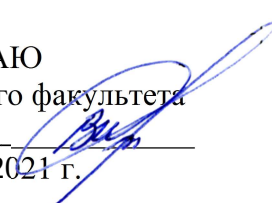


**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан агроинженерного факультета  
Оробинский В.И.  
«24» июня 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**Б1.В.01 Проектирование систем электроснабжения**

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность (профиль) «Электроснабжение»

Квалификация выпускника - магистр

Факультет - агроинженерный

Кафедра электротехники и автоматики

Разработчик(и) рабочей программы:

доцент, к.т.н., доцент Извеков Е.А.



Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 года № 709.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры электротехники и автоматики (протокол № 12 от 23 июня 2021г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись

\_\_\_\_\_(Ф.И.О.)

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол №10 от 24 июня 2021 г.).

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_



подпись

\_\_\_\_\_(Ф.И.О.)

**Рецензент рабочей программы:** начальник диспетчерской службы ЦУС (Центр управления сетями) Золотарёв Сергей Васильевич.

## 1. Общая характеристика дисциплины

### 1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование углубленных знаний, умений и навыков для самостоятельной научно-инженерной деятельности по моделированию процессов, происходящих в системах электроснабжения, выбору оптимальных структуры и параметров электрических сетей.

### 1.2. Задачи дисциплины

Задачи дисциплины – формирование знаний о задачах и стадиях проектирования систем электроснабжения; современных моделях и алгоритмах анализа установившихся, аварийных и послеаварийных режимов работы электрических сетей; алгоритмах синтеза проектных вариантов развития сети; критериях выбора оптимального варианта; моделях и методах оптимизации структуры и параметров систем электроснабжения; основах теории принятия решений. Формирование навыков организации проектных работ; разработки проектной документации; использования прикладных компьютерных программ при проектировании.

### 1.3. Предмет дисциплины

Предмет дисциплины - физические процессы, протекающие в устройствах передачи и распределения электроэнергии; конструкции и устройства электрических сетей; методы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения.

### 1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Место дисциплины в структуре образовательной программы – Б1.В.01.

Данная дисциплина относится к части дисциплин (модулей) формируемых участниками образовательных отношений образовательной программы по направлению 35.04.06 «Агроинженерия». Статус дисциплины – обязательная.

### 1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Данная дисциплина имеет взаимосвязь с такими дисциплинами, как электрические системы и сети, эксплуатация систем электроснабжения.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция                                               |                                                                                                                                               | Индикатор достижения компетенции |                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                                       | Содержание                                                                                                                                    | Код                              | Содержание                                                                                 |
| Тип задач профессиональной деятельности - технологический |                                                                                                                                               |                                  |                                                                                            |
| ПК-4                                                      | Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей | 32                               | Методы определения количества электроустановок для различных видов и масштабов производств |
| Тип задач профессиональной деятельности - проектный       |                                                                                                                                               |                                  |                                                                                            |
| ПК-5                                                      | Способен проектировать системы электроснабжения и отдельные электроустановки в составе этих систем                                            | 33                               | Принципы размещения линий электропередачи и трансформаторных подстанций                    |
|                                                           |                                                                                                                                               | 34                               | Принципы прокладки кабельных линий в помещениях                                            |
|                                                           |                                                                                                                                               | У3                               | Разрабатывать варианты размещения линий электропередачи и трансформаторных подстанций      |
|                                                           |                                                                                                                                               | У4                               | Формировать перечень электрооборудования, подлежащего установке на объекте                 |
|                                                           |                                                                                                                                               | Н2                               | Обоснования параметров систем электроснабжения                                             |

### 3. Объём дисциплины и виды работ

#### 3.1. Очная форма обучения

| Показатели                                                                        | Семестр                           | Всего                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                                                                   | 2                                 |                                   |
| Общая трудоёмкость, з.е./ч                                                        | 4 / 144                           | 4 / 144                           |
| Общая контактная работа, ч                                                        | 37,25                             | 37,25                             |
| Общая самостоятельная работа, ч                                                   | 106,75                            | 106,75                            |
| Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)                      | 36,25                             | 36,25                             |
| лекции                                                                            | 12                                | 12,00                             |
| практические -всего                                                               | 22                                | 22,00                             |
| из них в форме практической подготовки                                            | –                                 | –                                 |
| индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта                      | 2,25                              | 2,25                              |
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч                          | 56,98                             | 56,98                             |
| Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч) | 1,00                              | 1,00                              |
| групповые консультации                                                            | 0,50                              | 0,50                              |
| курсовой проект                                                                   | 0,25                              | 0,25                              |
| экзамен                                                                           | 0,25                              | 0,25                              |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)                   | 49,78                             | 49,78                             |
| выполнение курсового проекта                                                      | 32,03                             | 32,03                             |
| подготовка к экзамену                                                             | 17,75                             | 17,75                             |
| Форма промежуточной аттестации                                                    | защита курсового проекта, экзамен | защита курсового проекта, экзамен |

#### 3.2. Заочная форма обучения

| Показатели                                                                        | Курс    | Всего   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                                                                                   | 2       |         |
| Общая трудоёмкость, з.е./ч                                                        | 4 / 144 | 4 / 144 |
| Общая контактная работа, ч                                                        | 15,25   | 15,25   |
| Общая самостоятельная работа, ч                                                   | 128,75  | 128,75  |
| Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)                      | 14,25   | 14,25   |
| лекции                                                                            | 6       | 6       |
| практические-всего                                                                | 6       | 6       |
| из них в форме практической подготовки                                            | –       | –       |
| индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта                      | 2,25    | 2,25    |
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч                          | 72,38   | 72,38   |
| Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч) | 1       | 1       |
| групповые консультации                                                            | 0,50    | 0,50    |
| курсовой проект                                                                   | 0,25    | 0,25    |

|                                                                 |                                   |                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| экзамен                                                         | 0,25                              | 0,25                              |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч) | 56,38                             | 56,38                             |
| выполнение курсового проекта                                    | 38,63                             | 38,63                             |
| подготовка к экзамену                                           | 17,75                             | 17,75                             |
| Форма промежуточной аттестации                                  | защита курсового проекта, экзамен | защита курсового проекта, экзамен |

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

#### Раздел 1. Математическое моделирование систем электроснабжения и элементов электрических сетей

Схемы замещения линий электропередачи, силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Математические модели электрической нагрузки в узлах системы электроснабжения. Модели генерирующих и компенсирующих устройств электрической сети.

#### Раздел 2. Основы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения

Задачи, методы и стадии проектирования электрических сетей. Техно-экономические показатели. Основы построения схем систем передачи и распределения электрической энергии. Способы присоединения подстанций к электрической сети. Принципы построения схем сельских распределительных сетей. Критерии выбора оптимального варианта схемы сети. Выбор конфигурации и номинального напряжения сети. Выбор сечений проводников электропередач по условиям экономичности, по допустимой потере напряжения, по условиям нагрева. Выбор варианта электрической сети с учетом надежности электроснабжения потребителей и требований экологии.

#### Раздел 3. Основы оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения

Задачи и критерии оптимизации. Подходы к оптимизации параметров линий электропередачи. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности. Выбор устройств регулирования напряжения и управления потоками мощности в электрической сети. Оптимизация проектных решений в распределительных электрических сетях.

## 4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

### 4.2.1. Очная форма обучения

| Разделы, подразделы дисциплины                                                                 | Контактная работа |    |    | СР    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|----|-------|
|                                                                                                | лекции            | ЛЗ | ПЗ |       |
| Раздел 1. Математическое моделирование систем электроснабжения и элементов электрических сетей | 2                 |    | 6  | 12    |
| Раздел 2. Основы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения         | 8                 |    | 10 | 30    |
| Раздел 3. Основы оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения                      | 2                 |    | 6  | 14,98 |
| Всего                                                                                          | 12                |    | 22 | 56,98 |

### 4.2.2. Заочная форма обучения

| Разделы, подразделы дисциплины                                                                 | Контактная работа |    |    | СР    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|----|-------|
|                                                                                                | лекции            | ЛЗ | ПЗ |       |
| Раздел 1. Математическое моделирование систем электроснабжения и элементов электрических сетей | 1                 |    | 2  | 18    |
| Раздел 2. Основы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения         | 4                 |    | 4  | 30    |
| Раздел 3. Основы оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения                      | 1                 |    | -  | 24,38 |
| Всего                                                                                          | 6                 |    | 6  | 72,38 |

