

Лабораторные работы выполняются в среде MasterSCADA с использованием Modbus Universal MasterOPC Server, имитационных конфигураций, учебных проектов и объектов, предусмотренных методическими указаниями. Перед началом выполнения лабораторной работы обучающийся должен ознакомиться с целью, исходными данными, порядком выполнения и ожидаемым результатом.

При выполнении лабораторных работ обучающийся обязан соблюдать последовательность действий, указанную в задании, корректно создавать элементы дерева системы и дерева объектов, проверять связи между переменными, контролировать признаки качества данных, запускать проект в режим исполнения только после завершения необходимых настроек и фиксировать результаты проверки.

Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать наименование работы, цель, задание, краткое описание выполненных действий, скриншоты основных этапов настройки, результаты проверки в режиме исполнения, выводы и ответы на контрольные вопросы преподавателя.

Лабораторная работа считается выполненной при условии корректной реализации задания в MasterSCADA, получения требуемого результата в режиме исполнения, представления оформленного отчета и успешной защиты выполненной работы преподавателю.

#### **Лабораторная работа №1. Введение в SCADA-системы**

**Цель:** ознакомиться с основными функциями и интерфейсом MasterSCADA, запустить виртуальный OPC-сервер, изучить процесс добавления тегов и адресатов в MasterSCADA.

##### **Задание на лабораторную работу.**

1. Запустить Modbus Universal MasterOPC Server через меню Windows.
2. Открыть стартовую конфигурацию Simulator.mbp, содержащую имитационные теги с различными алгоритмами формирования значений: синусоидальный сигнал, пилообразный сигнал, дискретный сигнал и другие.
3. Запустить OPC-сервер в режим исполнения и убедиться, что у тегов появились текущие значения, признаки качества и метки времени.
4. Запустить MasterSCADA в режиме разработки и создать новый учебный проект.
5. Изучить основные элементы интерфейса MasterSCADA: дерево системы, дерево объектов, панель свойств, палитру функциональных блоков и главное меню.
6. Создать в дереве системы компьютер, необходимый для последующего запуска проекта в режиме исполнения.
7. Добавить к компьютеру источник данных — InSAT Modbus OPC Server DA.
8. Добавить в проект OPC-переменные из группы PD\_SIMULATOR.
9. Проверить, что теги добавлены в дерево системы и имеют корректные описания, типы данных и признаки качества.
10. Запустить MasterSCADA в режим исполнения и убедиться, что значения OPC-тегов отображаются в проекте.

11. Просмотреть свойства переменных в режиме исполнения, включая текущее значение, время последнего опроса и признак достоверности.
12. Зафиксировать результаты выполнения работы в отчете.

**Требования к результатам выполнения.**

По итогам лабораторной работы обучающийся должен представить проект MasterSCADA, в котором создан компьютер, подключен OPC-сервер, добавлены имитационные теги из конфигурации Simulator.mbr и проверено поступление данных в режиме исполнения. В отчете необходимо привести скриншоты дерева системы с добавленными тегами, окна OPC-сервера в режиме исполнения и окна MasterSCADA с отображением текущих значений переменных.

**Лабораторная работа №2. Сбор данных и интеграция в MasterSCADA**

**Цель:** ознакомиться с процессом организации сбора данных в MasterSCADA и выполнить виртуальный сбор данных с последующей обработкой сигналов средствами дерева объектов.

**Задание на лабораторную работу.**

1. Открыть ранее созданный проект MasterSCADA с подключенным OPC-сервером и имитационными тегами.
2. В дереве объектов создать объект первого уровня, соответствующий технологическому объекту.
3. Назначить созданный объект на выполнение компьютеру проекта.
4. Создать элемент типа «Значение» и установить связь с OPC-переменной Saw.
5. Проверить, что связь установлена корректно, а значение наследует тип данных, описание и шкалу от исходного тега.
6. Создать значение путем перетаскивания OPC-переменной Sin из дерева системы в дерево объектов.
7. Запустить проект в режим исполнения и убедиться, что в созданные значения поступают данные.
8. Создать элемент «Расчет» и настроить формулу суммирования двух значений.
9. Изменить формулу расчета с использованием условного оператора ЕСЛИ, чтобы при одном условии выполнялось сложение, а при другом — вычитание.
10. Проверить работу расчета в режиме исполнения, используя механизм блокировки значений.
11. Создать элемент «Событие» и задать логическую формулу его срабатывания.
12. Настроить пользовательское сообщение для события, включая текст сообщения и вывод текущего значения переменной.
13. Изучить вкладку «Действия» события и настроить одно действие, выполняемое при переходе события в активное состояние.
14. Создать несколько команд с различными типами данных: вещественным, дискретным, строковым и временем.
15. Связать команду с OPC-переменной AnalogConst, а дискретную команду — с переменной DigitConst.
16. Проверить запись значений из команды в OPC-переменную в режиме исполнения.
17. Добавить функциональный блок «Скользящий максимум» из раздела обработки сигналов.
18. Связать вход функционального блока с переменной Sin, задать интервал расчета и проверить работу блока в режиме исполнения.
19. Добавить визуальные функциональные блоки, например «Емкость» и элементы из отраслевой библиотеки HVAC.
20. Составить отчет по лабораторной работе.

