

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

«Smart Grid технологии в электроэнергетике»
(Наименование дисциплины)

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Код направления подготовки | 13.03.02 |
| Наименование направления подготовки | Электроэнергетика и электротехника |
| Наименование направленности | Цифровая энергетика |
| Форма обучения | заочная |

Аннотация

Дисциплина «Smart Grid технологии в электроэнергетике» 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 нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством, проектированием и управлением современных систем учета электроэнергии.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: (лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося).

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в соответствии с ФГОС ВО с учетом применения современных цифровых технологий в области системного решения комплекса задач как организационного, так и технического уровня, направленного на создание интеллектуальных электроэнергетических систем с активно-адаптивными сетями с учетом всех возможных режимов работы сетей. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования.

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-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы | ПК-5.Д.1 анализирует зависимости между параметрами и характеристиками компонентов электроэнергетической системы |

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Электрические и электронные аппараты;
- Энергетическая электроника;
- Электрические системы и сети;
- Электроснабжение;
- Электрические системы и сети.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и вспомогательное - использование при прохождении производственной практики, производственной преддипломной практики и подготовке выпускной квалификационной работы. А также при изучении дисциплин:

- Электрические станции и подстанции;
- Энергоснабжение и энергоэффективность;
- Распределенные интеллектуальные энергосистемы.

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 |
|---|------------|---------------------------|
| | | №9 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 3/ 108 | 3/ 108 |
| Из них часов практической подготовки | 6 | 6 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 12 | 12 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 6 | 6 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | 6 | 6 |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | | |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 96 | 96 |
| Вид промежуточной аттестации: 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 9 | | | | | |
| Раздел 1. Введение в Smart Grid технологии Тема 1.1 Основы Smart Grid и их роль в электроэнергетике Тема 1.2 Архитектура и компоненты сети Smart Grid Тема 1.3 Принципы управления нагрузкой и распределенной генерации Тема 1.4 Энергоэффективность и устойчивость системы Smart Grid | 2 | 1 | | | 24 |
| Раздел 2. Системы управления и мониторинга в Smart Grid Тема 2.1 SCADA системы и их роль в управлении сетью Тема 2.2 Протоколы связи в Smart Grid (МЭК 61850, МЭК 60870 и др.) Тема 2.3 Виртуальные сети и их применение в системах управления Тема 2.4 Распределенные системы мониторинга и диагностики состояния сети | 2 | 1 | | | 24 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|
| Раздел 3. Энергоэффективность и хранение энергии Тема 3.1 Управление энергопотреблением и нагрузкой в режиме реального времени Тема 3.2 Интеллектуальные счетчики и анализ потребления энергии Тема 3.3 Энергосистемы с аккумулярованием и хранением энергии Тема 3.4 Интеграция возобновляемых источников энергии в сеть | 1 | 2 | | | 24 |
| Раздел 4. Управление нагрузкой и оптимизация энергопотребления Тема 4.1 Динамическое управление нагрузкой для балансировки сети Тема 4.2 Автоматическое регулирование нагрузки в реальном времени Тема 4.3 Прогнозирование потребления электроэнергии для оптимизации ресурсов Тема 4.4 Энергетические агрегаторы и их роль в оптимизации расходов Тема 4.5 Смарт-дома и их вклад в управление нагрузкой | 1 | 2 | | | 24 |
| Итого в семестре: | 6 | 6 | | | 96 |
| Итого | 6 | 6 | 0 | 0 | 96 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|--|
| 1 | Раздел 1. Введение в Smart Grid технологии Тема 1.1 Основы Smart Grid и их роль в электроэнергетике Тема 1.2 Архитектура и компоненты сети Smart Grid Тема 1.3 Принципы управления нагрузкой и распределенной генерации Тема 1.4 Энергоэффективность и устойчивость системы Smart Grid |
| 2 | Раздел 2. Системы управления и мониторинга в Smart Grid Тема 2.1 SCADA системы и их роль в управлении сетью Тема 2.2 Протоколы связи в Smart Grid (МЭК 61850, МЭК 60870 и др.) Тема 2.3 Виртуальные сети и их применение в системах управления Тема 2.4 Распределенные системы мониторинга и диагностики состояния сети |
| 3 | Раздел 3. Энергоэффективность и хранение энергии Тема 3.1 Управление энергопотреблением и нагрузкой в режиме реального времени Тема 3.2 Интеллектуальные счетчики и анализ потребления энергии Тема 3.3 Энергосистемы с аккумулярованием и хранением энергии Тема 3.4 Интеграция возобновляемых источников энергии в сеть |
| 4 | Раздел 4. Управление нагрузкой и оптимизация энергопотребления Тема 4.1 Динамическое управление нагрузкой для балансировки сети |

