

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы цифровой диспетчеризации»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.03.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
В.П. Кузьменко  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«24» апреля 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой № 32

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(03)

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

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
О.Я. Солёная  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

\_\_\_\_\_  
ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

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

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-1 «способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности»

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.

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 её построения, алгоритмов сбора данных и параметров системы, подлежащих диспетчерскому контролю, а также технологии диагностики электрооборудования.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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 применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности	ПК-1.Д.2 решает профессиональные задачи предиктивного и аналитического типа с применением технологий искусственного интеллекта и больших данных в области электроэнергетики

## 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.

## 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,</b> ЗЕ/ (час)	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.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 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.	2		2		15
Раздел 2. Формирование моделей электрической сети. Идентификация и контроль режимов работы электрической сети. Тема 2.1. Формирование топологии сети.	2		2		15
Раздел 3. Автоматизированные системы диспетчерского управления Тема 3.1. Общая характеристика АСДУ, задачи и функции управления. Тема 3.2. Автоматизированные системы диспетчерского управления распределительных сетей.	2		2		10
Раздел 4. Системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления Тема 4.1. Архитектура АСУ ТП	2		2		6
Раздел 5. Управление электроэнергией. Тема 5.1. Принципы управления электроэнергией. Тема 5.2. Автоматическая разгрузка сети. Управление нагрузкой.	2		-		6
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
<b>1</b>	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.
<b>2</b>	Раздел 2. Формирование моделей электрической сети. Идентификация и контроль режимов работы электрической сети. Тема 2.1. Формирование топологии сети.
<b>3</b>	Раздел 3. Автоматизированные системы диспетчерского управления Тема 3.1. Общая характеристика АСДУ, задачи и функции управления. Тема 3.2. Автоматизированные системы диспетчерского управления распределительных сетей.
<b>4</b>	Раздел 4. Системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления Тема 4.1. Архитектура АСУ ТП
<b>5</b>	Раздел 5. Управление электроэнергией. Тема 5.1. Принципы управления электроэнергией. Тема 5.2. Автоматическая разгрузка сети. Управление нагрузкой.

#### 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	Лабораторный практикум «Тренажеры для подготовки и обучения диспетчерского персонала энергосистем»	4	4	
2	Создание узла АРМ в типовом SCADA ПО	2	2	
3	Создание узла простейшей обработки данных в типовом SCADA ПО	2	2	

4	Анализа данных энергопотребления	2	2	
	Всего	10	10	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)	5	5
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	2	2
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. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике: сборник учебно-методических материалов / Проценко П.П. Благовещенск Амурский гос. ун-т. 2018 - 25.	-
	Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, О. Я. Соленая, С. В. Солёный; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 127 с.	18
	Рысин А.В., Солёный С.В., Солёная О.Я. Переходные процесс в электрических	5

	системах: учебное пособие / СПб: ГУАП, 2020. - 52 с.	
	Основы электроснабжения объектов отрасли [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Шишлаков, О. Я. Соленая, С. В. Соленый; С.-Петербур. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 86 с.	17
	Герман-Галкин С.Г. и др. /Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech.// М: ДМК, 464 с. 2021г.	-
	Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике: сборник учебно-методических материалов / Проценко П.П. Благовещенск Амурский гос. ун-т. 2018 - 25.	-

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://lib.guap.ru/jirbis2/index.php">https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php</a>	Электронная библиотека ГУАП
<a href="https://www.gost-r.com/">https://www.gost-r.com/</a>	Справочные материалы и нормативные документы по электрическим системам.
<a href="https://profstandart.rosmintrud.ru">https://profstandart.rosmintrud.ru</a>	База профессиональных стандартов

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
	SCADA ПО

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем



№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21
2	Персональные компьютеры с предустановленным ПО Smath Studio, SimInTech, SCADA ПО.	31-04