## 4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

| № п/п                                                                                          | Тема самостоятельной работы                                                                                                                               | Учебно-методическое обеспечение                                                                                                                                                                                                              | Объём, ч       |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
|                                                                                                |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                              | Форма обучения |         |
|                                                                                                |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                              | Очная          | Заочная |
| Раздел 1. Математическое моделирование систем электроснабжения и элементов электрических сетей |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                              |                |         |
| 1.                                                                                             | Вероятностно-статистические методы расчета электрических нагрузок. Методы прогнозирования электропотребления сельскохозяйственного района на перспективу. | 1.Буздко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. Электроснабжение сельского хозяйства; Колос, 2000г. с.25-35;с.42-45.<br>2.Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008; с.160-165. | 11             | 11      |
| Раздел 2. Основы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения         |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                              |                |         |

|                                                                                  |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 2.                                                                               | Компенсация реактивной мощности. Виды компенсирующих устройств.                              | 1.Буздко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. Электроснабжение сельского хозяйства; Колос, 2000г. с.151-156;с.294-297<br>2.Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008; с.170-179; с.462-467; с.616-622. | 12 | 12   |
| 3.                                                                               | Принципы регулирования напряжения в центрах питания и распределительных электрических сетях. | 1. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008; с.441-458.                                                                                                                                              | 11 | 11   |
| 4.                                                                               | Принципы построения схем электрических сетей напряжением до 1 кВ                             | 1.Буздко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. Электроснабжение сельского хозяйства; Колос, 2000г. с.475-478.<br>2.Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008; с.522-524.                                | 12 | 12   |
| <b>Раздел 3. Основы оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения</b> |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |      |
| 5.                                                                               | Принципы оптимизации развития сети на основе многокритериального подхода                     | 1.Буздко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. Электроснабжение сельского хозяйства; Колос, 2000г. с.457-460.                                                                                                                                                           | 11 | 11   |
| Изучение заочниками тем, которые обучающиеся очно изучают аудиторно              |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       | -  | 15,4 |
| Всего                                                                            |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 57 | 72,4 |

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

### 5.1. Этапы формирования компетенций

| Подраздел дисциплины                                                                           | Компетенция | Индикатор достижения компетенции |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| Раздел 1. Математическое моделирование систем электроснабжения и элементов электрических сетей | ПК-5        | Н2                               |
| Раздел 2. Основы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения         | ПК-5        | З3                               |
|                                                                                                |             | З4                               |
|                                                                                                |             | У3                               |
|                                                                                                |             | У4                               |
|                                                                                                |             | Н2                               |
| Раздел 3. Основы оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения                      | ПК-4        | З2                               |

## 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

### 5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

| Вид оценки                                 | Оценки              |                   |        |         |
|--------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------|---------|
| Академическая оценка по 4-х балльной шкале | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |

### 5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

#### Критерии оценки на экзамене, зачете с оценкой

| Оценка, уровень достижения компетенций      | Описание критериев                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично, высокий                            | Студент показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины                                                            |
| Хорошо, продвинутый                         | Студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины                              |
| Удовлетворительно, пороговый                | Студент показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Студент не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя                                                                                                                                    |

#### Критерии оценки при защите курсового проекта (работы)

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично, высокий                       | Структура и содержание курсового проекта (работы) полностью соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах отсутствуют логические и алгоритмические ошибки, все выводы и предложения достоверны и аргументированы; студент показал полные и глубокие знания по изученной проблеме, логично и аргументировано ответил на все вопросы, связанные с защитой курсового проекта (работы)                                                                           |
| Хорошо, продвинутый                    | Структура и содержание курсового проекта (работы) в целом соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах отсутствуют логические и алгоритмические ошибки, но отдельные выводы и предложения вызывают сомнение и не до конца аргументированы; студент твердо знает материал по теме исследования, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответах, достаточно полно отвечает на вопросы, связанные с защитой курсового проекта (работы) |



|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Удовлетворительно, пороговый                | Структура и содержание курсового проекта (работы) не полностью соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах допущены не грубые логические и алгоритмические ошибки, оказавшие несущественное влияние на результаты расчетов, отдельные выводы и предложения вызывают сомнения и не до конца аргументированы; студент показал знание только основ материала по теме исследования, усвоил его поверхностно, но не допускал при ответе на вопросы грубых ошибок или неточностей |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Структура и содержание курсового проекта (работы) не соответствуют предъявляемым требованиям; в расчетах допущены грубые логические или алгоритмические ошибки, повлиявшие на результаты расчетов и достоверность сделанных выводов и предложений; студент не знает основ материала по теме исследования, допускает при ответе на вопросы грубые ошибки и неточности                                                                                                                |

## Критерии оценки тестов

| Оценка, уровень достижения компетенций      | Описание критериев                                 |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Отлично, высокий                            | Содержание правильных ответов в тесте не менее 90% |
| Хорошо, продвинутый                         | Содержание правильных ответов в тесте не менее 75% |
| Удовлетворительно, пороговый                | Содержание правильных ответов в тесте не менее 50% |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Содержание правильных ответов в тесте менее 50%    |

## Критерии оценки устного опроса

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев                                                                                                                              |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено, высокий                       | Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры |
| Зачтено, продвинутый                   | Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе                                                   |
| Зачтено, пороговый                     | Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах                                                      |
| Не зачтено, компетенция не освоена     | Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах                                                                     |

## Критерии оценки решения задач

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев                                                                                      |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено, высокий                       | Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.       |
| Зачтено, продвинутый                   | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении. |

|                                    |                                                                                                                                                    |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено, пороговый                 | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.   |
| Не зачтено, компетенция не освоена | Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя. |

### 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

#### 5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

##### 5.3.1.1. Вопросы к экзамену

| №  | Содержание                                                                                                     | Компетенция | ИДК |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1  | Основные задачи, решаемые при проектировании систем электроснабжения.                                          | ПК-5        | Н2  |
| 2  | Общие требования к проектируемым схемам электроснабжения.                                                      | ПК-5        | Н2  |
| 3  | Этапы проектирования систем электроснабжения                                                                   | ПК-5        | Н2  |
| 4  | Принципы формирования схем системообразующих электрических сетей.                                              | ПК-5        | 33  |
| 5  | Принципы формирования схем городских систем электроснабжения.                                                  | ПК-5        | 33  |
| 6  | Принципы построения схем сельских систем электроснабжения.                                                     | ПК-5        | 33  |
| 7  | Принципы построения схем электрических сетей напряжением до 1000 В.                                            | ПК-5        | 33  |
| 8  | Принципы построения схем изолированных и автономных систем электроснабжения.                                   | ПК-5        | 33  |
| 9  | Конфигурации электрических сетей.                                                                              | ПК-5        | У3  |
| 10 | Способы присоединения подстанций к электрической сети.                                                         | ПК-5        | У3  |
| 11 | Типовые схемы распределительных устройств подстанций.                                                          | ПК-5        | 34  |
| 12 | Разработка однолинейной схемы проектируемой сети.                                                              | ПК-5        | У4  |
| 13 | Основные технико-экономические показатели систем электроснабжения.                                             | ПК-5        | У4  |
| 14 | Критерии сравнения технико-экономической эффективности проектных решений. Общий критерий и затратный критерий. | ПК-5        | Н2  |
| 15 | Выбор конфигурации и основных параметров проектируемой сети.                                                   | ПК-5        | 33  |
| 16 | Выбор номинальных напряжений электрических сетей. Экономические области номинальных напряжений.                | ПК-5        | Н2  |
| 17 | Выбор сечений проводов по экономической плотности тока.                                                        | ПК-5        | Н2  |
| 18 | Выбор сечения проводов методом определения экономических интервалов нагрузки.                                  | ПК-5        | Н2  |
| 19 | Выбор сечения проводов при непосредственном использовании затратных критериев.                                 | ПК-5        | Н2  |
| 20 | Выбор проводов электропередачи по допустимой потере напряжения.                                                | ПК-5        | Н2  |
| 21 | Выбор проводов электропередачи по условиям нагревания.                                                         | ПК-5        | 34  |
| 22 | Учет технических ограничений при выборе проводов воз-                                                          | ПК-5        | 34  |

|    |                                                                                         |      |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | душных линий и жил кабелей.                                                             |      |    |
| 23 | Выбор варианта развития электрической сети с учётом надёжности электроснабжения.        | ПК-5 | Н2 |
| 24 | Пути повышения пропускной способности линий электропередачи и электрических сетей.      | ПК-5 | У3 |
| 25 | Задачи и критерии оптимизации развития электрических сетей.                             | ПК-5 | У3 |
| 26 | Оптимизационные и оценочные модели электрической сети.                                  | ПК-5 | У3 |
| 27 | Понятие о системах автоматизации проектирования электрических сетей.                    | ПК-5 | У4 |
| 28 | Методы оптимизации структуры системообразующих и распределительных электрических сетей. | ПК-5 | У4 |
| 29 | Оптимизация параметров линий электропередачи.                                           | ПК-5 | У4 |
| 30 | Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности.                         | ПК-5 | У4 |
| 31 | Подходы к оптимизации параметров протяженных электропередач.                            | ПК-4 | 32 |
| 32 | Выбор устройств для управления потоками в замкнутых сетях.                              | ПК-4 | 32 |
| 33 | Оптимизация проектных решений и режимов в распределительных сетях.                      | ПК-4 | 32 |
| 34 | Оптимизация проектных решений и режимов в системообразующих сетях.                      | ПК-4 | 32 |

