

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

Агроинженерный факультет

Кафедра электрификации сельского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Электрификации сельского хозяйства

Картавец В.В. 

«05» октября 2015 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине Б1.В.ОД.1 «Проектирование систем электроснабжения»
для направления 35.04.06 «Агроинженерия» (магистерская программа:
«Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей») –
прикладная магистратура, квалификация (степень) выпускника – магистр

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс	Формулировка	Разделы дисциплины		
		1	2	3
ОПК-4	Способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении стандартных и нестандартных профессиональных задач	+		+
ПК-3	Способностью и готовностью рассчитывать и оценивать условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции	+	+	+
ПК-6	Способностью к проектной деятельности на основе системного подхода, умением строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ	+	+	+
ПК-7	Способностью проведения инженерных расчетов для проектирования систем и объектов		+	

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1 Шкала академических оценок освоения дисциплины

Виды оценок	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале (коллоквиум, экзамен)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	хорошо	отлично

2.2 Текущий контроль

Код	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требования в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
						Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ОПК-4	<p>Знать - физические процессы в электрических сетях переменного и постоянного тока, схемы замещение элементов электрических сетей.</p> <p>Уметь - строить и анализировать модели электрической сети и ее элементов.</p> <p>Иметь навыки проведения инженерных расчетов электрических нагрузок, параметров схем замещения и режимов работы сети.</p>	1,3	<p>Сформированные знания необходимы прежде всего для понимания сути физических процессов, происходящих в электрической сети при передаче и преобразовании энергии. На этой основе обучающийся должен уметь разрабатывать расчетные модели сети и правильно определять их параметры.</p>	Лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 5-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 11-13)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 1-7, 46-48)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 5-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 11-13)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 1-7, 46-48)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 5-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 11-13)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 1-7, 46-48)</p>

Код	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требования в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
						Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ПК-3	<p>Знать - основные технико-экономические критерии разработки и оценивания вариантов развития электрической сети.</p> <p>Уметь - выполнять расчеты технико-экономических показателей сети, оценивать технические, экономические и экологические последствия принимаемых решений в условиях динамики электрических нагрузок.</p> <p>Иметь навыки применения оптимизационных и оценочных моделей, современных программных средств для построения и анализа вариантов развития сети.</p>	1-3	Сформированные знания необходимы для решения основных инженерных задач при эксплуатации и проектировании электрических сетей. Обоснованно выбрать экономические критерии построения и анализа проектных вариантов развития сети в условиях соблюдения требований надежности и качества электроснабжения. Применять критерии оптимизации структуры и параметров сети.	Лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 11-17, 18-23)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 14-17)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 10-15, 17-23)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 11-17, 18-23)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 14-17)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 10-15, 17-23)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 11-17, 18-23)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 14-17)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 10-15, 17-23)</p>

Код	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требования в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
						Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ПК-6	<p>Знать - закономерности графиков нагрузки производственных и бытовых потребителей; нормативные требования надежности и качества электроснабжения.</p> <p>Уметь - использовать характеристики параметров электрической нагрузки потребителей и параметров схем сети при решении проектных задач.</p> <p>Иметь навыки разработки и принятия проектных решений при проектировании развития электрической сети: выбор схемы сети и номинальных напряжений; выбор сечения проводов и номинальной мощности трансформаторов; выбор аппаратов по условиям расчета токов КЗ; выбор устройств защиты.</p>	1-3	Сформированные знания необходимы для выработки навыков проектирования развития электрической сети: выбора конфигурации сети, системы номинальных напряжений, параметров линий электропередачи и трансформаторов, проверки нормальных и аварийных режимов работы на выполнение технических ограничений.	Лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 1-3)</p> <p>Задания из раздела 3.2 (вопросы: 1-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 1-6)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 24-31, 32-38)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 1-3)</p> <p>Задания из раздела 3.2 (вопросы: 1-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 1-6)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 24-31, 32-38)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 1-3)</p> <p>Задания из раздела 3.2 (вопросы: 1-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 1-6)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 24-31, 32-38)</p>