#### 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 к дифф.зачёту; Примерный перечень вопросов для тестов.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (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
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Что представляет собой график электрической нагрузки и его виды?</li> <li>2 Принципы, структура и технические средства диспетчерского управления.</li> <li>3 Нормальные и аварийные режимы энергосистем.</li> <li>4 Регулирование нормальных режимов в энергосистемах и электрических сетях.</li> <li>5 Функции и задачи диспетчера по управлению энергопредприятием.</li> <li>2 Схема и этапы оперативного управления.</li> <li>3 Оперативные состояния оборудования.</li> <li>4 Что такое оперативно диспетчерское управление?</li> <li>5 Чем оперативно диспетчерское управление отличается от оперативно технологического управления?</li> <li>6 Что такое оперативные переговоры?</li> <li>7 Чем оперативные переговоры отличаются от оперативных сообщений?</li> <li>8 Типовые схемы электрических соединений.</li> <li>9 Организация и порядок производства переключений в электроустановках.</li> <li>10 Отдача оперативной команды (распоряжения).</li> <li>11 Составление оперативных бланков и программ.</li> <li>12 Действия персонала при производстве переключений.</li> </ol>	ПК-1.Д.2

	<p>13 Что такое оперативно-диспетчерское управление?</p> <p>14 Чем диспетчерское управление отличается от дистанционного управления?</p> <p>15 Системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления.</p> <p>16 Первый уровень Архитектуры АСУ ТП.</p> <p>17 Второй уровень Архитектуры АСУ ТП.</p> <p>18 Третий уровень Архитектуры АСУ ТП.</p> <p>19 Четвертый уровень Архитектуры АСУ ТП.</p> <p>20 Общая Архитектура АСУ ТП.</p> <p>21 Формирование топологии сети.</p> <p>22 Оценка состояния системы электроснабжения в рамках диспетчерского управления.</p> <p>23 Согласование показаний систем диспетчеризации и автоматизации.</p> <p>24 Оперативная оценка надежности межсистемных связей и распределительных сетей.</p> <p>25 Оперативная коррекция режимов работы электрической сети.</p> <p>26 Причины аварий и отказов.</p> <p>27 Основные виды ошибок при оперативных переключениях.</p> <p>28 Создание систем управления на базе SCADA – систем</p> <p>29 Функциональные характеристики и возможности SCADA систем для оперативного диспетчерского управления в электроэнергетике</p> <p>30 Децентрализованная система управления производством электроэнергии</p> <p>31 Централизованная система управления производством электроэнергии</p> <p>32 Компьютерная система «Советчик диспетчера».</p> <p>33 Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.</p> <p>34 Неполадки в работе трансформаторов, их устранения.</p> <p>35 Действия персонала при срабатывании газовой защиты трансформатора.</p> <p>36 Периодические осмотры трансформаторов.</p> <p>37 Условия включения трансформаторов на параллельную работу.</p> <p>38 Техника операций с выключателями.</p> <p>39 Требования, предъявляемые к разъединителям с точки зрения оперативного обслуживания.</p> <p>40 Осмотры разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.</p> <p>41 Техника операций с разъединителями и отделителями.</p> <p>42 Общая характеристика АСДУ, задачи и функции управления.</p> <p>43 Автоматизированные системы диспетчерского управления распределительных сетей.</p> <p>44 Автоматизированные системы контроля и управления энергопотреблением.</p> <p>45 Регистрация аварийных событий и переходных</p>	
--	---	--