**Требования к результатам выполнения.**



По итогам лабораторной работы обучающийся должен представить проект, в котором создан объект, настроены значения, связи с OPC-переменными, расчетные выражения, событие с сообщением, команды различных типов данных и функциональный блок обработки сигнала. В отчете необходимо привести скриншоты дерева объектов, установленных связей, формулы расчета, события с шаблоном сообщения, команд и результата работы функционального блока в режиме исполнения.

### **Лабораторная работа №3. Создание мнемосхемы в MasterSCADA. Построение мнемосхемы котла в MasterSCADA**

**Цель:** освоить основы создания мнемосхем в MasterSCADA, изучить порядок добавления графических элементов, индикаторов, команд и визуальных функциональных блоков, а также выполнить построение мнемосхемы технологического объекта котельной.

#### **Задание на лабораторную работу.**

1. Открыть проект MasterSCADA, подготовленный в предыдущих лабораторных работах.
2. Перейти на вкладку «Окна» объекта и создать мнемосхему.
3. Изучить состав редактора мнемосхемы: рабочую область, меню, дерево элементов, панель свойств и палитру элементов.
4. Добавить на мнемосхему значения из дерева объектов с использованием различных контролов: числового значения, индикатора и стрелочного прибора.
5. Добавить на мнемосхему элементы отображения для переменных Sin, расчетного значения и события.
6. Изучить свойства каждого добавленного контрола и проверить его связь с переменной дерева объектов.
7. Добавить на мнемосхему команды различных типов и проверить варианты их отображения: кнопка, редактируемое значение, зона выбора.
8. Добавить на мнемосхему выход функционального блока «Скользящий максимум».
9. Добавить визуальные функциональные блоки, включая «Емкость» и элементы HVAC.
10. Запустить проект в режим исполнения, открыть мнемосхему и проверить отображение текущих значений.
11. Выполнить ввод значений через элементы управления на мнемосхеме и проверить изменение соответствующих переменных.
12. Настроить обратную связь для команды, связанной с OPC-переменной AnalogConst, с использованием функционального блока «Повторитель».
13. Проверить корректность отображения значения команды при изменении параметра как из мнемосхемы, так и из интерфейса OPC-сервера.
14. Открыть учебную конфигурацию котельной и изучить состав технологического объекта: котлы, гидравлическая стрелка, система отопления, система горячего водоснабжения и система химводоподготовки.
15. Создать в MasterSCADA проект котельной и добавить объект «Котельная».
16. Создать объект «Котел 1» и добавить в него параметры: насос, авария насоса, температура, положение горелки, статус горелки, статус ошибок и команда включения котла.
17. Создать объект «Аварии» и настроить распаковку битовой маски ошибок котла.
18. Создать события для аварийных состояний: срабатывание реле давления, срабатывание реле температуры, авария двигателя горелки, авария заслонки, авария розжига.
19. Настроить текст аварийных сообщений для каждого события.
20. Добавить визуальный функциональный блок насоса и настроить его отображение на мнемосхеме.

21. Построить мнемосхему котла с отображением основных параметров, состояний и аварий.
22. Проверить работу мнемосхемы котла в режиме исполнения.
23. Составить отчет по лабораторной работе.

**Требования к результатам выполнения.**

По итогам лабораторной работы обучающийся должен представить проект MasterSCADA с созданной мнемосхемой, элементами отображения и управления, настроенными контролами, командами, визуальными функциональными блоками и фрагментом мнемосхемы котельной. В отчете необходимо привести скриншоты мнемосхемы в режиме разработки и исполнения, окна свойств контролов, настройки обратной связи команды, структуры объекта «Котел 1», настроенных аварийных событий и итоговой мнемосхемы котла.

**Лабораторная работа №4. Общие принципы архивирования в MasterSCADA**

**Цель:** изучить принципы архивирования данных в MasterSCADA, настроить архивирование переменных и шаблонов архивирования, а также освоить построение трендов для анализа архивных данных.