Код	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требования в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
						Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ПК-7	<p>Знать - современные модели и алгоритмы оптимизации параметров и структуры сети.</p> <p>Уметь – осуществлять подготовку исходных данных для применения прикладных программ и проводить анализ полученных результатов.</p> <p>Иметь навыки принятия решения по выбору проектного варианта.</p>	2	Сформированные знания необходимы для приобретения навыков пользования современными моделями, алгоритмами и программными комплексами для систем автоматизации проектирования. Проводить подготовку исходных данных, анализ результатов и принятия решений.	Лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 6-9)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 8-10)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 41-45)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 6-9)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 8-10)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 41-45)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 6-9)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 8-10)</p> <p>Тесты из раздела 3.4 (номера тестов: 41-45)</p>

2.3 Промежуточная аттестация

Код	Планируемые результаты	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
				Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ОПК-4	<p>Знать - физические процессы в электрических сетях переменного и постоянного тока, схемы замещение элементов электрических сетей.</p> <p>Уметь - строить и анализировать модели электрической сети и ее элементов.</p> <p>Иметь навыки проведения инженерных расчетов электрических нагрузок, параметров схем замещения и режимов работы сети.</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Зачет, Экзамен; Защита курсового проекта	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 5-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 11-13)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 5-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 11-13)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 5-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 11-13)</p>
ПК-3	<p>Знать - основные технико-экономические критерии разработки и оценивания вариантов развития электрической сети.</p> <p>Уметь - выполнять расчеты технико-экономических показателей сети, оценивать технические, экономические и экологические последствия принимаемых решений в условиях динамики электрических нагрузок.</p> <p>Иметь навыки применения оптимизационных и оценочных моделей, современных программных средств для построения и анализа вариантов развития сети.</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Зачет, Экзамен; Защита курсового проекта	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 11-17, 18-23)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 14-17)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 11-17, 18-23)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 14-17)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 11-17, 18-23)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 14-17)</p>

Код	Планируемые результаты	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
				Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ПК-6	<p>Знать - закономерности графиков нагрузки производственных и бытовых потребителей; нормативные требования надежности и качества электроснабжения.</p> <p>Уметь - использовать характеристики параметров электрической нагрузки потребителей и параметров схем сети при решении проектных задач.</p> <p>Иметь навыки разработки и принятия проектных решений при проектировании развития электрической сети: выбор схемы сети и номинальных напряжений; выбор сечения проводов и номинальной мощности трансформаторов; выбор аппаратов по условиям расчета токов КЗ; выбор устройств защиты.</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Зачет, Коллоквиум; Экзамен; Защита курсового проекта	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 1-3)</p> <p>Задания из раздела 3.2 (вопросы: 1-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 1-6)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 1-3)</p> <p>Задания из раздела 3.2 (вопросы: 1-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 1-6)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы: 1-3)</p> <p>Задания из раздела 3.2 (вопросы: 1-10)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 1-6)</p>
ПК-7	<p>Знать - современные модели и алгоритмы оптимизации параметров и структуры сети.</p> <p>Уметь – осуществлять подготовку исходных данных для применения прикладных программ и проводить анализ полученных результатов.</p> <p>Иметь навыки принятия решения по выбору проектного варианта.</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Зачет, Экзамен; Защита курсового проекта	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы 6-9)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 8-10)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы 6-9)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 8-10)</p>	<p>Задания из раздела 3.1 (вопросы 6-9)</p> <p>Задания из раздела 3.3 (вопросы: 8-10)</p>

2.4 Критерии оценки на зачёте

Оценка, уровень	Критерии
Зачтено, высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы
Зачтено, повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.
Зачтено, пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
Не зачтено	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

2.5 Критерии оценки на коллоквиуме и экзамене

Оценка экзаменатора, уровень	Критерии
«отлично», высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы
«хорошо», повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.
«удовлетворительно», пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной
«неудовлетворительно»,	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

2.6 Критерии оценки устного опроса

Оценка	Критерии
«отлично»	выставляется обучающемуся, если он четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры
«хорошо»	выставляется обучающемуся, если он допускает отдельные погрешности в ответе
«удовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала
«неудовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

2.7 Критерии оценки тестов

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки	Показатель оценки сформированной компетенции
Пороговый	Обучающийся воспроизводит термины, основные понятия, способен узнавать языковые явления.	Не менее 55 % баллов за задания теста.
Повышенный	Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет на практике пройденный материал.	Не менее 75 % баллов за задания теста.
Высокий	Обучающийся анализирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	Не менее 90 % баллов за задания теста.
Компетенция не сформирована		Менее 55 % баллов за задания теста.