	<p>процессов.</p> <p>43 Показатели, характеризующие исправное состояние электроэнергетического оборудования.</p> <p>44 Измерение температуры и контроль нагрева контактных соединений.</p> <p>45 Планирование и диспетчерское управления при обслуживании электроэнергетических объектов.</p> <p>46. Оперативные блокировки.</p> <p>46 Действия срабатывании устройств РЗА.</p> <p>47 Действия при исчезновении напряжения на приборах контроля.</p> <p>48 Общие вопросы управления и ведения режимов работы в энергосистемы.</p> <p>49 Организационная структура диспетчерского управления энергосистемой.</p> <p>50 Связь между административно-хозяйственным и оперативным управлением.</p> <p>51 Функции и задачи диспетчерской службы, и структура ее построения.</p> <p>52 Основные требования к режиму энергосистемы.</p> <p>53 Прогнозирование графиков нагрузки энергосистемы.</p> <p>54 Информационное и методическое обеспечение оперативных задач ведения режима энергосистемы.</p> <p>55 Разработка оперативной схемы энергосистемы на основе характерных графиков нагрузки.</p> <p>56 Управление нормальным режимом для обеспечения надежности энергосистемы.</p> <p>57 Вывод оборудования в ремонт и контроль за его ремонтом.</p> <p>58 Основные виды ошибок при оперативных переключениях.</p> <p>59 Основные меры по предотвращению системных аварий, порядок их ликвидации.</p> <p>60 Обслуживание энергосистем противоаварийной автоматикой.</p> <p>61 Действия оперативно-диспетчерского персонала при ликвидации стандартных аварийных ситуаций.</p> <p>62 Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.</p> <p>63 Схема и этапы оперативного управления.</p> <p>64 Противоаварийные тренировки и работа на тренажерах оперативно-диспетчерского персонала.</p> <p>65 Задачи управления и ведения режимов работы в энергосистемы</p> <p>66 Организационная структура диспетчерского управления энергосистемой.</p> <p>67 Связь между административно-хозяйственным и оперативным управлением.</p> <p>68 Функции и задачи диспетчерской службы, и структура ее построения.</p> <p>69 Основные требования к режиму энергосистемы.</p> <p>70 Прогнозирование графиков нагрузки энергосистемы</p>	
--	--	--

	<p>71 Управление нормальным режимом для обеспечения надежности энергосистемы.</p> <p>72 Принципы управления электроэнергией.</p> <p>73 Автоматическая разгрузка сети. Управление нагрузкой.</p> <p>74 Общие информационные модели электроэнергетических системы.</p> <p>75 Коммуникационные сетевые решения для распределительных сетей. 76 Информационная безопасность и планирование энергосистем.</p> <p>77 Компьютерные системы управления электрической частью энергообъектов.</p> <p>78 Что представляет собой график электрической нагрузки и его виды?</p> <p>79 Цели и задачи прогнозирования графиков электрической нагрузки.</p> <p>80 Каков алгоритм прогнозирования суточного графика электрической нагрузки?</p> <p>81 Цели, задачи и алгоритм прогнозирования электропотребления.</p> <p>82 Каким образом учитываются внешние факторы при прогнозировании?</p> <p>83 Каким образом осуществляется оперативная оценка надежности межсистемных связей 23 и распределительных сетей?</p> <p>84 В чем заключаются результаты планирования электрических режимов?</p> <p>85 Функциональные характеристики SCADA – систем</p> <p>86 В чем заключается суть коррекции режима ГЭС?</p> <p>87 Что представляет собой иерархическая структура автоматизированной системы управления в электроэнергетике?</p> <p>88 Что принимается за критерий оптимизации в электроэнергетических системах?</p> <p>89 Функциональные возможности SCADA – систем</p> <p>90 Программно-аппаратные платформы SCADA – систем</p> <p>91 Графические возможности SCADA – систем</p> <p>92 Функции диспетчера при прогнозировании режимов.</p> <p>93 Функции диспетчеров на различных уровнях иерархической структуры электроэнергетической системы.</p> <p>94 Этапы создания систем управления на базе SCADA – систем</p> <p>95 Предупреждения (Алармы) и события в SCADA – системах</p>	
--	--	--