**Задание на лабораторную работу.**

1. Создать новый проект MasterSCADA с именем «Тренды».
2. Добавить в систему компьютер, создать объект первого уровня и назначить объект на выполнение компьютеру.
3. Создать первую команду и назначить ей шкалу «Температура 180».
4. На вкладке «Опрос выхода» включить для первой команды закон имитации «Пила».
5. Создать вторую команду, назначить ей шкалу «Давление 10» и включить закон имитации «Синус».
6. Создать третью команду без назначения шкалы и включить для нее закон имитации «Шум».
7. Настроить аварийные и предупредительные границы для шкалы температуры.
8. Запустить проект в режим исполнения и убедиться, что на выходах команд появляются имитационные значения.
9. Включить архивирование выбранных переменных на вкладке «Архив».
10. Проверить запись архивных значений на вкладке «Данные» в режиме исполнения.
11. Изучить режимы архивирования «По изменению» и «Периодически».
12. Настроить мертвую зону архивирования и проверить влияние этой настройки на частоту записи значений в архив.
13. Создать шаблон архивирования для аналоговых параметров.
14. Создать отдельный шаблон архивирования для уставок с учетом ступенчатого характера их изменения.
15. Изучить места хранения архивных данных: архив в оперативной памяти, файловый архив и архивирование в базе данных.
16. Проверить наличие файлов архива в папке проекта.
17. Создать тренд для отображения архивных данных.
18. Добавить на тренд несколько перьев, соответствующих созданным командам.
19. Включить отображение таблицы значений и легенды тренда.
20. Отобразить на тренде аварийные и предупредительные границы.
21. Изучить уровни тренда и переключить внешний вид тренда между доступными режимами.
22. Создать дополнительную вертикальную ось для отображения параметров с разными шкалами, например температуры и давления.
23. Составить отчет по лабораторной работе.

**Требования к результатам выполнения.**

По итогам лабораторной работы обучающийся должен представить проект MasterSCADA с настроенными имитационными переменными, включенной архивацией, заданными режимами записи данных, шаблонами архивирования и созданным трендом. В отчете необходимо привести скриншоты настроек архивирования, таблицы архивных значений, папки файлового архива, тренда с несколькими перьями, аварийными границами, легендой и вертикальными осями.

### **Лабораторная работа №5. Журнал сообщений в MasterSCADA**

**Цель:** изучить принципы работы с журналом сообщений в MasterSCADA, выполнить настройку системных и пользовательских сообщений, категорий, каналов вывода, архивирования сообщений и фильтров журнала.

#### **Задание на лабораторную работу.**

1. Открыть проект MasterSCADA, содержащий настроенные переменные, архивирование и тренды.
2. Перейти к разделу системных сообщений MasterSCADA.
3. Изучить перечень системных сообщений, формируемых системой, функциональными блоками и переменными.
4. Ознакомиться с назначением пользовательских сообщений, формируемых разработчиком проекта с помощью модуля «Событие».
5. Перейти к настройке категорий сообщений.
6. Изучить стандартные категории сообщений и их назначение.
7. Настроить оформление категории сообщений, включая способ выделения активных и неактивных сообщений.
8. Настроить каналы вывода сообщений для выбранной категории.
9. Изучить работу канала «Сообщение», предназначенного для вывода всплывающих окон.
10. Изучить назначение канала «Строка статуса».
11. Рассмотреть назначение канала «Архив» и включить его для сохранения сообщений в постоянное хранилище.
12. Ознакомиться с возможностями каналов E-Mail и SMS как дополнительных способов уведомления.
13. Настроить архивирование сообщений в файловый архив или базу данных.
14. Создать журнал сообщений у объекта проекта.
15. Настроить фильтр журнала по категориям сообщений.
16. Настроить фильтр журнала по приоритетам.
17. Настроить фильтр журнала по типам источников и конкретным источникам сообщений.
18. Настроить отображение активных, неактивных или активных и неактивных сообщений.
19. Создать собственный тип журнала, например журнал «Аварии», с выводом только аварийных сообщений.
20. Разместить кнопку открытия журнала сообщений на мнемосхеме.
21. Запустить проект в режим исполнения и симулировать аварийное событие.
22. Проверить появление сообщения в журнале.
23. Проверить работу фильтров журнала и корректность отображения сообщений.
24. Настроить открытие окна или мнемосхемы объекта при взаимодействии с сообщением в журнале.
25. Составить отчет по лабораторной работе.