2.8 Критерии оценки защиты курсового проекта

Оценка	Критерии
«отлично»	выставляется обучающемуся, если принятые в проекте решения соответствуют требованиям надежности, экономичности и качества электроснабжения объекта, он четко обосновывает свои решения, обнаруживая при этом глубокое понимание предмета
«хорошо»	выставляется обучающемуся, если принятые решения соответствуют всем требованиям, но он недостаточно убедительно их обосновывает, допускает отдельные погрешности в ответе
«удовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если отдельные параметры сети недостаточно обоснованы, он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала
«неудовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает неумение самостоятельно выбрать правильное решение конкретной практической задачи, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины

2.9 Допуск к сдаче зачёта

1. Посещение лекций. Допускается один пропуск без предъявления справки.
2. Посещение лабораторных занятий. В случае пропуска обязательная отработка.
3. Сдача всех лабораторных работ.
4. Выполнение заданий самостоятельной работы.

2.10 Допуск к сдаче экзамена

1. Посещение занятий. Допускается один пропуск без предъявления справки.
2. Выполнение лабораторных работ и самостоятельных заданий.
3. Своевременная сдача коллоквиума и защита курсового проекта.
3. Активное участие в работе на занятиях.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Вопросы к зачету

1. Схемы основных электрических сетей энергосистем и систем электроснабжения.
2. Типы электрических станций и принципы их работы.
3. Характеристики потребителей сельского хозяйства, городов и промышленности.
4. Цели, задачи, методы и стадии проектирования электрических сетей.
5. Топология схем. Понятие контура, ветви, узла электрической сети.
6. Параметры схем. Схемы замещения линий и силовых трансформаторов.
7. Математические модели электрической нагрузки.
8. Статические характеристики нагрузочных узлов.
9. Математические модели генераторных узлов электрической сети.
10. Понятие балансирующего узла и узла, балансирующего по реактивной мощности.
11. Техничко-экономические показатели систем электроснабжения: капитальные затраты.
12. Техничко-экономические показатели систем электроснабжения: издержки эксплуатации.
13. Приведение разновременных затрат. Чистый дисконтированный доход. Срок окупаемости.
14. Критерии сравнительной технико-экономической эффективности вариантов. Общий критерий и затратный критерий.
15. Приведенные затраты при динамике затратных потоков.
16. Приведенные затраты как статический критерий.
17. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений и коэффициент эффективности.
18. Категории надежности электроснабжения.
19. Нормативный и экономический подход к учету надежности при проектировании систем электроснабжения.
20. Понятие ущерба от перерывов электроснабжения. Удельные ущербы.
21. Статистические характеристики аварийных и плановых простоев элементов сети.
22. Преобразование структурных схем надежности при выборе варианта развития сети.
23. Учет фактора экологии при сравнительной оценке эффективности вариантов.

Практические задачи

ЗАДАЧА №1

Для схемы сети, приведенной на рисунке, определить следующие экономические показатели: капитальные затраты, ежегодные издержки, себестоимость и расчетную стоимость передачи электроэнергии. Номинальные напряжения: $U_{1\text{НОМ}} = 110$ кВ; $U_{2\text{НОМ}} = 10$ кВ. Длина линии $L = 40$ км, марка провода АС 120/19, номинальная мощность каждого трансформатора $S_{\text{ТНОМ}} = 16$ МВ-А, наибольшая нагрузка подстанции $S_{\text{ТНОМ}} = 30 + j10$ МВА, время использования наибольшей полной и активной мощности $T_{\text{нб}} = T_{\text{нб а}} = 5000$ ч

ЗАДАЧА №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 $S_{\text{нб}} = 30 + j10$ МВА с временем использования наибольшей полной и активной мощности $T_{\text{нб}} = T_{\text{нб а}} = 5000$ ч.

ЗАДАЧА №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 $S_{2\text{нб}} = 30 + j10$ МВА, в третий год с $S_{3\text{нб}} = 50 + j20$ МВА, в четвертый год с $S_{4\text{нб}} = 60 + j30$ МВА, в последующие годы нагрузка изменяться не будет. Время наибольших потерь $\tau = 3411$ ч. Стоимость нагрузочных потерь электроэнергии $\beta_{\text{н}} = 0,9$ тыс.руб/МВт ч. Норму дисконта принять $E = 0,12$.