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	<p>1. <b>Выбрать правильный вариант ответа. Что такое оперативно-диспетчерское управление?</b></p> <p>А. Комплекс мер по централизованному управлению генерирующими установками, объемами генерации и потребления.</p> <p>Б. Комплекс мер по распределению электроснабжения потребителей 1 и 2 категории для повышения надежности электроснабжения.</p> <p><b>В.</b> Комплекс мер по централизованному управлению технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии, если эти объекты и устройства влияют на электроэнергетический режим работы энергетической системы.</p> <p>Г. Действия оперативно-диспетчерского персонала, направленные на отключение аварийных участков сети.</p> <p>2. <b>Выбрать правильный вариант ответа. Какая цель прогнозирования электропотребления?</b></p> <p>А. Поддержка баланса генерации и потребления активной мощности.</p> <p><b>Б.</b> Предвидение электропотребления и нагрузки в конкретной форме на весь период упреждения.</p> <p>В. Оценка потерь при передаче и трансформации электроэнергии в течении периода времени.</p> <p>Г. Экономический расчет потенциальных затрат и прибыли за указанный период времени.</p> <p>3. <b>Выбрать правильный вариант ответа. Что такое оперативная блокировка?</b></p> <p>А. Автоматическое срабатывание АПВ после аварийного отключения.</p> <p>Б. Процесс срабатывания аппаратов защиты во время аварии.</p> <p>В. Действия оператора, направленный на отключение участка сети для предотвращения каскадных аварий.</p> <p><b>Г.</b> Дополнительное средство, предотвращающее выполнение ошибочных операций с коммутационными аппаратами в процессе всех переключений в электроустановках.</p> <p>4. <b>Выбрать правильный вариант ответа. Что такое график электрической нагрузки?</b></p>	ПК-1.Д.2

А. Кривая, показывающая объемы генерации электроэнергии за определенный промежуток времени.

Б. Прямая зависимость между активной и реактивной мощностью

**В.** Кривая, показывающая изменение нагрузок за определенный промежуток времени.

Г. Кривая, показывающая будущее потребления электроэнергии за час.

**5. Выбрать правильный вариант ответа. Что такое автоматизированные системы контроля и управления энергопотреблением?**

**А.** Комплекс технических и программных средств, предназначенных для организации автоматического учета электроэнергии и автоматизированного управления процессом энергопотребления.

Б. Технические и программные средства для управления генерирующим оборудованием.

В. Комплекс технических и программных средств, предназначенных для организации автоматического учета электроэнергии.

Г. Комплекс технических и программных средств, предназначенных для организации автоматического включения и отключения нагрузки

**6. Выбрать все правильные варианты ответа. Каким требованиям должны отвечать электрические сети?**

**А.** Надежность.

**Б.** Гибкость.

**В.** Экономическая эффективность.

Г. Минимизация ответвлений.

**7. Выбрать все правильные варианты ответа. Какие устройства повышают качество энергоснабжения?**

**А.** Бустеры.

Б. Трансформаторы тока.

**В.** Реклоузеры.

Г. Устройства релейной защиты.

**8. Выбрать правильный вариант ответа. Зачем нужны периодические осмотры трансформаторов?**

А. Замер сопротивления изоляции для сравнения с паспортными данными.

**Б.** Позволяет предупредить различного рода повреждения не только трансформатора, но и других подключенных к нему приборов и устройств.

	<p>В. Замена масла. Г. Подключение новых потребителей.</p> <p><b>9. Выбрать правильный вариант ответа. Что такое первый уровень архитектуры АСУ ТП?</b></p> <p>А. Уровень физического объекта, агрегата, на который направлена автоматическая система управления. Б. Уровень промышленного сервера, сетевого оборудования, уровень операторских и диспетчерских станций. В. Это уровень контроллеров. ПЛК получает информацию с контрольно-измерительного оборудования и датчиков о состоянии технологического процесса и выдает команды управления, в соответствии с запрограммированным алгоритмом управления, на исполнительные механизмы. <b>Г.</b> Уровень датчиков, измерительных устройств, контролирующих управляемые параметры, а также исполнительных устройств, воздействующих на параметры процесса, для приведение их в соответствие с заданием.</p> <p><b>10. Выбрать правильный вариант ответа. Сколько всего уровней архитектуры АСУ ТП?</b></p> <p><b>А.</b> 4. Б. 3. В. 2. Г. 5.</p>	
--	--	--

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**

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 её построения, алгоритмов сбора данных и параметров системы, подлежащих диспетчерскому контролю, а также технологии диагностики электрооборудования.



### 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 производится согласно темам разделов дисциплины, представленным в таблице 4.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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

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

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

Лабораторная работа «Создание узла АРМ в типовом SCADA ПО»

Цель работы: изучить принцип создания системы мониторинга, которая состоит из одного узла – автоматизированного рабочего места (АРМ), с использованием механизма автопостроения каналов в ПО TRACE MODE.