| |
|--|
| <p>Тема 4.2 Автоматическое регулирование нагрузки в реальном времени</p> <p>Тема 4.3 Прогнозирование потребления электроэнергии для оптимизации ресурсов</p> <p>Тема 4.4 Энергетические агрегаторы и их роль в оптимизации расходов</p> <p>Тема 4.5 Смарт-дома и их вклад в управление нагрузкой</p> |
|--|

4.3. Практические занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 9 | | | | | |
| 1 | Основы работы с ПО SCADA ЭНТЕК – smart grid системы. Создание и работа с проектом. | Практическое задание | 1 | | 1 |
| 2 | Анализ потребления и качества электрической энергии с применением ПО Power Analyzer Transfer | Практическое задание | 1 | | 2 |
| 3 | Настройка приема данных по протоколу МЭК 61850-8-1 или МЭК 60870-4-104. | Практическое задание | 2 | | 3 |
| 4 | Создание контроллера-эмулятора. | Практическое задание | 2 | | 3 |
| Всего | | | 6 | | |

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 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | |
| Всего | | | | |

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 9, час |
|---|---------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 80 | 80 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | | |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 4 | 4 |
| Домашнее задание (ДЗ) | 4 | 4 |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | 4 | 4 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 4 | 4 |
| Всего: | 96 | 96 |

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) |
|--------------------|---|---|
| | Технические средства диспетчерского и технологического управления: учебное пособие / Сост.: Ю.В. Мясоедов, Л. А. Мясоедова, И.Г. Подгурская.- Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 116 с. | - |
| | Комплексная автоматизация в энергосбережении: учебное пособие / Р. С. Голов, В. Ю. Теплышев, А. Е. Сорокин, А. А. Шинелёв. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 312 с. | - |
| | Интернет вещей. Исследования и область применения: Монография/ Зараменских Е.П., Артемьев И.Е. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 188 с. | - |
| | Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве: учеб. пособие / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. - 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 204 с. | - |
| | Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии: учебное пособие | 5 |

| | | |
|--|---|--|
| | [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. Я. Соленая, С. В. Соленный; Волков Д.А., Рысин А.В., Солёная О.Я., Чернышева О.БС.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2020. - 120 с. | |
|--|---|--|

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

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

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

| URL адрес | Наименование |
|--|--|
| https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php | Электронная библиотека ГУАП |
| https://profstandart.rosmintrud.ru | База профессиональных стандартов |
| https://www.gost-r.com/ | Справочные материалы и нормативные документы по электрическим системам. |
| https://openedu.ru/ https://openedu.ru/course/spbstu/RENERGY/?session=fall_2023 | Открытое образование, курсы ведущих вузов России Курс «Возобновляемая энергетика: Ресурсы и технологии» |
| https://nplus1.ru/material/2021/05/18/a-long-way-to-intelligent-twins | N + 1 — научно-популярное издание |

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 |
|-------|-----------------------------|
| | Доступ в интернет, 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 SCADA ЭНТЕК и Power Analyzer Transfer и доступом в интернет | 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 | 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 привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «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. |