#### **Требования к результатам выполнения.**

По итогам лабораторной работы обучающийся должен представить проект MasterSCADA с настроенными системными и пользовательскими сообщениями, категориями, каналами вывода, архивированием сообщений, журналом сообщений и

фильтрами. В отчете необходимо привести скриншоты настроек системных сообщений, категорий, каналов, журнала сообщений, фильтра журнала, аварийного сообщения в режиме исполнения и кнопки открытия журнала на мнемосхеме.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Название учебного заведения

КАФЕДРА № \_\_

ОТЧЕТ  
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ  
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

\_\_\_\_\_  
должность, уч. степень,  
звание

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

по курсу: СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ДИСПЕТЧЕРЕЗАЦИИ

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ  
СТУДЕНТ ГР. №

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 20\_\_

## Содержание отчета

**Цель работы:** \_\_\_\_\_

**Задачи:**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

### Теоретические сведения

В отчете по лабораторной работе обязательно должны быть указаны теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторной работы, в том числе данные об установке, на которой выполнялась работа.

### Расчетно-графическая часть

В начале указываются исходные данные, расчеты, графические построения.

### Выводы

Отчет по лабораторной работе обязательно должен содержать выводы по лабораторной работе, в которой должны отражаться факты достижения цели.

### Список используемой литературы

Список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018 – Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление лабораторной работы выполняется в соответствии с требованиями отдела нормативной документации ГУАП, представленными на сайте ГУАП.

[http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

### 1. Общие требования

1.1. В соответствии с ГОСТ 7.32-2017 – СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчет по лабораторной работе оформляется любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

1.2. В отчете по лабораторной работе допускается интервал 1.0 и 1.5, кегль не менее 12, выравнивание по ширине, отступ красной строки 1.0.

1.3. Цвет шрифта должен быть черным.

### 2. Нумерация страниц отчета

2.1. Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляется в низу каждого листа по центру.

2.2. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляется.

### **3. Нумерация разделов и подразделов отчета**

3.1. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего отчета, обозначенные арабскими цифрами.

3.2. Разделы могут быть разбиты на подразделы. Нумерация подразделов составляется из номера раздела и подраздела, обозначенного через точку, например, «1.1.». В конце названия разделов и подразделов точка не ставится.

### **4. Иллюстрации**

4.1. Иллюстрации подписываются снизу арабскими цифрами через пробел после слова «Рисунок» и имеют либо сквозную нумерацию, либо нумерацию в соответствии с разделами отчета.

4.2. Все иллюстрации (рисунки) должны иметь название, которое указывается после номера иллюстрации через тире, например, «Рисунок 1 – Структурная схема одноконтурной САР».

4.3. Подписи всех иллюстраций выравниваются по центру строки.

### **5. Графики**

5.1. Графики должны быть четкими. При оформлении графиков необходимо указывать обозначения координатных осей и самих графиков.

5.2. Если графики отражают сравнение двух экспериментов, рекомендуется их выполнение в одной системе координат.

### **6. Таблицы**

6.1. В отчете по лабораторной работе рекомендуется сквозная нумерация таблиц. Допускается нумерация таблиц в пределах раздела отчета. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

6.2. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

6.3. Нумерация таблиц производится со словом «Таблица» без знака «No», например, «Таблица 1».

6.5.4. Каждая таблица должна иметь название, которое следует помещать над таблицей слева без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы.

*Учебным планом не предусмотрено.*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения);
- задания и методические рекомендации по выполнению лабораторных работ;
- справочные материалы по SCADA-системам, технологии OPC и протоколам связи;
- нормативно-техническая документация по вопросам диспетчерского управления и эксплуатации объектов электроэнергетики.

При наличии методических указаний по самостоятельной работе в изданном виде, в электронных ресурсах библиотеки ГУАП, системе LMS, на ресурсах кафедры или в иных электронных образовательных средах обучающимся предоставляется соответствующая ссылка или URL-адрес. При отсутствии отдельного опубликованного издания самостоятельная работа выполняется на основании материалов дисциплины, размещенных преподавателем в электронной образовательной среде, и заданий, выданных в ходе изучения дисциплины.

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.

Результаты текущего контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации. К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, выполнившие предусмотренные лабораторные работы, представившие и защитившие отчеты, а также выполнившие задания самостоятельной работы и текущего контроля в объеме, установленном преподавателем. При выставлении итоговой оценки учитываются результаты тестирования, качество выполнения лабораторных и расчетных работ, активность обучающегося в ходе занятий и уровень ответа на зачете / дифференцированном зачете.

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 проводится в форме дифференциального зачета. Зачет проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа - 30 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