1. Создать новый проект в SCADA-системе, в данном случае это ПО TRACE

MODE.

2. Перейти в навигатор проекта.
3. Выбрать создание узла «RTM»
4. В группе «Каналы» создать компонент «Экран»
5. Создать блок статического текста, для этого: на панели инструментов графического редактора выделить иконку ГЭ «Текст»; в поле графического редактора установить прямоугольник ГЭ, для этого: • зафиксировать точку привязки – левый верхний угол; • развернуть прямоугольник движением курсора до необходимого размера; • зафиксировать выбранный ГЭ; • для перехода в режим редактирования атрибутов размещенного ГЭ выделить иконку на панели инструментов; • двойным щелчком по ГЭ открыть окно его свойств; • в правом поле строки «Текст» набрать «Значение параметра» нажать клавишу «Enter»;
6. Подготовить на экране вывод динамического текста для отображения численного значения какого-либо источника сигнала (внешнего или внутреннего). Для этого: создать и разместить новый ГЭ справа от ГЭ с надписью «Значение параметра»; • открыть свойства вновь размещенного ГЭ; • двойным щелчком на строке «Текст» вызвать меню «Вид индикации»; в правом поле строки щелчком вызвать список доступных типов динамизации атрибута; • из всех предлагаемых типов выбрать «Значение»; • в открывшемся меню настройки параметров динамизации «Вид индикации» выполним щелчок ЛК в правом поле строки «Привязка»;
7. В открывшемся окне «Свойства привязки», нажать по иконке на панели инструментов и создать аргумент шаблона экрана «ARG\_000»; подтвердить связь атрибута «Текст» ГЭ с данным аргументом щелчком по экранной кнопке «Готово»;

#### Лабораторная работа «Создание узла простейшей обработки данных в типовом SCADA ПО»

Цель работы: создать графический элемент, позволяющий реализовать ввод числовых значений с клавиатуры, а также графический элемент, предназначенный для совместного просмотра изменений значений каналов узла во времени и отслеживания предыстории – тренд.

1. Ввести в состав графического экрана ГЭ, позволяющий реализовать ввод числовых значений с клавиатуры.
2. Создать новый аргумент шаблона экрана для их приема.
3. Выполнить размещение ГЭ «Текст» для отображения вводимого с клавиатуры значения. Воспользуемся уже имеющимся на графическом экране ГЭ путем его копирования/вставки и перепривязки.
4. Создать по аргументу «Управление» шаблона экрана новый канал.
5. Отредактировать привязку атрибута канала к аргументу шаблона экрана.

#### Лабораторная работа «Анализ данных энергопотребления»

Цель работы: закрепить навыки анализа больших данных, поступающих на диспетчерский пульт.

1. Используя программные средства (инструменты VI, аналитическую платформу, язык программирования), реализовать визуализацию потребления электроэнергии на объекте в режиме реального времени.

2. выполнить анализ потребления электроэнергии в течение календарного года.
3. Изменить начальные данные проекта, используя датасеты энергопотребления ИПУ РАН, которые расположены по ссылке: <https://energy.ipu.ru/datasets/>

Состав и методические рекомендации к лабораторному практикуму «Тренажеры для подготовки и обучения диспетчерского персонала энергосистем»