ЗАДАЧА №4

Определить коэффициенты вынужденного простоя потребителей П1 и П2, получающих питание по схеме сети напряжением 110 кВ, приведенной на рисунке. Линии электропередачи выполнены на металлических опорах.

ЗАДАЧА №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 $T_{1\text{нб}} = 4000$ ч, узла 2 $T_{2\text{нб}} = 5000$ ч, узла 3 $T_{3\text{нб}} = 6000$ ч.

ЗАДАЧА №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 γ_0 приведены в табл. Стоимость 1 кВт-ч нагрузочных потерь $\beta_{\text{н}} = 0,9$ тыс.руб/МВт ч, время наибольших потерь $\tau = 3400$ ч. Суммарный коэффициент, отражающий нормы отчислений от капитальных затрат на амортизацию, обслуживание и ремонт, а также норму дисконта принять равным $p = 0,163$.

ЗАДАЧА №7

Определить площади сечения алюминиевых проводов участков сети напряжением 10 кВ, приведенной на рисунке, по допустимой потере напряжения, равной $\Delta U_{\text{доп}} = 8,0$ %. Длины участков, км, и нагрузки в узлах S1, S2 и S3, МВА, указаны на схеме. Удельную проводимость материала проводов принять $\gamma = 32$ м/Ом мм². Расчет выполнить для трех следующих условий:

1. площади сечений проводов одинаковы на всех участках сети;
2. обеспечивается одинаковая плотность тока на всех участках сети (минимум потерь активной мощности);
3. обеспечивается минимум расхода проводникового материала.

ЗАДАЧА №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.

ЗАДАЧА №9

Построить зависимости пропускной способности по допустимой потере напряжения для линии длиной $L = 5,0$ км напряжением $U_n = 10$ 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 $\Delta U_{\text{доп}} = 8,0$ %.. Расчеты выполнить при различных $\cos\varphi$: 1,0; 0,90; 0,80; 0,60.

ЗАДАЧА №10

По линии напряжением 10 кВ длиной 12 км, выполненной с проводом марки А 50, 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.

ЗАДАЧА №11

Определить необходимую степень продольной компенсации индуктивного сопротивления воздушной линии напряжением 10 кВ длиной 12 км, выполненной с проводами марки А 50, если пропускная способность ограничивается допустимой потерей напряжения при активной мощности $P = 800$ кВт и $\cos\varphi = 0,75$, которую необходимо увеличить до $P_c = 1200$ кВт при том же коэффициенте мощности. Выполнить также расчеты для случая, если вместо воздушной линии используется кабельная линия 10 кВ с бумажной изоляцией и сечением алюминиевых жил 50 мм. По результатам расчета оценить эффективность применения устройства продольной компенсации в воздушной и кабельной линиях.

3.2 Вопросы к коллоквиуму

1. Выбор конфигурации сети.
2. Предварительный расчет потокораспределения в разомкнутой и замкнутой сети.
3. Общие требования к схемам электроснабжения.
4. Варианты конфигураций разомкнутых и замкнутых сетей.
5. Схемы протяженных электропередач системообразующих сетей.
6. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
7. Типовые схемы распределительных устройств.
8. Схемы городских систем распределения электроэнергии.
9. Принципы построения сельских систем электроснабжения.
10. Схемы электрических сетей напряжением до 1000 В.

3.3 Вопросы к экзамену

1. Выбор номинальных напряжений электрических сетей. Экономические зоны.
2. Выбор сечений проводников по экономической плотности тока.
3. Экономические интервалы нагрузки.
4. Выбор проводников электропередачи по допустимой потере напряжения.
5. Выбор проводников электропередачи по условиям нагревания.

6. Учет технических ограничений при выборе проводов воздушных линий и жил кабелей.
7. Пути повышения пропускной способности линий электропередачи и электрических сетей.
8. Задачи и критерии оптимизации развития электрических сетей.
9. Оптимизационные и оценочные модели электрической сети.
10. Понятие о системах автоматизации проектирования электрических сетей.
11. Методы оптимизации структуры системообразующих и распределительных электрических сетей.
12. Оптимизация параметров линий электропередачи.
13. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности.
14. Подходы к оптимизации параметров протяженных электропередач.
15. Выбор устройств для управления потоками в замкнутых сетях.
16. Оптимизация проектных решений и режимов в распределительных сетях.
17. Оптимизация проектных решений и режимов в системообразующих сетях.

Практические задачи

ЗАДАЧА №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.