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала | |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – 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. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – 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. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов для экзамена | Код индикатора |
|-------|---------------------------------|----------------|
| | 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"> 1. Что такое Smart Grid и какие основные цели преследуются при внедрении этой концепции? 2. Назовите основные компоненты смарт-грид систем и объясните их роли в электроэнергетике. 3. Какие основные характеристики протоколов связи МЭК 61850 и МЭК 60870 делают их полезными в смарт-грид системах? 4. В чем заключается роль SCADA систем в управлении смарт-грид системами? 5. Что такое виртуальные сети, как они используются в системах управления и мониторинга? 6. Каким образом возобновляемые источники энергии интегрируются в смарт-грид системы? 7. Какие технологии энергоэффективности могут быть применены в рамках смарт-грид концепции? 8. Какие преимущества прогнозирования потребления электроэнергии и какие методы используются для этого? 9. Какие роли играют аккумуляторы и хранение энергии в смарт-грид системах? 10. Что такое динамическое управление нагрузкой и как оно влияет на баланс электросети? 11. Какие функции выполняют агрегаторы энергии и какова их роль в оптимизации ресурсов? 12. Как смарт-дома взаимодействуют с сетью электропитания и управляют нагрузкой? 13. Какие методы управления нагрузкой в режиме реального времени применяются в смарт-грид системах? 14. Какие преимущества и риски связаны с кибербезопасностью в смарт-грид системах? | ПК-5.Д.1 |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>15. Каким образом протоколы МЭК 61850 и МЭК 60870 обеспечивают связь между различными устройствами электросетей?</p> <p>16. Объясните, что такое микрогриды и какие преимущества они могут принести в электроэнергетике.</p> <p>17. Какие сценарии использования виртуальных сетей могут быть полезными для управления смарт-грид системами?</p> <p>18. Какие технологии оптимизации энергопотребления могут быть применены в промышленных предприятиях?</p> <p>19. Как работает адаптивное управление нагрузкой и какие его преимущества в контексте смарт-грид систем?</p> <p>20. Какие принципы работы и преимущества децентрализованных систем хранения энергии?</p> <p>21. Какие основные критерии выбора технологии хранения энергии для смарт-грид систем?</p> <p>22. Что такое «прогнозирование нагрузки» и как оно помогает эффективному управлению энергоресурсами?</p> <p>23. Какие преимущества и ограничения связаны с внедрением умных счетчиков электроэнергии?</p> <p>24. Какие факторы могут повлиять на качество и надежность связи в смарт-грид системах?</p> <p>25. Какая роль систем мониторинга и диагностики состояния электроэнергетической сети?</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>Тест №1</p> <p>1. Что означает термин "Smart Grid"?</p> <p>а) Устройство для сбора данных в электросетях. б) Умное управление энергопотреблением. в) Система управления умными домами. д) Интегрированная сеть умных электроэнергетических технологий.</p> <p>2. Какие основные компоненты включает в себя смарт-грид система?</p> <p>а) Только солнечные панели и ветрогенераторы. б) Только счетчики электроэнергии нового поколения. в) Солнечные панели, батареи для хранения энергии, сети передачи данных. д) Генераторы электроэнергии на угле.</p> <p>3. Какие протоколы связи часто используются в смарт-грид системах?</p> <p>а) Только Wi-Fi. б) Только Bluetooth. в) МЭК 61850 и МЭК 60870. д) SMTP и POP3.</p> <p>4. Что такое SCADA системы и какая их роль в электроэнергетике?</p> <p>а) Системы цифрового звука и аудио. б) Системы охранной сигнализации. в) Системы дистанционного мониторинга и управления. д) Системы автоматической мойки посуды.</p> <p>5. Какие преимущества приносит внедрение возобновляемых источников</p> | ПК-5.Д.1 |