№ п/п	Раздел	Комментарий
1.	Тип	Лабораторный практикум
2	Название	Тренажеры для подготовки и обучения диспетчерского персонала энергосистем
3	Образовательная программа	Электроэнергетика и электротехника 13.03.02
4	Учебная дисциплина/дисциплины	Системы цифровой диспетчеризации
5	Тема/темы из РПД	Раздел 1 Общие вопросы диспетчеризации и оперативного управления в Тема 1.1. Основные положения о переключениях в электрических сетях. Тема 1.2. Принципы, структура и технические средства диспетчерского управления. Тема 1.3. Нормальные и аварийные режимы энергосистем. Тема 1.4. Регулирование нормальных режимов в энергосистемах и электрических сетях.
6	Компетенции	<i>Студенты будут знать</i> методы анализа и диагностирования прогнозирования технического состояния объектов электроэнергетической системы и электрических сетей, методы оценки текущего технического состояния энергетического объекта или его части, или узла. <i>Студенты будут уметь</i> выполнять сбор и анализ данных технического состояния объектов электроэнергетической системы и электрических сетей, решать задачи оперативно-диспетчерского управления электроэнергетическими объектами и электрическими сетями. <i>Студенты будут владеть</i> навыками обработки собранных данных технического состояния объектов электроэнергетической системы и электрических сетей, методами и средствами прогнозирования электроэнергетического режима энергосистемы.
7	Узкоспециализированные цифровые отраслевые технологии	Изучение применения технологических тренажеров в отрасли цифровой диспетчеризации, с целью освоения и закрепления навыков диспетчерского управления.
8	Универсальные «сквозные» цифровые технологии	Новые производственные технологии; Искусственный интеллект и машинное обучение Цифровые устройства и аппараты.
9	Типы данных	Текстовые, числовые, графические, открытые и т.д.

10	Цель	<p>Научить студента правильно формулировать и выбирать цель проекта.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Научить студента анализировать и структурировать новую информацию и данные.</li> <li>2. Познакомить студента с концепцией применения технологических тренажеров для освоения навыков диспетчерского управления.</li> <li>3. Научить студента производить критическую оценку существующих, а также предлагаемых технико-экономических эффектов в рамках разрабатываемой концепции внедрение интернета энергии.</li> </ol>
11	Задачи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить описание участников проекта (технологический тренажер, электроэнергетический объект)</li> <li>2. Составить описание инженерного решения (определение цели внедрения технологического тренажера, проведение выбора тренажера.)</li> <li>3. Составить описание ИТ решения (как осуществляется управление энергетическим оборудованием, как осуществляется взаимодействие участников проекта и пр.)</li> <li>4. Составить описание нормативно-правовых условий (возможно ли использование различных технологических тренажеров для проведения обучения и закрепления навыков управления)</li> <li>5. Составить оценку технико-экономических эффектов предлагаемой концепции внедрения интернета энергии.</li> <li>6. Разработать дорожную карту реализации проекта.</li> </ol>
12	Описание	<p>Активное развитие электроэнергетики и значительный рост вычислительной мощности вычислительных машины создал предпосылки к появлению программного обеспечения специализированного назначения под названием «режимный тренажер диспетчера энергосистем» или «режимный тренажер диспетчера». Назначением данного технологического тренажера является моделирование переходных процессов различной интенсивности, протекающих в электроэнергетической системе, с целью обучения или тренировки оперативно-диспетчерского персонала. Данные технологические аппараты отличаются между собой многими характеристиками, начиная от моделируемых процессов и заканчивая вычислительной мощностью самого аппарата.</p> <p>Задача заключается в выборе тренажера под моделирование следующих задач:</p> <p>Коммутационные аппараты;  Потребитель;  Многообмоточные трансформаторы;  Заземляющие ножи;  Двух-обмоточные трансформаторы;  Синхронный генератор;  Высоковольтные линии электропередач.</p> <p>Необходимо произвести выбор технологического тренажера из списка отечественных производителей и сравнить его с</p>

		зарубежным аналогом.
13	Условия выполнения	Оптимальный размер группы 2-4 человека. Трудоемкость составляет 2 часа.
14	Критерии оценки	Студентам необходимо предложить решение, удовлетворяющее условиям поставленной задачи. Описать достоинства выбранного технологического аппарата. Произвести технологическое и экономическое обоснование выбора аппарата.

Структура и форма отчета о лабораторной работе  
 Название учебного заведения

КАФЕДРА № \_\_

ОТЧЕТ  
 ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ  
 ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

по курсу: СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ДИСПЕТЧЕРЕЗАЦИИ

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ  
 СТУДЕНТ ГР. № \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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

## **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 иллюстрации 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 «№», 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.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

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

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

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

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

– 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 дифференцированного зачета. Зачет проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 30 минут.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего



образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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