ЗАДАЧА №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.

ЗАДАЧА №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:

- а) на обоих трансформаторах установлены ответвления 0 %;
- б) на первом трансформаторе установлено ответвление 0 %, а на втором +5 %.

ЗАДАЧА №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 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.

ЗАДАЧА №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.

ЗАДАЧА №6

Для схемы сети, приведенной в задаче №5, 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.

ЗАДАЧА №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.

ЗАДАЧА №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 $\cos\varphi = 0,90$.

Определить годовое снижение потерь электроэнергии в линии при неизменной нагрузке потребителя в течение года и той же передаваемой электроэнергии

ЗАДАЧА №9

В конце трехфазной распределительной линии с нулевым проводом линейным напряжением 0,38 кВ длиной 0,40 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.

ЗАДАЧА №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:

вариант 1 – нагрузка подстанции составляет с 0 до 8 ч и с 22 до 24 ч 500 кВ А, а с 8 до 22 ч — 1300 кВ А;

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.

3.4 Тестовые задания

1. Единовременные затраты на сооружение новых или реконструкцию существующих электросетевых объектов называются

- 1) приведенные затраты;
- 2) издержки эксплуатации;
- 3) капитальные затраты;**
- 4) себестоимость передачи энергии.

2. Ежегодные затраты, необходимые для эксплуатации систем электроснабжения называются

- 1) приведенные затраты;
- 2) издержки эксплуатации;**
- 3) капитальные затраты;
- 4) себестоимость передачи энергии.

3. Какие затраты не входят в состав эксплуатационных издержек:

- 1) **капитальные затраты;**
 - 2) отчисления на амортизацию;
 - 3) затраты на потери энергии;
 - 4) затраты на обслуживание сетей.
4. На стоимость сооружения линии электропередачи не влияет
- 1) номинальное напряжение;
 - 2) климатический район по гололеду;
 - 3) сечение проводов фазы;
 - 4) **мощность трансформаторной подстанции.**
5. Ежегодные издержки на амортизацию, текущий ремонт и обслуживание ВЛ на железобетонных опорах составляют
- 1) 0,01-0,02 1/год;
 - 2) **0,02-0,03 1/год;**
 - 3) 0,03-0,04 1/год;
 - 4) 0,04-0,05 1/год.
6. Ежегодные издержки на амортизацию, текущий ремонт и обслуживание электрооборудования и распределительных устройств подстанций составляют
- 1) 0,04-0,06 1/год;
 - 2) 0,06-0,08 1/год;
 - 3) **0,08-0,10 1/год;**
 - 4) 0,10-0,12 1/год.
7. Издержками на потери электроэнергии в электрической сети называется
- 1) **стоимость потерянной электроэнергии в элементах электрической сети за год;**
 - 2) стоимость 1 кВт×ч потерь электроэнергии;
 - 3) стоимость 1 кВт×ч электроэнергии, отпускаемой потребителям;
 - 4) стоимость электроэнергии, отпущенной потребителям за год.
8. Какие потери электроэнергии в элементах электрической сети зависят от коэффициента попадания наибольшей нагрузки элемента в максимум нагрузки энергосистемы?
- 1) потери холостого хода;
 - 2) **нагрузочные потери;**
 - 3) оба вида зависят;
 - 4) оба вида не зависят.
9. Себестоимостью передачи электроэнергии называют
- 1) ежегодные издержки эксплуатации;
 - 2) удельные капитальные затраты на единицу передаваемой электроэнергии;
 - 3) **удельные ежегодные издержки на единицу передаваемой электроэнергии;**
 - 4) удельные приведенные затраты на единицу передаваемой электроэнергии.
10. Основным показателем экономической эффективности инвестиционного проекта в общем случае является
- 1) капитальные затраты;
 - 2) ежегодные издержки;
 - 3) срок окупаемости капитальных затрат;
 - 4) **чистый дисконтированный доход.**

11. Дисконтированием затрат называют
- 1) снижение затрат путем выбора рациональных решений;
 - 2) **приведение разновременных денежных потоков к одному году;**
 - 3) перераспределение затрат между различными объектами;
 - 4) повышение затрат с целью повышения эффективности проекта.
12. Основным критерием сравнительной технико-экономической эффективности проектных вариантов в общем случае является
- 1) минимум капитальных вложений;
 - 2) **максимальный чистый дисконтированный доход;**
 - 3) минимум ежегодных издержек;
 - 4) максимальная прибыль реализации проекта.
13. В условиях одинакового производственного эффекта вариантов (технически взаимозаменяемые, т.е. допустимые варианты) основным затратным критерием эффективности является
- 1) **минимум приведенных затрат;**
 - 2) минимум ежегодных издержек эксплуатации;
 - 3) минимум капитальных вложений;
 - 4) минимум себестоимости передачи электроэнергии.
14. Укажите правильное выражение для расчета годовых приведенных затрат по варианту электрической сети, если объект вводится в эксплуатацию с неизменными годовыми издержками:
- 1) **$Z = KE_n + I$;**
 - 2) $Z = KT_n + I$;
 - 3) $Z = K + IT_n$;
 - 4) $Z = K + IE_n$.
15. При сравнении двух проектных вариантов величина T_0 , определяемая по формуле $T_0 = (K_1 - K_2)/(I_2 - I_1)$, называется
- 1) срок окупаемости затрат;
 - 2) срок окупаемости капитальных вложений;
 - 3) нормативный срок окупаемости капитальных вложений;
 - 4) **срок окупаемости дополнительных капитальных вложений.**
16. При нормативном коэффициенте эффективности капитальных затрат (норме дисконта) $E_n = 0,2$ (1/год) нормативный срок окупаемости составит
- 1) 4 года;
 - 2) **5 лет;**
 - 3) 6 лет;
 - 4) 8 лет.
17. Какая категория надежности электроснабжения электроприемников соответствует наиболее жестким нормативным требованиям?
- 1) первая категория;
 - 2) вторая категория;
 - 3) третья категория;
 - 4) **особая категория.**
18. При экономической оценке надежности электроснабжения в показатели сравнительной экономической эффективности вариантов дополнительно включают

- 1) удельные ущербы от аварийных и плановых ограничений нагрузки;
- 2) ущерб от перерывов электроснабжения;**
- 3) длительность аварийных и плановых простоев;
- 4) коэффициенты ограничения мощности.

19. Назовите единицу измерения удельного ущерба от перерывов электроснабжения потребителей:

- 1) тыс. руб/год;
- 2) кВт×ч/год;
- 3) тыс. руб./кВт×ч;**
- 4) кВт×ч.

20. Коэффициент вынужденного простоя элемента при аватийном ремонте определяется

- 1) средним временем восстановления;
- 2) параметром потока отказов элемента;
- 3) обоими указанными факторами;**
- 4) категорией надежности потребителей.

21. Коэффициент простоя элемента при плановом ремонте определяется

- 1) средним временем восстановления при плановом ремонте;
- 2) частотой плановых ремонтов элемента;
- 3) обоими указанными факторами;**
- 4) категорией надежности потребителей.

22. Лучшие экономические показатели надежности будет иметь схема

- 1) при параллельном соединении элементов с двукратным резервированием;**
- 2) при последовательном соединении элементов;
- 3) при параллельном соединении элементов с многократным резервированием;
- 4) при смешанном соединении элементов.

23. Фактор экологии при сравнительной эффективности вариантов может быть учтен применением следующей величины

- 1) дополнительные затраты;
- 2) повышение требований надежности;
- 3) дополнительная длина ВЛ в зависимости от условий прохождения трассы;**
- 4) себестоимость передачи электроэнергии.

24. Электрические сети напряжением 110-220-330-500-750 кВ, предназначенные для связи электростанций с крупными базовыми узлами, называют

- 1) системообразующие;**
- 2) питающие;
- 3) распределительные;
- 4) разветвленные.

25. Электрические сети напряжением 6-10-35 кВ, предназначенные для связи центров питания с потребительскими подстанциями систем электроснабжения, называют

- 1) системообразующие;
- 2) питающие;
- 3) распределительные;**
- 4) разветвленные.

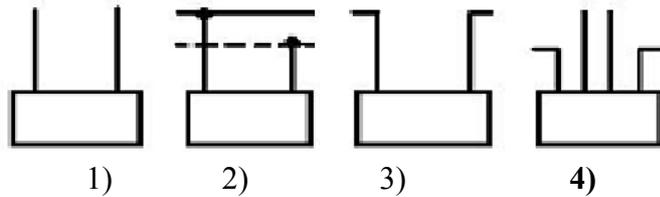
26. Основным напряжением распределительных сетей сельских районов является

- 1) 0,38 кВ;
- 2) 6 кВ;
- 3) 10 кВ;**
- 4) 35 кВ.