- энергии в смарт-грид системы?
- Только снижение затрат на подключение к электросети.
 - Только увеличение углеродной нагрузки.
 - Снижение зависимости от традиционных источников энергии и сокращение выбросов парниковых газов.**
 - Только улучшение эффективности энергопотребления.
6. Какие методы прогнозирования потребления электроэнергии помогают оптимизировать ресурсы?
- Прогнозирование погоды.
 - Прогнозирование моды одежды.
 - Прогнозирование потребления на основе исторических данных и анализа трендов.**
 - Прогнозирование победителя спортивных соревнований.
7. Что такое агрегаторы энергии и какие функции они выполняют?
- Устройства для очистки воды.
 - Организации, объединяющие генераторы и потребители энергии для оптимизации и управления ресурсами.**
 - Аппараты для сжигания мусора.
 - Устройства для управления системой полива.
8. Какие риски связаны с кибербезопасностью в смарт-грид системах?
- Только потеря ключей от дома.
 - Только нехватка интернет-соединения.
 - Возможность кибератак на энергетическую инфраструктуру.**
 - Опасность появления магнитных бурь.
9. Что такое микрогриды и как они взаимодействуют с основной электросетью?
- Только отдельные компьютерные сети.
 - Независимые энергетические системы, работающие в автономном режиме.
 - Маленькие ветрогенераторы для домашних нужд.
 - Энергетические системы, способные работать в отдельном режиме и взаимодействовать с центральной электросетью.**
10. Какие основные методы управления нагрузкой используются в смарт-грид системах?
- Только случайное включение и выключение потребителей.
 - Управление нагрузкой на основе погодных данных.
 - Управление нагрузкой на основе времени суток и цен на электроэнергию.
 - Все вышеперечисленное.**

Тест №2

1. **Выбрать правильный вариант ответа. Что такое Smart Grid системы?**
- Системы электроснабжения, использующие сверхпроводниковые материалы для снижения потерь.
 - Умные системы, позволяющие отслеживать объемы генерации и потребления электроэнергии.
 - Модернизированные сети электроснабжения, которые используют информационные и коммуникационные сети и технологии для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении.**
 - Система датчиков и систем, позволяющих определять место аварии в сети электроснабжения.
2. **Выбрать правильный вариант ответа. Что такое экспертные системы в электроэнергетике?**
- Сложные программные комплексы, аккумулирующие общие знания специалистов и позволяющие обмениваться ими с другими специалистами.
 - Сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот**

| | | |
|--|--|--|
| | <p>эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.</p> <p>В. Сложные программные комплексы, аккумулирующие теоретические знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие их для консультаций менее квалифицированных пользователей.</p> <p>Г. Сложные программные комплексы, аккумулирующие ошибки в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций квалифицированных пользователей.</p> <p>3. Выбрать правильный вариант ответа. Что такое интеллектуальные счетчики электроэнергии?</p> <p>А. Разновидность усовершенствованных счётчиков, определяющих показатели потребления более детально, нежели традиционные средства измерения</p> <p>Б. Разновидность усовершенствованных счётчиков, определяющих показатели потребления более детально, нежели традиционные средства измерения, снабжённых коммуникационными средствами для передачи накопленной информации посредством сетевых технологий с целью корректировки объемов генерации.</p> <p>В. Разновидность усовершенствованных счётчиков, определяющих показатели потребления с целью осуществления расчётов за коммунальные услуги.</p> <p>Г. Разновидность усовершенствованных счётчиков, определяющих показатели потребления более детально, нежели традиционные средства измерения, снабжённых коммуникационными средствами для передачи накопленной информации посредством сетевых технологий с целью мониторинга и осуществления расчётов за коммунальные услуги.</p> <p>4. Выбрать правильный вариант ответа. Что такое FACTS технология ?</p> <p>А. Гибкие системы регулирования объемов генерации переменного тока.</p> <p>Б. Гибкие системы регулирования объемов генерации постоянного тока.</p> <p>В. Управляемые системы передачи переменного тока.</p> <p>Г. Гибкие системы передачи постоянного тока.</p> <p>5. Выбрать правильный вариант ответа. Что такое распределенная генерация?</p> <p>А. Концепция развития энергетики, подразумевающая строительство источников энергии компактных размеров или мобильной конструкции и распределительных сетей, производящих тепловую и электрическую энергию для собственных нужд, а также направляющих излишки в общую сеть.</p> <p>Б. Использование атомных, тепловых и гидроэлектростанций внутри одной энергосистемы.</p> <p>В. Внедрение возобновляемых источников энергии в энергосистемы</p> <p>Г. Внедрение информационных и коммуникационных сетей и технологий для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении.</p> <p>6. Выбрать правильный вариант ответа. Какой подход к распределению энергетических ресурсов характерен для системы Smart Grid?</p> <p>А. Централизация генерирующих устройств.</p> <p>Б. Децентрализация потребителей электроэнергии.</p> <p>В. Переход от децентрализованной системы энергоснабжения к</p> | |
|--|--|--|