### 5.3.1.2. Задачи к экзамену

| № | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Компетенция | ИДК |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1 | Определить оптимальный режим напряжений линии электропередачи напряжением 500 кВ, длиной $L = 300$ км, выполненной маркой провода АС 400/51, при различной передаваемой активной мощности и различных погодных условиях. Линия работает без перепада напряжения ( $U_1 = U_2$ ). Изменением напряжения и реактивной мощности вдоль линии пренебречь.                                                                                                                   | ПК-5        | Н2  |
| 2 | Для разомкнутой электрической сети произвольной конфигурации с параметрами, приведенными на рисунке, определить экономически целесообразную очередность установки компенсирующих устройств в узлах вплоть до полной компенсации реактивных нагрузок. Расчеты потоков мощности по ветвям сети произвести без учета потерь мощности. Построить зависимости снижения потерь активной мощности и удельного снижения потерь от суммарной мощности компенсирующих устройств. | ПК-5        | 33  |
| 3 | На трансформаторной подстанции установлено два параллельно работающих трансформатора ТМ 630/10 (рисунок). Номинальные напряжения обмоток $10 \pm (2 \times 2,5) \% / 0,4$ кВ. Нагрузка на шинах низшего напряжения $S = 700$ кВА. Определить потери активной мощности для двух случаев:<br>а) на обоих трансформаторах установлены ответвления 0%;<br>б) на первом трансформаторе установлено ответвление 0%, а на втором +5%.                                         | ПК-5        | Н2  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| 4  | В городской электрической сети от шин центра питания ЦП к шинам распределительного пункта РП проложено два кабеля напряжением 10кВ длиной $L = 3,0$ км с алюминиевыми жилами с площадью сечения $240 \text{ мм}^2$ каждый (рисунок). К первой секции РП подключена нагрузка $S_1 = 3,5$ МВА, а ко второй секции – $S_2 = 1,5$ МВА. Определить оптимальный режим работы межсекционного выключателя МСВ (включен или отключен) по критерию минимума суммарных потерь активной мощности в кабельных линиях.              | ПК-5 | H2 |
| 5  | Найти оптимальную точку размыкания электрической сети с двухсторонним питанием, приведенной на рисунке, где указаны мощности в узлах нагрузки, МВА, в режиме наибольших нагрузок и активные сопротивления участков сети, Ом. Напряжения по концам сети $U_1 = U_2 = 35$ кВ. Оптимизацию осуществить по критерию минимума суммарных потерь активной мощности.                                                                                                                                                          | ПК-5 | H2 |
| 6  | Для схемы сети, приведенной на рисунке, определить оптимальную точку размыкания по критерию минимума годовых потерь электроэнергии, полагая, что нагрузки в узлах 3, 4, 5 характеризуются годовыми графиками нагрузки по продолжительности, приведенными на рисунке.                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-5 | H2 |
| 7  | Определить годовое снижение потерь электроэнергии в двухцепной линии электропередачи напряжением $U = 110$ кВ длиной 40 км, выполненной маркой провода АС 120/19, если за счет использования прогрессивных методов проведения плановых ремонтов и повышения производительности труда продолжительность каждого планового отключения уменьшается на 3 часа.                                                                                                                                                            | ПК-5 | H2 |
| 8  | Потребитель питается по двухцепной воздушной линии напряжением $U = 110$ кВ длиной 40 км, выполненной маркой провода АС 120/19. Его годовой график активной нагрузки по продолжительности представлен на рисунке, где $t_1 = 2000$ ч, $t_2 = 4760$ ч, $t_3 = 2000$ ч. Коэффициент мощности нагрузки в течение года не изменяется и составляет $\cos\varphi = 0,9$ . Определить годовое снижение потерь электроэнергии в линии при неизменной нагрузке потребителя в течение года и той же передаваемой электроэнергии | ПК-5 | H2 |
| 9  | В конце трехфазной распределительной линии с нулевым проводом линейным напряжением 0,38 кВ длиной 0,4 км, питающейся от трансформаторной подстанции 10/0,38 кВ, подключена несимметричная нагрузка по фазам $I_A = 10$ А, $I_B = 20$ А, $I_C = 30$ А. Фазные провода, выполнены маркой А 50, а нулевой провод – А 25. определить изменение потерь активной мощности в линии, если при неизменной передаваемой мощности выровнять нагрузку по фазам.                                                                   | ПК-5 | H2 |
| 10 | Определить оптимальный режим работы двухтрансформаторной подстанции напряжением 35/10 кВ, на которой установлены трансформаторы ТМН- 1600/35. Нагрузочный режим подстанции характеризуется двумя вариантами суточных графиков нагрузки:<br>вариант 1 – нагрузка подстанции составляет с 0 до 8 ч и с 22                                                                                                                                                                                                               | ПК-5 | H2 |

|  |                                                                                                                                                                             |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | до 24 ч 500 кВ А, а с 8 до 22 ч — 1300 кВ А;<br>вариант 2 – нагрузка с 0 до 8 ч, с 14 до 16 ч и с 22 до 24 ч составляет 500 кВ А, а с 8 до 14 ч и с 16 до 22 ч - 1300 кВ А. |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

**5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой**

«Не предусмотрено».

**5.3.1.4. Вопросы к зачету**

«Не предусмотрено».

**5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)**

| № п/п | Тема курсового проектирования, курсовой работы                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------|
| 1     | Проектирование системы электроснабжения сельскохозяйственного района |
| 2     | Проектирование схемы развития электрической сети района              |
| 3     | Электроснабжение сельскохозяйственного предприятия                   |
| 4     | Электроснабжение группы сельскохозяйственных потребителей            |

**5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)**

| №  | Содержание                                                                                                    | Компетенция | ИДК |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1  | Какие электрические сети относятся к системообразующим, а какие к распределительным?                          | ПК-5        | Н2  |
| 2  | Какие требования предъявляются к схемам электрических сетей?                                                  | ПК-5        | Н2  |
| 3  | Какие известны подходы к учету надежности электроснабжения при выборе схем электрических сетей?               | ПК-5        | Н2  |
| 4  | Какие требования предъявляются к схемам распределительных устройств?                                          | ПК-4        | 32  |
| 5  | Какие известны блочные схемы подстанций?                                                                      | ПК-4        | 32  |
| 6  | Какие известны схемы распределительных устройств низшего напряжения одно- и двухтрансформаторных подстанций?  | ПК-4        | 32  |
| 7  | Какие известны основные экономические показатели систем передачи и распределения электроэнергии?              | ПК-5        | Н2  |
| 8  | Какие составляющие входят в капитальные затраты электрической сети?                                           | ПК-5        | Н2  |
| 9  | От чего зависит стоимость сооружения линии электропередачи?                                                   | ПК-5        | Н2  |
| 10 | Как укрупненно определяется стоимость подстанции?                                                             | ПК-5        | Н2  |
| 11 | Что понимается под ежегодными издержками на эксплуатацию электрической сети? Какие составляющие входят в них? | ПК-5        | Н2  |
| 12 | В чем сущность амортизационных отчислений? Как они зависят от срока службы объекта?                           | ПК-5        | Н2  |
| 13 | Как определяются затраты на возмещение потерь электроэнергии в электрической сети?                            | ПК-5        | Н2  |
| 14 | Какому экономическому критерию соответствует экономическая плотность тока?                                    | ПК-5        | Н2  |
| 15 | Как производится выбор площади сечения проводников линий по нормативной экономической плотности тока?         | ПК-5        | Н2  |
| 16 | В чем состоят недостатки применения нормативной экономической плотности тока при выборе площади сечения про-  | ПК-5        | Н2  |

|    |                                                                                                             |      |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | водников линий электропередачи?                                                                             |      |    |
| 17 | В чем сущность выбора площади сечения проводников по экономическим интервалам нагрузки?                     | ПК-5 | H2 |
| 18 | Какие факторы влияют на выбор номинального напряжения линии электропередачи?                                | ПК-5 | H2 |
| 19 | Каковы области применения различных номинальных напряжений?                                                 | ПК-5 | H2 |
| 20 | Что представляют собой экономические области номинальных напряжений и как они строятся?                     | ПК-5 | H2 |
| 21 | В каких сетях и почему выбор проводников линий производят по допустимой потере напряжения?                  | ПК-5 | 34 |
| 22 | Какова последовательность выбора проводников линий по допустимой потере напряжения?                         | ПК-5 | 34 |
| 23 | Какое условие должно соблюдаться при выборе проводников линий по условию их нагревания?                     | ПК-5 | 34 |
| 24 | Исходя из каких режимов сети следует выбирать проводники линий по условию нагревания?                       | ПК-5 | 34 |
| 25 | Какому условию должны удовлетворять провода воздушных линий с учетом возможности появления короны?          | ПК-5 | H2 |
| 26 | Что понимается под пропускной способностью линий электропередачи?                                           | ПК-5 | H2 |
| 27 | Какие известны подходы к учету надежности электроснабжения при проектировании развития электрической сети?  | ПК-5 | H2 |
| 28 | Как разделяются электроприемники по категориям для обеспечения соответствующей надежности электроснабжения? | ПК-5 | H2 |