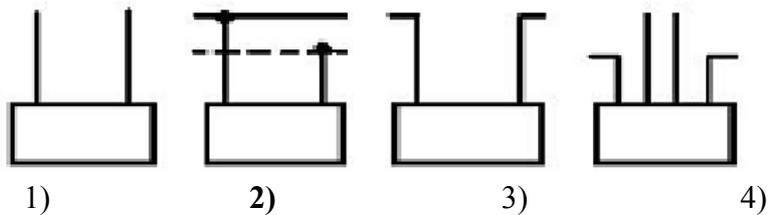
27. Основным напряжением распределительных сетей промышленных предприятий и городских районов является

- 1) 0,38 кВ;
- 2) 6 кВ;**
- 3) 10 кВ;
- 4) 35 кВ.

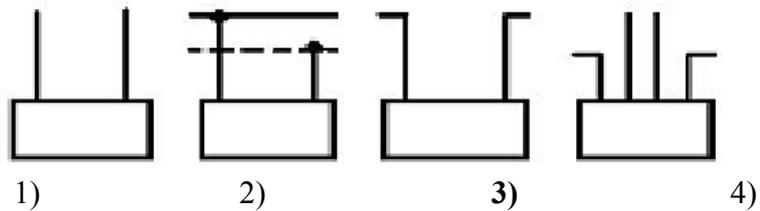
28. Укажите, какая подстанция узловая. (ответ 4)



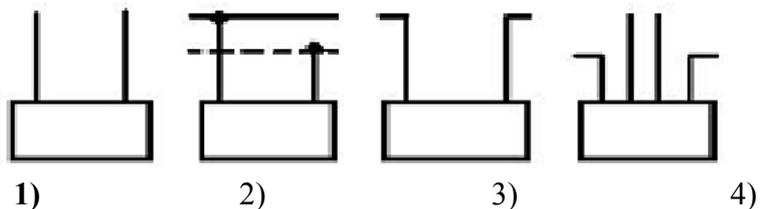
29. Укажите, какая подстанция ответвительная. (ответ 2)



30. Укажите, какая подстанция проходная. (ответ 3)



31. Укажите, какая подстанция тупиковая. (ответ 1)



32. Основными факторами, определяющими выбор номинального напряжения электропередачи, являются передаваемая мощность и

- 1) сложившаяся система номинальных напряжений;
- 2) число цепей;
- 3) длина электропередачи;**
- 4) географический район.

33. Экономическая плотность тока соответствует минимуму:

- 1) капитальных затрат;

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

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

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1 Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся П ВГАУ 1.1.05 – 2014

4.2 Методические указания по проведению текущего контроля

1.	Сроки проведения текущего контроля	На лабораторных занятиях
2.	Место и время проведения текущего контроля	В учебной аудитории №221, 224 в течение занятия
3.	Требования к техническому оснащению аудитории	в соответствии с ОПОП и рабочей программой
4.	Ф.И.О. преподавателя (ей), проводящих процедуру контроля	Картавец Владимир Владимирович
5.	Вид и форма заданий	Собеседование, опрос
6.	Время для выполнения заданий	в течение занятия
7.	Возможность использования дополнительных материалов.	Обучающийся может пользоваться дополнительными материалами
8.	Ф.И.О. преподавателя (ей), обрабатывающих результаты	Картавец Владимир Владимирович
9.	Методы оценки результатов	Экспертный
10.	Предъявление результатов	Оценка выставляется в журнал/доводится до сведения обучающихся в течение занятия
11.	Апелляция результатов	В порядке, установленном нормативными документами, регулирующими образовательный процесс в Воронежском ГАУ

4.3 Ключи (ответы) к контрольным заданиям, материалам, необходимым для оценки знаний

1-3	2-2	3-1	4-4	5-2	6-3	7-1	8-2	9-3	10-4
11-2	12-2	13-1	14-1	15-4	16-2	17-4	18-2	19-3	20-3
21-3	22-1	23-3	24-1	25-3	26-3	27-2	28-4	29-2	30-3
31-1	32-3	33-2	34-4	35-2	36-4	37-1	38-3	39-3	40-2
41-1	42-4	43-4	44-2	45-2	46-1	47-2	48-3		