| | | |
|--|---|--|
| | <p>централизованной.</p> <p>Г. Переход от централизованной системы энергоснабжения к децентрализованной.</p> <p>7. Выбрать правильный вариант ответа. Какие недостатки датчиков Smart Grid систем, передающих данные по радиоканалу?</p> <p>А. Нельзя использовать при низких температурах.</p> <p>Б. Необходимость замены элементов питания.</p> <p>В. Высокая стоимость.</p> <p>Г. Все вышеперечисленное.</p> <p>8. Выбрать правильный вариант ответа. Какие основные функции АСУ Smart Grid систем?</p> <p>А. Сбор информации о состоянии оборудования с объектов.</p> <p>Б. Анализ полученной информации с принятием решений.</p> <p>В. Сбор технологической информации, характерной для каждого конкретного объекта.</p> <p>Г. Все вышеперечисленное.</p> <p>9. Выбрать правильный вариант ответа. Какая из технологий ориентирована на формирование децентрализованных хранилищ данных?</p> <p>А. Блокчейн-технология.</p> <p>Б. Большие данные.</p> <p>В. Беспроводная связь.</p> <p>Г. Сенсорика.</p> <p>10. Выбрать правильный вариант ответа. Что такое системы телемеханики?</p> <p>А. Сбор данных о состоянии системы в автоматическом режиме.</p> <p>Б. Совокупность устройств, посредством которых с помощью человека-оператора осуществляется управление объектами и контроль за их состоянием на расстоянии.</p> <p>В. Автоматическое управление объемом генерации электроэнергии.</p> <p>Г. Автоматическое восстановление баланса энергии в электросистеме.</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 |
|-------|---|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое Smart Grid и какие основные цели преследуются при внедрении этой концепции? 2. Назовите основные компоненты смарт-грид систем и объясните их роли в электроэнергетике. 3. Какие основные характеристики протоколов связи МЭК 61850 и МЭК 60870 делают их полезными в смарт-грид системах? 4. В чем заключается роль SCADA систем в управлении смарт-грид системами? 5. Что такое виртуальные сети, как они используются в системах управления и мониторинга? 6. Каким образом возобновляемые источники энергии интегрируются в смарт-грид системы? 7. Какие технологии энергоэффективности могут быть применены в рамках смарт-грид концепции? 8. Какие преимущества прогнозирования потребления электроэнергии и какие методы используются для этого? 9. Какие роли играют аккумулирование и хранение энергии в смарт-грид системах? 10. Что такое динамическое управление нагрузкой и как оно влияет на баланс электросети? |

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

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

Формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в соответствии с ФГОС ВО с учетом применения современных цифровых технологий в области системного решения комплекса задач как организационного, так и технического уровня, направленного на создание интеллектуальных электроэнергетических систем с активно-адаптивными сетями с учетом всех возможных режимов работы сетей. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования.

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 должна быть согласована и преподаваться в соответствии с таблицей 4.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя

комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

Практическая работа 1 «Основы работы с ПО SCADA ЭНТЕК – smart grid системы. Создание и работа с проектом».