### 5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

#### 5.3.2.1. Вопросы тестов

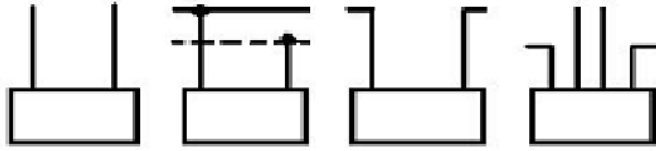
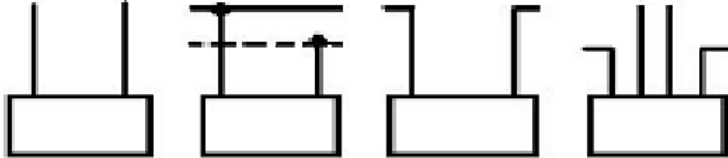
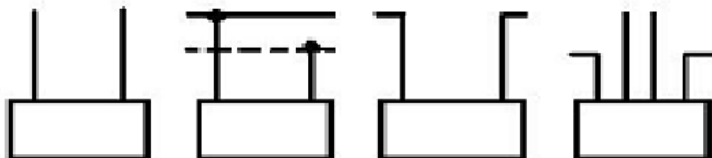
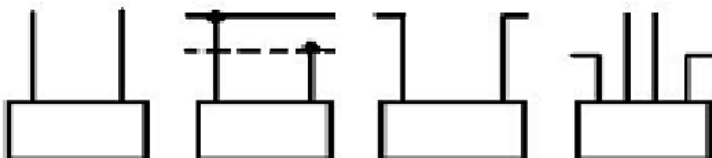
| № | Содержание                                                                                                                                                                                                                              | Компетенция | ИДК |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1 | Единоновременные затраты на сооружение новых или реконструкцию существующих электросетевых объектов называются<br>1) приведенные затраты;<br>2) издержки эксплуатации;<br>3) капитальные затраты;<br>4) себестоимость передачи энергии. | ПК-5        | H2  |
| 2 | Ежегодные затраты, необходимые для эксплуатации систем электроснабжения называются<br>1) приведенные затраты;<br>2) издержки эксплуатации;<br>3) капитальные затраты;<br>4) себестоимость передачи энергии.                             | ПК-5        | H2  |
| 3 | Какие затраты не входят в состав эксплуатационных издержек:<br>1) капитальные затраты;<br>2) отчисления на амортизацию;<br>3) затраты на потери энергии;<br>4) затраты на обслуживание сетей.                                           | ПК-5        | H2  |
| 4 | На стоимость сооружения линии электропередачи не влияет                                                                                                                                                                                 | ПК-5        | H2  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | 1) номинальное напряжение;<br>2) климатический район по гололеду;<br>3) сечение проводов фазы;<br>4) мощность трансформаторной подстанции.                                                                                                                                                                                            |      |    |
| 5  | Ежегодные издержки на амортизацию, текущий ремонт и обслуживание ВЛ на железо-бетонных опорах составляют<br>1) 0,01-0,02 1/год;<br>2) 0,02-0,03 1/год;<br>3) 0,03-0,04 1/год;<br>4) 0,04-0,05 1/год.                                                                                                                                  | ПК-5 | H2 |
| 6  | Ежегодные издержки на амортизацию, текущий ремонт и обслуживание электрооборудования и распределительных устройств подстанций составляют<br>1) 0,04-0,06 1/год;<br>2) 0,06-0,08 1/год;<br>3) 0,08-0,10 1/год;<br>4) 0,10-0,12 1/год.                                                                                                  | ПК-5 | H2 |
| 7  | Издержками на потери электроэнергии в электрической сети называется<br>1) стоимость потерянной электроэнергии в элементах электрической сети за год;<br>2) стоимость 1 кВт·ч потерь электроэнергии;<br>3) стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, отпускаемой потребителям;<br>4) стоимость электроэнергии, отпущенной потребителям за год. | ПК-5 | H2 |
| 8  | Какие потери электроэнергии в элементах электрической сети зависят от коэффициента попадания наибольшей нагрузки элемента в максимум нагрузки энергосистемы?<br>1) потери холостого хода;<br>2) нагрузочные потери;<br>3) оба вида зависят;<br>4) оба вида не зависят.                                                                | ПК-5 | H2 |
| 9  | Себестоимостью передачи электроэнергии называют<br>1) ежегодные издержки эксплуатации;<br>2) удельные капитальные затраты на единицу передаваемой электроэнергии;<br>3) удельные ежегодные издержки на единицу передаваемой электроэнергии;<br>4) удельные приведенные затраты на единицу передаваемой электроэнергии.                | ПК-5 | H2 |
| 10 | Основным показателем экономической эффективности инвестиционного проекта в общем случае является<br>1) капитальные затраты;<br>2) ежегодные издержки;<br>3) срок окупаемости капитальных затрат;<br>4) чистый дисконтированный доход.                                                                                                 | ПК-5 | H2 |
| 11 | Дисконтированием затрат называют<br>1) снижение затрат путем выбора рациональных решений;<br>2) приведение разновременных денежных потоков к одному году;                                                                                                                                                                             | ПК-5 | H2 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | 3) перераспределение затрат между различными объектами;<br>4) повышение затрат с целью повышения эффективности проекта.                                                                                                                                                                                                                          |      |    |
| 12 | Основным критерием сравнительной технико-экономической эффективности проектных вариантов в общем случае является<br>1) минимум капитальных вложений;<br>2) максимальный чистый дисконтированный доход;<br>3) минимум ежегодных издержек;<br>4) максимальная прибыль реализации проекта.                                                          | ПК-5 | H2 |
| 13 | В условиях одинакового производственного эффекта вариантов (технически взаимозаменяемые, т.е. допустимые варианты) основным затратным критерием эффективности является<br>1) минимум приведенных затрат;<br>2) минимум ежегодных издержек эксплуатации;<br>3) минимум капитальных вложений;<br>4) минимум себестоимости передачи электроэнергии. | ПК-5 | H2 |
| 14 | Укажите правильное выражение для расчета годовых приведенных затрат по варианту электрической сети, если объект вводится в эксплуатацию с неизменными годовыми издержками:<br>1) $Z = KE_n + И$ ;<br>2) $Z = KT_n + И$ ;<br>3) $Z = K + ИT_n$ ;<br>4) $Z = K + ИE_n$ .                                                                           | ПК-5 | H2 |
| 15 | При сравнении двух проектных вариантов величина $T_o$ , определяемая по формуле $T_o = (K_1 - K_2)/(И_2 - И_1)$ , называется<br>1) срок окупаемости затрат;<br>2) срок окупаемости капитальных вложений;<br>3) нормативный срок окупаемости капитальных вложений;<br>4) срок окупаемости дополнительных капитальных вложений.                    | ПК-5 | H2 |
| 16 | При нормативном коэффициенте эффективности капитальных затрат (норме дисконта) $E_n = 0,2$ (1/год) нормативный срок окупаемости составит<br>1) 4 года;<br>2) 5 лет;<br>3) 6 лет;<br>4) 8 лет.                                                                                                                                                    | ПК-5 | H2 |
| 17 | Какая категория надежности электроснабжения электроприёмников соответствует наиболее жестким нормативным требованиям?<br>1) первая категория;<br>2) вторая категория;<br>3) третья категория;<br>4) особая категория.                                                                                                                            | ПК-5 | У3 |
| 18 | При экономической оценке надежности электроснабжения в показатели сравнительной экономической эффективности вариантов дополнительно включают                                                                                                                                                                                                     | ПК-5 | У3 |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | 1) удельные ущербы от аварийных и плановых ограничений нагрузки;<br>2) ущерб от перерывов электроснабжения;<br>3) длительность аварийных и плановых простоев;<br>4) коэффициенты ограничения мощности.                                                                                                        |      |    |
| 19 | Назовите единицу измерения удельного ущерба от перерывов электроснабжения по-потребителей:<br>1) тыс. руб/год;<br>2) кВт×ч/год;<br>3) тыс. руб./кВт×ч;<br>4) кВт×ч.                                                                                                                                           | ПК-5 | УЗ |
| 20 | Коэффициент вынужденного простоя элемента при аварийном ремонте определяется<br>1) средним временем восстановления;<br>2) параметром потока отказов элемента;<br>3) обоими указанными факторами;<br>4) категорией надежности потребителей.                                                                    | ПК-5 | УЗ |
| 21 | Коэффициент простоя элемента при плановом ремонте определяется<br>1) средним временем восстановления при плановом ремонте;<br>2) частотой плановых ремонтов элемента;<br>3) обоими указанными факторами;<br>4) категорией надежности потребителей.                                                            | ПК-5 | УЗ |
| 22 | Лучшие экономические показатели надежности будет иметь схема<br>1) при параллельном соединении элементов с двукратным резервированием;<br>2) при последовательном соединении элементов;<br>3) при параллельном соединении элементов с многократным резервированием;<br>4) при смешанном соединении элементов. | ПК-5 | УЗ |
| 23 | Фактор экологии при сравнительной эффективности вариантов может быть учтен применением следующей величины<br>1) дополнительные затраты;<br>2) повышение требований надежности;<br>3) дополнительная длина ВЛ в зависимости от условий прохождения трассы;<br>4) себестоимость передачи электроэнергии.        | ПК-5 | УЗ |
| 24 | Электрические сети напряжением 110-220-330-500-750 кВ, предназначенные для связи электростанций с крупными базовыми узлами, называют<br>1) системообразующие;<br>2) питающие;<br>3) распределительные;<br>4) разветвленные.                                                                                   | ПК-5 | 33 |
| 25 | Электрические сети напряжением 6-10-35 кВ, предназначенные для связи центров питания с потребительскими подстанциями систем электроснабжения, называют<br>1) системообразующие;<br>2) питающие;                                                                                                               | ПК-5 | 33 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                  |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | 3) распределительные;<br>4) разветвленные.                                                                                                                                                                                                       |      |    |
| 26 | Основным напряжением распределительных сетей сельских районов является<br>1) 0,38 кВ;<br>2) 6 кВ;<br>3) 10 кВ;<br>4) 35 кВ.                                                                                                                      | ПК-5 | 33 |
| 27 | Основным напряжением распределительных сетей промышленных предприятий и городских районов является<br>1) 0,38 кВ;<br>2) 6 кВ;<br>3) 10 кВ;<br>4) 35 кВ.                                                                                          | ПК-5 | 33 |
| 28 | Укажите, какая подстанция узловая.<br><br>1) 2) 3) 4)                                                                                                          | ПК-4 | 32 |
| 29 | Укажите, какая подстанция ответвительная.<br><br>1) 2) 3) 4)                                                                                                  | ПК-4 | 32 |
| 30 | Укажите, какая подстанция проходная.<br><br>1) 2) 3) 4)                                                                                                      | ПК-4 | 32 |
| 31 | Укажите, какая подстанция тупиковая.<br><br>1) 2) 3) 4)                                                                                                      | ПК-4 | 32 |
| 32 | Основными факторами, определяющими выбор номинального напряжения электропередачи, являются передаваемая мощность и<br>1) сложившаяся система номинальных напряжений;<br>2) число цепей;<br>3) длина электропередачи;<br>4) географический район. | ПК-5 | Н2 |
| 33 | Экономическая плотность тока соответствует минимуму:<br>1) капитальных затрат;                                                                                                                                                                   | ПК-5 | Н2 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | 2) приведенных затрат;<br>3) издержек эксплуатации;<br>4) потерь энергии.                                                                                                                                                                                                                                                        |      |    |
| 34 | Основными критериями выбора сечений проводов ВЛ 35 кВ и выше является:<br>1) допустимая потеря напряжения;<br>2) механическая прочность;<br>3) расчетный ток КЗ;<br>4) экономическая плотность тока.                                                                                                                             | ПК-5 | H2 |
| 35 | Экономическая плотность тока не зависит от<br>1) материала проводника;<br>2) длины электропередачи;<br>3) плотности годового графика нагрузки;<br>4) географического района.                                                                                                                                                     | ПК-5 | H2 |
| 36 | Основным преимуществом метода экономических интервалов является возможность учета<br>1) географического и климатического района;<br>2) типа и материала опор ВЛ;<br>3) числа цепей;<br>4) дискретности шкалы сечений проводников.                                                                                                | ПК-5 | H2 |
| 37 | Основным критерием выбора сечений проводов сельских распределительных сетей 0,38-10 кВ является:<br>1) допустимая потеря напряжения;<br>2) механическая прочность;<br>3) условия нагревания проводников;<br>4) экономическая плотность тока.                                                                                     | ПК-5 | H2 |
| 38 | Для электропроводок зданий и сооружений, проложенных скрыто в трубах, лотках, кабельных каналах основным критерием выбора сечения проводов является:<br>1) условия нагревания проводников;<br>2) механическая прочность;<br>3) условия нагревания проводников;<br>4) термическая стойкость к токам КЗ.                           | ПК-5 | 34 |
| 39 | Для воздушных линий 110 кВ и выше дополнительным техническим ограничением может служить:<br>1) условия нагревания проводников;<br>2) механическая прочность;<br>3) коронирование проводов ВЛ;<br>4) термическая стойкость к токам КЗ.                                                                                            | ПК-5 | H2 |
| 40 | Какое техническое ограничение пропускной способности линии электропередачи, как правило, не является решающим:<br>1) предел передаваемой мощности по статической устойчивости;<br>2) пропускная способность концевых устройств электропередачи;<br>3) допустимый ток по нагреву проводников;<br>4) допустимая потеря напряжения. | ПК-5 | H2 |
| 41 | Основным критерием оптимизации структуры и параметров сети при соблюдении всех технических ограничений на стадии проектирования является:                                                                                                                                                                                        | ПК-4 | 32 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | 1) минимум приведенных затрат;<br>2) минимум капитальных затрат;<br>3) минимум ежегодных издержек эксплуатации;<br>4) минимум потерь электроэнергии.                                                                                                                                       |      |    |
| 42 | Основным критерием оптимизации параметров режима сети при соблюдении всех технических ограничений на стадии эксплуатации является:<br>1) минимум приведенных затрат;<br>2) минимум капитальных затрат;<br>3) минимум ежегодных издержек эксплуатации;<br>4) минимум потерь электроэнергии. | ПК-4 | 32 |
| 43 | Что не является следствием компенсации реактивной мощности в сети?<br>1) снижение потерь активной мощности;<br>2) снижение потерь напряжения;<br>3) снижение потока реактивной мощности в сети;<br>4) снижение потребления активной мощности.                                              | ПК-4 | 32 |
| 44 | Что является следствием оптимизации структуры распределительной сети?<br>1) повышение рабочего напряжения;<br>2) оптимизация точек размыкания замкнутой сети;<br>3) выравнивание графика нагрузки;<br>4) оптимизация количества включенных в работу трансформаторов.                       | ПК-4 | 32 |
| 45 | Наибольшее количество электроэнергии в РФ вырабатывается на станциях:<br>1) атомных;<br>2) тепловых;<br>3) гидравлических;<br>4) ветровых.                                                                                                                                                 | ПК-5 | 33 |
| 46 | Для нагрузочных узлов электрической сети заданными режимными параметрами являются:<br>1) мощности нагрузки;<br>2) напряжение;<br>3) сопротивления нагрузки;<br>4) проводимости нагрузки.                                                                                                   | ПК-5 | H2 |
| 47 | Для генераторного узла сети, принятого балансирующим, заданными режимными параметрами являются:<br>1) мощности генератора;<br>2) напряжение;<br>3) сопротивления генератора;<br>4) проводимости генератора.                                                                                | ПК-5 | H2 |
| 48 | Для линий и трансформаторных ветвей сети заданными параметрами являются:<br>1) потоки мощности;<br>2) напряжения начального и конечного узлов;<br>3) сопротивления ветви и проводимости начального и конечного узлов;<br>4) составляющие тока ветви.                                       | ПК-5 | H2 |
| 49 | Номинальное напряжение сельских распределительных электрических сетей равно ... кВ:                                                                                                                                                                                                        | ПК-4 | 32 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                  |      |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| 50 | Какое устройство служит для преобразования электрической энергии в механическую:                                                                                                                                                 | ПК-4 | 32 |
| 51 | Какое устройство служит для преобразования механической энергии в электрическую:                                                                                                                                                 | ПК-4 | 32 |
| 52 | Какое устройство служит для преобразования электроэнергии одного напряжения в электроэнергию другого напряжения:                                                                                                                 | ПК-4 | 32 |
| 53 | Полная мощность, передаваемая по линии 0,38 кВ $S=40$ кВА. Ток линии составит ... А:                                                                                                                                             | ПК-5 | 33 |
| 54 | Для трансформатора 35/10 кВ; $S_n=2500$ кВА; $\Delta P_x=4,5$ кВт; $\Delta P_k=25$ кВт. При каком коэффициенте загрузки $k_3$ потери активной мощности составляют $\Delta P = 20,5$ кВт?                                         | ПК-5 | 33 |
| 55 | Ток в первичной обмотке трансформатора 10/0,4 кВ $S_n = 100$ кВА составляет 4,33 А. Коэффициент загрузки трансформатора равен:                                                                                                   | ПК-5 | 33 |
| 56 | По линии 10 кВ передается нагрузка $P = 300$ кВт; $\cos\varphi = 0,85$ . Переданная реактивная мощность $Q$ составит ... кВАр:                                                                                                   | ПК-5 | 33 |
| 57 | Ток в первичной обмотке трансформатора 10/0,4 кВ $S_n = 160$ кВА составляет 3,75 А. Коэффициент загрузки трансформатора равен:                                                                                                   | ПК-5 | 34 |
| 58 | По линии 10 кВ передается нагрузка $S = 300$ кВА; $\cos\varphi = 0,85$ . Передаваемая реактивная мощность $Q$ составит ... кВАр:                                                                                                 | ПК-5 | 34 |
| 59 | Трансформатор 10/0,4 кВ, $S_n = 63$ кВА, загружен на 80%. Ток во вторичной обмотке составит ... А:                                                                                                                               | ПК-5 | 34 |
| 60 | ВЛ 0,38 кВ питает группу из 10 жилых домов, каждый имеет расчетный максимум нагрузки $P_{\max} = 2,5$ кВт при $\cos\varphi = 0,93$ , коэффициент одновременности 0,42. Ток головного участка ВЛ в часы максимума составит ... А: | ПК-5 | 34 |

### 5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

| № | Содержание                                                                                              | Компетенция | ИДК |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1 | Какие задачи решаются при проектировании систем электро-снабжения?                                      | ПК-5        | Н2  |
| 2 | Какие электрические сети относятся к системообразующим, а какие к распределительным?                    | ПК-5        | Н2  |
| 3 | Какие требования предъявляются к схемам электрических сетей?                                            | ПК-5        | Н2  |
| 4 | Какие известны подходы к учету надежности электроснабжения при выборе схем электрических сетей?         | ПК-5        | Н2  |
| 5 | Что понимается под обеспечением гибкости схемы электрической сети?                                      | ПК-5        | Н2  |
| 6 | В чем сущность блочной и связанной схем протяженных электропередач? Каковы их достоинства и недостатки? | ПК-5        | 33  |
| 7 | Как подключаются устройства поперечной и продольной компенсации в протяженных электропередачах?         | ПК-5        | 33  |
| 8 | Чем отличается распределительный пункт от подстанции?                                                   | ПК-5        | 33  |
| 9 | Каковы особенности построения систем распределения электроэнергии в городах?                            | ПК-5        | 33  |

|    |                                                                                                                       |      |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| 10 | Как формируется схема внешнего электроснабжения городов?                                                              | ПК-5 | 33 |
| 11 | В чем отличие городских питающих и распределительных сетей 10(6) кВ?                                                  | ПК-5 | 33 |
| 12 | Какие известны схемы питающих сетей 10(6) кВ?                                                                         | ПК-5 | 33 |
| 13 | С помощью каких аппаратов могут подключаться к сети трансформаторы 10(6)/0,38 кВ?                                     | ПК-5 | 33 |
| 14 | Как выглядят схема радиальной нерезервированной и схема с двумя источниками питания городской распределительной сети? | ПК-5 | 33 |
| 15 | В чем сущность двухлучевых схем распределительных сетей с АВР на стороне высшего и низшего напряжения?                | ПК-5 | 33 |
| 16 | Какие системы напряжений могут применяться в сельских сетях?                                                          | ПК-5 | 33 |
| 17 | Каковы особенности построения систем распределения электроэнергии в сельской местности?                               | ПК-5 | 33 |
| 18 | Какого назначения секционирующие устройств? Где они устанавливаются? В виде каких аппаратов могут выполняться?        | ПК-5 | 33 |
| 19 | Как подключаются трехфазные и однофазные электроприёмники к четырехпроводной сети напряжением 0,38 кВ?                | ПК-5 | 33 |
| 20 | Как выполняется сеть 0,38 кВ при наличии уличного освещения?                                                          | ПК-5 | 33 |
| 21 | Как формируются разомкнутые нерезервируемые и петлевые схемы сетей 0,38 кВ?                                           | ПК-5 | 33 |
| 22 | Каково назначение автоматов обратной мощности в замкнутых сетях 0,38 кВ?                                              | ПК-5 | 33 |
| 23 | От чего зависят возможные конфигурации электрических сетей?                                                           | ПК-5 | УЗ |
| 24 | Какие известны радиальные и замкнутые конфигурации электрических сетей?                                               | ПК-5 | УЗ |
| 25 | Исходя из каких принципов разрабатываются варианты возможных конфигураций электрической сети?                         | ПК-5 | УЗ |
| 26 | Какие известны способы присоединения подстанций к одной радиальной и двойной радиальной сети?                         | ПК-5 | УЗ |
| 27 | Как могут подключаться подстанции к сети с двумя центрами питания?                                                    | ПК-5 | УЗ |
| 28 | Какие требования предъявляются к схемам распределительных устройств?                                                  | ПК-4 | 32 |
| 29 | Какие известны блочные схемы подстанций?                                                                              | ПК-4 | 32 |
| 30 | В чем сущность схем мостика и четырехугольника?                                                                       | ПК-4 | 32 |
| 31 | Чем отличается секция шин от системы шин?                                                                             | ПК-4 | 32 |
| 32 | Каково назначение секционного, шиносоединительного и обходного выключателей?                                          | ПК-4 | 32 |
| 33 | Каково назначение обходной системы шин?                                                                               | ПК-4 | 32 |
| 34 | Как подключается линия в схеме с двумя секциями шин и обходной системой шин?                                          | ПК-4 | 32 |
| 35 | Как подключается линия в схеме с двумя системами шин и обходной системой шин?                                         | ПК-4 | 32 |
| 36 | Как подключаются линии в схеме с полутора выключателями на присоединение?                                             | ПК-4 | 32 |
| 37 | Какие известны схемы распределительных устройств низше-                                                               | ПК-4 | 32 |

|    |                                                                                                                                            |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | го напряжения одно- и двухтрансформаторных подстанций?                                                                                     |      |    |
| 38 | Какие известны основные экономические показатели систем передачи и распределения электроэнергии?                                           | ПК-5 | H2 |
| 39 | Какие составляющие входят в капитальные затраты электрической сети?                                                                        | ПК-5 | H2 |
| 40 | От чего зависит стоимость сооружения линии электропередачи?                                                                                | ПК-5 | H2 |
| 41 | Как укрупненно определяется стоимость подстанции?                                                                                          | ПК-5 | H2 |
| 42 | Что понимается под ежегодными издержками на эксплуатацию электрической сети? Какие составляющие входят в них?                              | ПК-5 | H2 |
| 43 | В чем сущность амортизационных отчислений? Как они зависят от срока службы объекта?                                                        | ПК-5 | H2 |
| 44 | Как определяются затраты на возмещение потерь электроэнергии в электрической сети?                                                         | ПК-5 | H2 |
| 45 | От чего зависит стоимость 1 кВтч потерянной электроэнергии?                                                                                | ПК-5 | H2 |
| 46 | Как определяется чистый дисконтированный доход?                                                                                            | ПК-5 | H2 |
| 47 | При каком чистом дисконтированном доходе эффективно сооружение объекта?                                                                    | ПК-5 | H2 |
| 48 | Что понимается под сроком окупаемости капитальных затрат?                                                                                  | ПК-5 | H2 |
| 49 | Как применить показатель чистого дисконтированного дохода при оценке сравнительной эффективности вариантов сооружения объекта?             | ПК-5 | H2 |
| 50 | Какие известны затратные критерии, используемые для оценки сравнительной эффективности вариантов сооружения объекта?                       | ПК-5 | H2 |
| 51 | Что собой представляет статический критерий приведенных затрат и каковы условия возможного его применения?                                 | ПК-5 | H2 |
| 52 | Как определяется срок окупаемости при сравнении двух вариантов сооружения объекта?                                                         | ПК-5 | H2 |
| 53 | Какому экономическому критерию соответствует экономическая плотность тока?                                                                 | ПК-5 | H2 |
| 54 | Какие конкурирующие факторы имеют место при выборе площади сечения проводников линий по экономическим соображениям?                        | ПК-5 | H2 |
| 55 | Как производится выбор площади сечения проводников линий по нормативной экономической плотности тока?                                      | ПК-5 | H2 |
| 56 | В чем состоят недостатки применения нормативной экономической плотности тока при выборе площади сечения проводников линий электропередачи? | ПК-5 | H2 |
| 57 | Исходя из каких условий находится расчетный ток, по которому выбираются площади сечения проводников по экономическим соображениям?         | ПК-5 | H2 |
| 58 | В чем сущность выбора площади сечения проводников по экономическим интервалам нагрузки?                                                    | ПК-5 | H2 |
| 59 | На основании какого критерия находятся экономические интервалы нагрузки?                                                                   | ПК-5 | H2 |
| 60 | Как определить граничное значение тока, при котором целесообразно переходить от одной площади сечения проводников к другой?                | ПК-5 | H2 |

|    |                                                                                                                                                        |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| 61 | В чем заключаются общие недостатки выбора площади сечения проводников по нормативной экономической плотности тока и экономическим интервалам нагрузки? | ПК-5 | Н2 |
| 62 | Как можно непосредственно использовать затратные экономические критерии при выборе площади сечения проводников линий по экономическим соображениям?    | ПК-5 | Н2 |
| 63 | Какие факторы влияют на выбор номинального напряжения линии электропередачи?                                                                           | ПК-5 | Н2 |
| 64 | Каковы области применения различных номинальных напряжений?                                                                                            | ПК-5 | Н2 |
| 65 | Что представляют собой экономические области номинальных напряжений и как они строятся?                                                                | ПК-5 | Н2 |
| 66 | В каких сетях и почему выбор проводников линий производят по допустимой потере напряжения?                                                             | ПК-5 | 34 |
| 67 | В чем заключается задача выбора площади сечения проводников линий по допустимой потере напряжений?                                                     | ПК-5 | 34 |
| 68 | Какие дополнительные условия применяются при выборе проводников по допустимой потере напряжения? Каковы области их использования?                      | ПК-5 | 34 |
| 69 | Какова последовательность выбора проводников линий по допустимой потере напряжения?                                                                    | ПК-5 | 34 |
| 70 | Какое условие должно соблюдаться при выборе проводников линий по условию их нагревания?                                                                | ПК-5 | 34 |
| 71 | Как изменяется допустимая плотность тока в зависимости от площади сечения проводника?                                                                  | ПК-5 | 34 |
| 72 | Исходя из каких режимов сети следует выбирать проводники линий по условию нагревания?                                                                  | ПК-5 | 34 |
| 73 | Какому условию должны удовлетворять провода воздушных линий с учетом возможности появления короны?                                                     | ПК-5 | Н2 |
| 74 | Что понимается под пропускной способностью линий электропередачи?                                                                                      | ПК-5 | Н2 |
| 75 | Какие технические ограничения влияют на пропускную способность линий электропередач и электрических сетей?                                             | ПК-5 | Н2 |
| 76 | Какие известны подходы к учету надежности электроснабжения при проектировании развития электрической сети?                                             | ПК-5 | Н2 |
| 77 | Как разделяются электроприемники по категориям для обеспечения соответствующей надежности электроснабжения?                                            | ПК-5 | Н2 |
| 78 | Как учитывается в критериях сравнительной эффективности экономический ущерб из-за недоотпуска электроэнергии?                                          | ПК-5 | Н2 |
| 79 | Как определяется ущерб от вынужденных и плановых перебоев электроснабжения?                                                                            | ПК-5 | Н2 |
| 80 | Как определить коэффициент вынужденного простоя при последовательном и параллельном соединении элементов электрической сети?                           | ПК-5 | Н2 |
| 81 | При каких ограничениях повышение номинального напряжения позволяет увеличить пропускную способность линии и сети?                                      | ПК-5 | Н2 |
| 82 | Какими путями можно повысить пропускную способность сети, если она ограничивается допустимой потерей напряжения?                                       | ПК-5 | У4 |
| 83 | Какими путями можно повысить пропускную способность                                                                                                    | ПК-5 | У4 |



|    |                                                                                                                                |      |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | линии электропередачи, если она ограничивается допустимым током по нагреванию?                                                 |      |    |
| 84 | В каких случаях и почему можно увеличить пропускную способность сети за счет установки устройств поперечной компенсации?       | ПК-5 | У4 |
| 85 | Когда эффективны устройства продольной компенсации для повышения пропускной способности распределительных электрических сетей? | ПК-5 | У4 |
| 86 | Какие известны критерии оптимизации параметров систем передачи и распределения электроэнергии?                                 | ПК-4 | 32 |
| 87 | Какие критерии применяют для оптимизации режимов систем передачи и распределения электроэнергии?                               | ПК-4 | 32 |
| 88 | Каковы наиболее характерные пути оптимизации параметров электрических сетей?                                                   | ПК-4 | 32 |
| 89 | Какие наиболее характерные способы применяют для оптимизации режимов электрических сетей?                                      | ПК-4 | 32 |

### 5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

| № | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Компетенция | ИДК |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1 | Для схемы сети, приведенной на рисунке, определить следующие экономические показатели: капитальные затраты, ежегодные издержки, себестоимость и расчетную стоимость передачи электроэнергии. Номинальные напряжения: $U_{1ном} = 110$ кВ; $U_{2ном} = 10$ кВ. Длина линии $L = 40$ км, марка провода АС 120/19, номинальная мощность каждого трансформатора $S_{Тном} = 16$ МВА, наибольшая нагрузка подстанции $S_{нб} = 30 + j10$ МВА, время использования наибольшей полной и активной мощности $T_{нб} = T_{нба} = 5000$ ч.                                                                                                                               | ПК-4        | 32  |
| 2 | Произвести технико-экономическое сравнение двух вариантов сооружения двухцепной линии электропередачи напряжением 110 кВ длиной 40 км с различными марками проводов: вариант 1 - АС 120/19; вариант 2 - АС 240/32. Строительство линии предполагается осуществить в течение одного года, после чего она будет работать с неизменной по годам наибольшей мощностью $S_{нб} = 30 + j10$ МВА с временем использования наибольшей полной и активной мощности $T_{нб} = T_{нба} = 5000$ ч.                                                                                                                                                                         | ПК-5        | 33  |
| 3 | Произвести технико-экономическое сравнение двух вариантов двухцепной линии электропередачи напряжением 110 кВ длиной 40 км с различными марками проводов: вариант 1 - АС 120/19; вариант 2 - АС 240/32. Строительство линии предполагается осуществить в течение первого года. Во второй год она будет работать с наибольшей нагрузкой $S_{2нб} = 30 + j10$ МВА, в третий год с $S_{3нб} = 50 + j20$ МВА, в четвертый год с $S_{4нб} = 60 + j30$ МВА, в последующие годы нагрузка изменяться не будет. Время наибольших потерь $\tau = 3411$ ч. Стоимость нагрузочных потерь электроэнергии $\beta_n = 0,9$ тыс.руб/МВтч. Норму дисконта принять $E = 0,12$ . | ПК-5        | 33  |
| 4 | Определить коэффициенты вынужденного простоя потребителей $\Pi_1$ , и $\Pi_2$ получающих питание по схеме сети напряже-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-5        | У4  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | нием 110 кВ, приведенной на рисунке. Линии электропередачи выполнены на металлических опорах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |    |
| 5  | Выбрать номинальные напряжения и провода линий электропередачи для схемы сети, приведенной на рисунке. Длины линий и нагрузки в узлах сети в режиме наибольших нагрузок приведены на схеме. Время использования наибольшей нагрузки узла 1 составляет $T_{1нб} = 4000$ ч, узла 2 $T_{2нб} = 5000$ ч, узла 3 $T_{3нб} = 6000$ ч.                                                                                                                                                                                           | ПК-5 | У3 |
| 6  | Построить экономические интервалы токовых нагрузок кабельных линий напряжением 10 кВ, прокладываемых в траншее с одиночными кабелями марки АСБУ, по которым удельные капитальные затраты $K_0$ и удельные сопротивления $r_0$ приведены в таблице.                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-5 | 34 |
| 7  | Определить площади сечения алюминиевых проводов участков сети напряжением 10 кВ, приведенной на рисунке, по допустимой потере напряжения, равной $\Delta U_{доп} = 8,0\%$ . Длины участков, км, и нагрузки в узлах $S_1$ , $S_2$ и $S_3$ , МВА, указаны на схеме. Удельную проводимость материала проводов принять $\gamma = 32$ м/Ом мм <sup>2</sup> .                                                                                                                                                                   | ПК-5 | У4 |
| 8  | Определить мощность компенсирующего устройства, необходимую для повышения пропускной способности линии по активной мощности, ограничиваемой допустимым током по нагреву проводов, с $P = 3000$ кВт при $\cos\varphi = 0,75$ до $P_k = 3500$ кВт. Найти, каким при этом станет $\cos\varphi$ линии. Определить наибольшую активную мощность, которую можно передать при неизменном допустимом токе, и мощность компенсирующего устройства, которая потребуется для этого.                                                  | ПК-5 | У4 |
| 9  | Построить зависимости пропускной способности по допустимой потере напряжения для линии длиной $L = 5,0$ км напряжением $U_{ном} = 10$ кВ от площади сечения алюминиевых проводов в диапазоне марок проводов от А 25 до А 95 и от сечения сталеалюминиевых проводов в диапазоне от АС 25/4,2 до АС 95/16. Среднегеометрическое расстояние между проводами фаз принять равным 1,0 м. Допустимую потерю напряжения принять $\Delta U_{доп} = 8,0\%$ . Расчеты выполнить при различных $\cos\varphi$ : 1,0; 0,90; 0,80; 0,60. | ПК-4 | 32 |
| 10 | По линии напряжением 10 кВ длиной 12 км, выполненной с проводом марки А50, передается активная мощность $P = 800$ кВт при $\cos\varphi = 0,75$ . Найти мощность компенсирующего устройства поперечной компенсации, позволяющую увеличить пропускную способность линии до $P_k = 1200$ кВт без увеличения потерь напряжения. Предполагается, что дополнительные потребители подключаются с тем же $\cos\varphi$ . Определить, как изменится $\cos\varphi$ после установки компенсирующего устройства.                      | ПК-5 | У4 |

**5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ**  
«Не предусмотрена».

**5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы**  
«Не предусмотрена».

#### 5.4. Система оценивания достижения компетенций

##### 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

|                                                                                                                                                    |                                                                                            |                         |                   |                  |                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------------|
| ПК-5 Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей |                                                                                            |                         |                   |                  |                                       |
| Индикаторы достижения компетенции ПК-4                                                                                                             |                                                                                            | Номера вопросов и задач |                   |                  |                                       |
| Код                                                                                                                                                | Содержание                                                                                 | вопросы к экзамену      | задачи к экзамену | вопросы к зачету | вопросы по курсовому проекту          |
| 32                                                                                                                                                 | Методы определения количества электроустановок для различных видов и масштабов производств | 18-21                   |                   | 11               | 4-6                                   |
| ПК-6 Способен проектировать системы электроснабжения и отдельные электроустановки в составе этих систем                                            |                                                                                            |                         |                   |                  |                                       |
| Индикаторы достижения компетенции ПК-5                                                                                                             |                                                                                            | Номера вопросов и задач |                   |                  |                                       |
| Код                                                                                                                                                | Содержание                                                                                 | вопросы к экзамену      | задачи к экзамену | вопросы к зачету | вопросы по курсовому проекту (работе) |
| 33                                                                                                                                                 | Принципы размещения линий электропередачи и трансформаторных подстанций                    | 2                       | 2                 | 4-8              |                                       |
| 34                                                                                                                                                 | Принципы прокладки кабельных линий в помещениях                                            | 8-9                     |                   |                  | 21-24                                 |
| У3                                                                                                                                                 | Разрабатывать варианты размещения линий электропередачи и трансформаторных подстанций      | 12-17                   |                   | 9-10             |                                       |
| У4                                                                                                                                                 | Формировать перечень электрооборудования, подлежащего установке на объекте                 | 11                      |                   | 12-13            |                                       |
| Н2                                                                                                                                                 | Обоснования параметров систем электроснабжения                                             | 1,3-7,10                | 1,3-10            | 1-3              | 1-3,7-20,25-28                        |

##### 5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

|                                                                                                                                                    |                                                                                            |                         |                        |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| ПК-5 Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей |                                                                                            |                         |                        |                                      |
| Индикаторы достижения компетенции ПК-4                                                                                                             |                                                                                            | Номера вопросов и задач |                        |                                      |
| Код                                                                                                                                                | Содержание                                                                                 | вопросы тестов          | вопросы устного опроса | задачи для проверки умений и навыков |
| 32                                                                                                                                                 | Методы определения количества электроустановок для различных видов и масштабов производств | 28-31,41-44, 49-52      | 28-37,86-89            | 1,9                                  |
| ПК-6 Способен проектировать системы электроснабжения и отдельные электроустановки в составе этих систем                                            |                                                                                            |                         |                        |                                      |
| Индикаторы достижения компетенции ПК-5                                                                                                             |                                                                                            | Номера вопросов и задач |                        |                                      |
| Код                                                                                                                                                | Содержание                                                                                 | вопросы тестов          | вопросы устного опроса | задачи для проверки умений и навыков |
| 33                                                                                                                                                 | Принципы размещения линий электропередачи и трансформаторных подстанций                    | 24-27,45, 53-56         | 6-22                   | 2-3                                  |
| 34                                                                                                                                                 | Принципы прокладки кабельных линий в помещениях                                            | 38, 57-60               | 66-72                  | 6                                    |

|    |                                                                                       |                          |                  |          |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|----------|
| У3 | Разрабатывать варианты размещения линий электропередачи и трансформаторных подстанций | 17-23                    | 23-27            | 5        |
| У4 | Формировать перечень электрооборудования, подлежащего установке на объекте            |                          | 82-85            | 4,7-8,10 |
| Н2 | Обоснования параметров систем электро-снабжения                                       | 1-16,32-37, 39-40, 46-48 | 1-5,38-65, 73-81 |          |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

| № | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Тип издания  | Вид учебной литературы |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|
| 1 | Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика" / А. А. Герасименко, В. Т. Федин - Ростов н/Д: Феникс, 2008 - 716 с. [ЦИТ 2228]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Учебное      | Основная               |
| 2 | Извеков Е. А. Проектирование систем электро-снабжения. Курсовое проектирование [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Е. А. Извеков, В. В. Картавцев, И. В. Лакомов; Картавцев В. В., Лакомов И. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - 152 с. [ЭИ] [ЭБС Лань] URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/231503">https://e.lanbook.com/book/231503</a>                                                                                                                                                                                                      | Учебное      | Дополнительная         |
| 3 | Извеков Е. А. Учебно-методическое пособие для лабораторных занятий по дисциплине "Проектирование систем электроснабжения" для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 "Агроинженерия", профиль "Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей" / [Е. А. Извеков, В. В. Картавцев]; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2017 - 91 с. [ЦИТ 17171] [ПТ] URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b139980.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b139980.pdf</a> | Учебное      | Дополнительная         |
| 4 | Щербаков Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / Е. Ф. Щербаков, Д. С. Александров, А. Л. Дубов; Александров Д. С., Дубов А. Л. - Санкт-Петербург: Лань, 2024 - 392 с. [ЭИ] [ЭБС Лань] URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/364805">https://e.lanbook.com/book/364805</a>                                                                                                                                                                                                                                     | Учебное      | Дополнительная         |
| 5 | Проектирование систем электроснабжения [Электронный ресурс]: методические указания по самостоятельному изучению дисциплины для обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», направленность (профиль) подготовки «Электроснабжение» / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. Е. А. Извеков] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный уни-                                                                                                                                                                                        | Методическое |                        |

|   |                                                                                                                                                             |               |  |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|
|   | верситет, 2020 [ИТ] URL:<br><a href="http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155682.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m155682.pdf</a>                       |               |  |
| 6 | Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998- | Периодическое |  |

## 6.2. Ресурсы сети Интернет

### 6.2.1. Электронные библиотечные системы

| № | Название                    | Размещение                                                              |
|---|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Лань                        | <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>               |
| 2 | ZNANIUM.COM                 | <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>                   |
| 3 | ЮРАЙТ                       | <a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a> |
| 4 | IPRbooks                    | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>     |
| 5 | E-library                   | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>                 |
| 6 | Электронная библиотека ВГАУ | <a href="http://library.vsau.ru/">http://library.vsau.ru/</a>           |

### 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

| № | Название                                                            | Адрес доступа                                                     |
|---|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1 | Портал открытых данных РФ                                           | <a href="https://data.gov.ru/">https://data.gov.ru/</a>           |
| 2 | Портал государственных услуг                                        | <a href="https://www.gosuslugi.ru/">https://www.gosuslugi.ru/</a> |
| 3 | Справочная правовая система Гарант                                  | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> |
| 4 | Справочная правовая система Консультант Плюс                        | <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>           |
| 5 | Аграрная российская информационная система.                         | <a href="http://www.aris.ru/">http://www.aris.ru/</a>             |
| 6 | Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям | <a href="http://agris.fao.org/">http://agris.fao.org/</a>         |

### 6.2.3. Сайты и информационные порталы

| № | Название      | Размещение                                                    |
|---|---------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | Все ГОСТы     | <a href="http://vsegost.com/">http://vsegost.com/</a>         |
| 2 | ПАО "Россети" | <a href="https://www.rosseti.ru/">https://www.rosseti.ru/</a> |
| 3 | Energybase    | <a href="https://energybase.ru/">https://energybase.ru/</a>   |

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

| Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: схемы, плакаты.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13а, а.205                                                                                                                                                                                            |
| Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, лабораторное оборудование: специализированный лабораторный стенд по курсу «Модели элементов электрической сети».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13а, а.226                                                                                                                                                                                            |
| Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, лабораторное оборудование: специализированный лабораторный стенд по курсу «Электроснабжение», шинная конструкция, стенд с плавкими предохранителями, стенд с автоматическим выключателем, разьединитель, малообъемный масляный выключатель (в комплекте с РУ-110кВ серии К-59), комплектное устройство наружной установки, выключатель высоковольтный вакуумный 10 кВ, привод к выключателю ВВВ-10-2-400У1, малообъемный масляный выключатель 110 кВ, трансформатор тока, трансформатор напряжения, трансформатор силовой с естественным масляным охлаждением, комплектная трансформаторная подстанция, вентильный разрядник 10 кВ. ОПН-10 кВ, изоляторы ВЛ 10; 35 кВ, траверса ВЛ 10 кВ, линейная арматура ВЛ, индукционное токовое реле. | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13а, а.221                                                                                                                                                                                            |
| Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.219 (с 16 до 20 ч.)                                                                                                                                                                             |
| Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.321 (с 16 до 20 ч.)                                                                                                                                                                             |
| Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.232а (с 16 до 20 ч.)                                                                                                                                                                               |

**7.2. Программное обеспечение****7.2.1. Программное обеспечение общего назначения**

| № | Название                                                      | Размещение               |
|---|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Операционные системы MS Windows / Linux                       | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 2 | Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice      | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 3 | Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader     | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 4 | Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 5 | Антивирусная программа DrWeb ES                               | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 6 | Программа-архиватор 7-Zip                                     | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 7 | Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic                 | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 8 | Платформа онлайн-обучения eLearning server                    | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 9 | Система компьютерного тестирования AST Test                   | ПК в локальной сети ВГАУ |

**7.2.2. Специализированное программное обеспечение**

| № | Название                                                           | Размещение               |
|---|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Программа проектирования систем энергораспределения SIMARIS design | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 2 | Векторный графический редактор Kompas 3D                           | ПК в локальной сети ВГАУ |

**8. Междисциплинарные связи**

| Дисциплина, с которой необходимо согласование | Кафедра, на которой преподается дисциплина | ФИО заведующего кафедрой |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| Б1.В.04 Электрические системы и сети          | Электротехники и автоматики                | Афонищев Д.Н             |

**Приложение 1**  
**Лист периодических проверок рабочей программы**  
**и информация о внесенных изменениях**

| Должностное лицо,<br>проводившее про-<br>верку: Ф.И.О.,<br>должность       | Дата       | Потребность<br>в корректировке<br>указанием соответ-<br>ствующих разделов<br>рабочей программы | Информация о внесенных<br>изменениях                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Афоничев Д.Н.,<br>заведующий<br>кафедрой<br>электротехники<br>и автоматики | 13.05.2022 | Да<br><br>Рабочая программа<br>актуализирована<br>для 2022/2023<br>учебного года               | Скорректированы: п. 3, 3.1,<br>3.2, п. 4, 4.2, 4.3,<br>п. 7.1, табл. 7.2.1, 7.2.2 |
| Афоничев Д.Н.,<br>заведующий<br>кафедрой<br>электротехники<br>и автоматики | 20.06.2023 | Да<br><br>Рабочая программа<br>актуализирована<br>для 2023/2024<br>учебного года               | Скорректированы:<br>п. 5.3.2.1, п. 5.4.2, п. 7.1                                  |
| Афоничев Д.Н.,<br>заведующий<br>кафедрой<br>электротехники<br>и автоматики | 05.06.2024 | Нет<br><br>Рабочая программа<br>актуализирована на<br>2024/2025 учебный<br>год                 | —                                                                                 |