Цель работы: изучить принципы работы со средой SCADA ЭНТЕК – smart grid, изучить принцип пошагового создания проекта в демо-версии ПО.

Порядок выполнения.

1. Запустить программу SCADA ЭНТЕК – smart grid .
2. В открывшемся окне запустить мастер создания проектов
3. Открыть системный диалог «Обзор папок».
4. В мастере создания проектов задать название проекта.
5. Нажать далее, в новом окне ввести следующий IP-адрес: 127.0.0.1
6. В пункте меню «Создание нового проекта» «Создание/подключение базы данных справочников и журналов».
7. В любом окне проводника двойным щелчком мыши на файле проекта (или на его ярлыке) запустить Интегратор ЭНТЕК с данным проектом.

Практическая работа 2 «Анализ потребления и качества электрической энергии с применением ПО Power Analyzer Transfer»

Цель работы: изучить принципы мониторинга параметров электроэнергетической сети и способы вывода и анализа информации с применением современного ПО.

Порядок выполнения.

1. Получить от преподавателя файл, скачанный с анализатора электрических параметров сети или, при наличии прибора подключить его к персональному компьютеру.
2. Запустить ПО Power Analyzer Transfer.
3. Из полученных данных сформировать проект в программе, для этого нажать на вкладку «Файл» – открыть.
4. Построить графики коэффициента мощности, гармонической составляющей токов или напряжений (по выбору преподавателя) и тока нагрузки.
5. Провести экспериментальные исследования: определить периоды пиковых изменений параметров электрической сети.
6. Сохранить данные в виде таблиц.
7. Сформировать отчет по проведенному анализу.
8. Сформулировать выводы по характеру нагрузки, типу потребителей, сформировать рекомендации по применению технологий smart grid систем в исследуемой электроустановке.

Практическая работа 3 «Настройка приема данных по протоколу МЭК 61850-8-1 или МЭК 60870-4-104».

Цель работы: Изучить процесс настройки проекта в SCADA ЭНТЕК на получение данных по протоколу МЭК 60870-4-104.

Порядок выполнения.

1. Добавить в конфигурации ENLOGIC узел (контроллер) типа "КП МЭК 60870-5-104"
2. В контроллер добавить псевдопротокол виртуальная группа (их можно добавлять сколько угодно)

3. В виртуальную группу добавить наиболее удобные для визуального представления данных от вашего контроллера в SCADA ЭНТЕК модули - там предусмотрены на выбор модули как чисто ТС, ТУ, ТИ, так и совмещенные. При добавлении модулей следует ориентироваться не на то, какие модули ввода-вывода опрашивает ваш контроллер, а попытаться с помощью модулей сформировать понятную структуру данных объекта.
4. Зайти в настройку карты адресов - клавиша F8 - и с помощью функций редактирования карты в этом окне (перемещение тегов индивидуально или целыми блоками) - разместить нужные параметры на нужных МЭК-адресах.

Практическая работа 4 «Создание контроллера-эмулятора».

Цель работы: для отладки алгоритмов сбора и обработки информации, закладываемых в УСПД, научиться использовать контроллер-эмулятор (EnLogicEmul.exe) в виде приложения Windows и создавать его конфигурацию контроллера.

Порядок выполнения.

1. Открыть в поле «Настройки» внутри окна «интегратор» модуль «Контроллеры»
2. выдрать «Добавить контроллер» и из меню выбрать пункт «None-target».
3. Выбрать функцию «Добавить контроллер» и из меню пункт «None-target».
4. Запустить EnLogicEmul.exe и в его единственном окне щелкнуть зеленую кнопку «Start».
5. Создав три счетчика необходимо настроить их на разную суточную нагрузку.
6. Выполнить загрузку конфигурации в контроллер-эмулятор и проверить выдачу значений от этого контроллера в EnLogic, нажав кнопку «Начать опрос» Произвести симулирование значений счетчиков Меркурий 230.

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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. Экзамен проводится в устной форме по билетам, представленным в таблице 16. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

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 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |