

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н. Чернов С. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электрические системы и сети

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

Курс: 3, семестр : 5

Факультет энергетики,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6
2	Всего часов	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	103
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	24
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	113
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АЭЭС, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Лыкин А. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Фишов А. Г.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Лыкин А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность обрабатывать результаты экспериментов; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования; в части следующих результатов обучения:	
з9. знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з13. знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з7. знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	
у8. уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	
Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
з5. знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Электрические системы и сети</i>	
ПК.1.у3 уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	
1. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у3 уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	
2. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.з9 знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	
3. знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4. о техническом задании на проектирование электрической сети	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.6.у8 уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	

5.метод числа часов наибольших потерь для расчета потерь электрической энергии в электрических сетях	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.313 знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	
6.составлять и выбирать схемы соединения электрических сетей при проектировании	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.3.39 знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	
7.делать технико-экономическое сопоставление вариантов схем развития электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.313 знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	
8.параметры и схемы замещения ЛЭП, генераторов, трансформаторов и электрических нагрузок	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
9.составлять схемы замещения и расчетные схемы электрических сетей	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10.о влиянии электроэнетгетики на биосферу	Лекции; Самостоятельная работа
11.требования к электрическим сетям и классификацию электрических сетей	Лекции; Самостоятельная работа
12.режимы нейтрали трехфазных электрических сетей	Лекции; Самостоятельная работа
13.о конструктивном исполнении ЛЭП и подстанций электрических сетей	Лекции; Самостоятельная работа
14.о графиках нагрузки электрических сетей	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.6.37 знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	
15.режимы работы электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
16.понятие пропускной способности и натуральной мощности ЛЭП	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
17.выполнять анализ режимов работы ЛЭП с помощью векторных диаграмм	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.у8 уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	
18.метод расчета режима электрической сети "в два этапа"	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
19.использовать для расчетов установившихся режимов электрических сетей современное программное обеспечение	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
20.методы расчета простейших замкнутых сетей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.35 знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах	
21.о компенсации мощности искажения в электрических сетях	Лекции; Самостоятельная работа
22.о принципах регулирования частоты в ЭЭС и методе ведущей станции по частоте	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
23.о принципах регулирования напряжения в электрических сетях	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
24.баланс активных и реактивных мощностей в ЭЭС	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

25.основные показатели качества электрической энергии - отклонение частоты и характеристики медленных изменений напряжения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
26.резервах мощности в ЭЭС и их назначении	Лекции; Самостоятельная работа
27.основные способы энергосбережения и методы повышения энергоэффективности в электрических сетях	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
28.обоснование компенсации реактивной мощности в ЭЭС и виды компенсирующих устройств	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
29.виды регулирования частоты в ЭЭС	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
30.способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Введение			
1. Научно-технические, экономические и экологические аспекты электроэнергетики. Основные понятия ЭЭС	0	2	10, 11
Дидактическая единица: Конструктивное выполнение и моделирование элементов электрических сетей. Электрические нагрузки ЭЭС			
2. Электрические сети. Конструктивное выполнение и условия работы воздушных и кабельных линий. Параметры воздушных и кабельных линий.	0	2	11, 13, 8
3. Конструктивное выполнение, параметры и схемы замещения трансформаторов. Режим нейтрали электрических сетей. Характеристики нагрузок ЭЭС.	0	2	12, 14, 8
Дидактическая единица: Моделирование и анализ режимов работы простейших схем электрических сетей			
4. Векторная диаграмма ЛЭП.	0	2	15, 17
5. Баланс мощностей в ЛЭП. Анализ режимов работы ЛЭП с помощью векторных диаграмм	0	2	15, 17
6. Натуральная мощность и пропускная способность ЛЭП. Расчет режима ЛЭП методом "в два этапа". Расчеты режимов простейших разомкнутых и замкнутых схем электрических сетей.	0	2	15, 16, 18, 20
Дидактическая единица: Баланс активных и реактивных мощностей			
7. Баланс активных и реактивных мощностей в системе	0	2	24, 25
8. Первичное и вторичное регулирование частоты. Регулирование частоты в ЭЭС	0	2	22, 25, 26, 29
9. Потребители реактивной мощности В ЭЭС. Источники реактивной мощности в ЭЭС	0	2	15, 24
10. Компенсация реактивной мощности и мощности искажения. Виды компенсирующих устройств	0	2	21, 24, 28
Дидактическая единица: Регулирование напряжения в электрических сетях			
11. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях	0	2	23, 25, 30

12. Регулирование напряжения на подстанциях электрических сетей	0	2	23, 30
13. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств и специальных трансформаторов	0	2	28, 30
Дидактическая единица: Повышение экономичности работы электрических сетей			
14. Повышение экономичности работы электрических сетей. Расчет потерь электрической энергии	0	2	27, 28, 5
15. Повышение экономичности работы замкнутых неоднородных сетей. Продольная компенсация индуктивного сопротивления ЛЭП	0	2	27, 28
Дидактическая единица: Элементы типового проектирования электрических сетей			
16. Схема развития электрической сети ЭЭС.	0	2	4, 6
17. Выбор сечений проводов ЛЭП. Выбор трансформаторов на подстанциях	0	2	3, 4, 6
18. Выбор схемы присоединения подстанции к электрической сети. Основы технико-экономического сопоставления вариантов развития электрических сетей	0	2	28, 3, 6, 7

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Моделирование и анализ режимов работы простейших схем электрических сетей				
1. Исследование режимов работы ЛЭП	2	4	1, 15, 16, 17, 2	Выполнение вычислительного эксперимента на компьютере
Дидактическая единица: Регулирование напряжения в электрических сетях				
2. Регулирование напряжения в электрической сети 110/10 кВ	2	4	1, 19, 2, 22, 23, 25, 28, 30, 9	Выполнение вычислительного эксперимента на компьютере
3. Регулирование напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях	2	4	1, 19, 2, 23, 28, 29, 30	Выполнение вычислительного эксперимента на компьютере
Дидактическая единица: Повышение экономичности работы электрических сетей				
4. Повышение экономичности работы замкнутой неоднородной сети	2	4	1, 19, 2, 20, 27, 28	Выполнение вычислительного эксперимента на компьютере
5. Способы снижения потерь мощности в неоднородной сети	0	2	1, 2, 27	Выполнение вычислительного эксперимента на компьютере

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Конструктивное выполнение и моделирование элементов электрических сетей. Электрические нагрузки ЭЭС				
1. Конструкции и электрические параметры ЛЭП	2	2	8	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
2. Конструкции и электрические параметры трансформаторов	2	2	8	Самостоятельная работа под руководством преподавателя

3. Составление схем замещения электрических сетей	2	2	8, 9	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
Дидактическая единица: Моделирование и анализ режимов работы простейших схем электрических сетей				
4. Расчет режима ЛЭП по мощности нагрузки	1	2	15, 17, 18	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
5. Расчет режима разомкнутой электрической сети	1	2	15, 17, 18	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
6. Расчет режима замкнутой электрической сети	1	2	15, 18, 20	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
7. Расчет режима электрической сети	0	2	17, 18, 20	Самостоятельная работа
Дидактическая единица: Баланс активных и реактивных мощностей				
8. Выбор компенсирующего устройства из условия баланса реактивной мощности в ЭЭС	1	2	18, 24, 28	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
Дидактическая единица: Регулирование напряжения в электрических сетях				
9. Регулирование напряжения на шинах нагрузки с помощью РПН и БК	1	2	23, 28, 30	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
10. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях с трехобмоточными трансформаторами	1	2	23, 28, 30	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
11. Регулирование напряжения с помощью группы синхронных двигателей	1	2	23, 28, 30	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
12. Выбор мощности компенсирующих устройств из баланса реактивной мощности и регулирование напряжения на подстанции	0	2	23, 24, 28, 30	Самостоятельная работа
13. Регулирование напряжения на подстанциях с автотрансформаторами	0	2	23, 28, 30	Самостоятельная работа
Дидактическая единица: Повышение экономичности работы электрических сетей				
14. Снижение потерь мощности в замкнутой неоднородной сети	1	2	20, 27	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
Дидактическая единица: Элементы типового проектирования электрических сетей				
15. Выбор номинальных напряжений и сечений проводов ВЛ электропередачи	1	2	3	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
16. Выбор сечений проводников по допустимой потере напряжения	1	2	3	Самостоятельная работа под руководством преподавателя
17. Выбор сечений проводов в распределительной электрической сети	0	2	3	Самостоятельная работа
18. Определение потерь электрической энергии и расчетных затрат	0	2	5, 7	Самостоятельная работа под руководством преподавателя

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Курсовая работа	14, 15, 19, 23, 24, 3, 30, 4, 5, 6, 7, 8, 9	32	11
Выполнение курсовой работы: Электрические системы и сети : задания и методические указания по курсовому проектированию для ФЭН по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Лыкин, Ю. М. Сидоркин]. - Новосибирск, 2010. - 78, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000141436				
2	Подготовка к занятиям	1, 15, 17, 18, 2, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 30, 8, 9	34	0
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям: Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000080337 Электроэнергетические системы и сети : методические указания и упражнения к самостоятельной работе для 3 курса ФЭН по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Лыкин, Ю. М. Сидоркин]. - Новосибирск, 2014. - 67 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199294 Электрические системы и сети : лабораторный практикум для 3 курса дневного и заочного отделений ФЭН по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин и др.]. - Новосибирск, 2007. - 54, [1] с. : ил.				
3	Подготовка к аттестации	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 4, 5, 7, 8, 9	47	0
: Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000080337 Электроэнергетические системы и сети : методические указания и упражнения к самостоятельной работе для 3 курса ФЭН по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Лыкин, Ю. М. Сидоркин]. - Новосибирск, 2014. - 67 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199294 Электрические системы и сети : методические указания к решению задач для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению 10.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2017. - 49, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234385				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Консультирование	ЭБС
Контроль	ЭБС

Размещение учебных материалов	ЭБС
-------------------------------	-----

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Проблемный метод	ПК.1; ПК.2; ПК.6;
Формируемые умения: з7. знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей; у3. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей; у3. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей		
Краткое описание применения:		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Электрические системы и сети : лабораторный практикум для 3 курса дневного и заочного отделений ФЭН по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин и др.]. - Новосибирск, 2007. - 54, [1] с. : ил."		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
<i>Лабораторная:</i>	8	16
Контролирующие материалы приводятся в "Электрические системы и сети : лабораторный практикум для 3 курса дневного и заочного отделений ФЭН по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин и др.]. - Новосибирск, 2007. - 54, [1] с. : ил."		
<i>Практические занятия:</i>	12	44
Контролирующие материалы приводятся в "Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000080337 "		
<i>Курсовая работа:</i>	50	100 (в состав баллов за КР)
Контролирующие материалы приводятся в "Электрические системы и сети : задания и методические указания по курсовому проектированию для ФЭН по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Лыкин, Ю. М. Сидоркин]. - Новосибирск, 2010. - 78, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000141436 "		
<i>Экзамен:</i>	20	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита КП/КР	Экзамен
ПК.1	у3. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	+		+
ПК.2	у3. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	+		+

ПК.3	з9. знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей		+	+
ПК.5	з13. знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей		+	+
ПК.6	з7. знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	+		+
	у8. уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	+	+	+
ПК.7	з5. знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Справочник по проектированию электрических сетей / [И. Г. Карапетян и др.] ; под ред. Д. Л. Файбисовича. - М., 2007. - 350, [1] с. : табл.
2. Лыкин А. В. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / Лыкин А. В. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167925. - Загл. с этикетки диска.
3. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : [учебник] / А. В. Лыкин. - Новосибирск, 2017. - 361, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233296

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Электрические системы и сети : лабораторный практикум для 3 курса дневного и заочного отделений ФЭН по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин и др.]. - Новосибирск, 2007. - 54, [1] с. : ил.
2. Электроэнергетические системы и сети : методические указания и упражнения к самостоятельной работе для 3 курса ФЭН по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Лыкин, Ю. М. Сидоркин]. - Новосибирск, 2014. - 67 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199294

3. Электрические системы и сети : задания и методические указания по курсовому проектированию для ФЭН по направлению 140200 "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Лыкин, Ю. М. Сидоркин]. - Новосибирск, 2010. - 78, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000141436
4. Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000080337
5. Электрические системы и сети : методические указания к решению задач для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению 10.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2017. - 49, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234385

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Программно-вычислительный комплекс АНАРЭС-2000

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс	2-218 17 мест

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические системы и сети

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электрические системы и сети приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1/НИ способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	у3. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	Исследование режимов работы ЛЭП Повышение экономичности работы замкнутой неоднородной сети Регулирование напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях. Регулирование напряжения в электрической сети 110/10 кВ Способы снижения потерь мощности в неоднородной сети	Отчет по лабораторной работе № 1...4	Экзамен, тестовые задания, экзаменационная задача № 1,2 и 4
ПК.2/НИ способность обрабатывать результаты экспериментов	у3. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	Исследование режимов работы ЛЭП Повышение экономичности работы замкнутой неоднородной сети Регулирование напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях. Регулирование напряжения в электрической сети 110/10 кВ	Отчет по лабораторной работе № 1...4,	Экзамен, тестовые задания, экзаменационная задача № 1,2 и 4
ПК.3/ПК способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования	з9. знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	Выбор номинальных напряжений и сечений проводов ВЛ электропередачи Выбор сечений проводников по допустимой потере напряжения Выбор сечений проводов в распределительной электрической сети Выбор сечений проводов ЛЭП. Выбор трансформаторов на подстанциях Выбор схемы присоединения подстанции к электрической сети. Основы технико-экономического сопоставления вариантов развития электрических сетей Определение потерь электрической энергии и расчетных затрат Схема развития электрической сети ЭЭС.	Курсовая работа, все разделы	Экзамен, тестовые задания,
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	з13. знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	Выбор схемы присоединения подстанции к электрической сети. Основы технико-экономического сопоставления вариантов развития электрических сетей Конструктивное выполнение, параметры и схемы замещения трансформаторов. Режим нейтрали электрических сетей.	Курсовая работа, все разделы	Экзамен, тестовые задания,

		Характеристики нагрузок ЭЭС. Конструкции и электрические параметры ЛЭП Конструкции и электрические параметры трансформаторов Научно-технические, экономические и экологические аспекты электроэнергетики. Основные понятия ЭЭС Регулирование напряжения в электрической сети 110/10 кВ Составление схем замещения электрических сетей Электрические сети. Конструктивное выполнение и условия работы воздушных и кабельных линий. Параметры воздушных и кабельных линий.		
ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	з7. знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	Исследование режимов работы ЛЭП Натуральная мощность и пропускная способность ЛЭП. Расчет режима ЛЭП методом "в два этапа". Расчеты режимов простейших разомкнутых и замкнутых схем электрических сетей.	Отчет по лабораторной работе № 1...4	Экзамен, тестовые задания,
ПК.6/ПТ	у8. уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	Выбор компенсирующего устройства из условия баланса реактивной мощности в ЭЭС Натуральная мощность и пропускная способность ЛЭП. Расчет режима ЛЭП методом "в два этапа". Расчеты режимов простейших разомкнутых и замкнутых схем электрических сетей. Определение потерь электрической энергии и расчетных затрат Повышение экономичности работы замкнутой неоднородной сети Повышение экономичности работы электрических сетей. Расчет потерь электрической энергии Расчет режима замкнутой электрической сети Расчет режима ЛЭП по мощности нагрузки Расчет режима разомкнутой электрической сети Расчет режима электрической сети Регулирование напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях. Регулирование напряжения в электрической сети 110/10 кВ Снижение потерь мощности в замкнутой неоднородной сети	Курсовая работа Отчет по лабораторной работе № 1...4	Экзамен, тестовые задания, экзаменационная задача № 1...6
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры	з5. знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетичес	Баланс активных и реактивных мощностей в системе Выбор компенсирующего устройства из условия баланса	Курсовая работа Отчет по лабораторной работе № 1...4	Экзамен, тестовые задания, экзаменационная задача № 1...6

технологического процесса по заданной методике	ких системах	реактивной мощности в ЭЭС Выбор мощности компенсирующих устройств из баланса реактивной мощности и регулирование напряжения на подстанции Выбор схемы присоединения подстанции к электрической сети. Основы технико-экономического сопоставления вариантов развития электрических сетей Компенсация реактивной мощности и мощности искажения. Виды компенсирующих устройств Первичное и вторичное регулирование частоты. Регулирование частоты в ЭЭС Повышение экономичности работы замкнутой неоднородной сети Повышение экономичности работы замкнутых неоднородных сетей. Продольная компенсация индуктивного сопротивления ЛЭП Повышение экономичности работы электрических сетей. Расчет потерь электрической энергии Потребители реактивной мощности В ЭЭС. Источники реактивной мощности в ЭЭС Регулирование напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях Регулирование напряжения в электрической сети 110/10 кВ Регулирование напряжения на подстанциях с автотрансформаторами Регулирование напряжения на подстанциях электрических сетей Регулирование напряжения на понижающих подстанциях с трехобмоточными трансформаторами Регулирование напряжения на шинах нагрузки с помощью РПН и БК Регулирование напряжения с помощью группы синхронных двигателей Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств и специальных трансформаторов Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях		
--	--------------	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.3/ПК, ПК.5/ПТ,

ПК.6/ПТ, ПК.7/ПТ.

Форма проведения экзамена приведена в паспорте экзамена.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.3/ПК, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, ПК.7/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрические системы и сети», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме в два этапа.

Этап 1. Тест.

Тест содержит 30 тестовых заданий. За правильный ответ на каждое тестовое задание ставится 1 балл. Возможно проставление доли 1-го балла.

Среднее время, отводимое на ответ по одному тестовому заданию, – 1,5 мин.

Итого на первый этап отводится 45 минут.

Всего по первому этапу возможно получение до 30 баллов.

Не допускается использование каких-либо пособий и электронных устройств во время ответов на тестовые задания. Сотовые телефоны должны быть выключены и убраны со столов.

Этап 2. Задача.

Каждому студенту предлагается решить одну задачу.

Задача представляет собой известную формулировку одной из задач, ранее решенных на практических занятиях или в курсовой работе. Задача может содержать другую схему электрической сети, нагрузки, а также ограничения и условия, наложенные на режимы работы оборудования.

За правильно решенную задачу студент получает 10 баллов. При наличии ошибок количество баллов снижается. Грубые ошибки, указывающие на отсутствие компетенции в вопросах использования необходимых формул, алгоритмов и в оценке полученных результатов, могут привести к снижению баллов вплоть до нуля.

Время, отводимое на решение задачи – два академических часа (одна пара – 1 час 25 мин.).

Во время решения задачи разрешается пользоваться справочными материалами, учебниками, конспектами и другими учебными материалами. Для вычислений необходим калькулятор с цифровым дисплеем. Пользоваться ноутбуками, планшетами, а также аудио и видео аппаратурой не разрешается.

Допускается использовать сотовые телефоны как калькулятора, но они должны быть отключены от оператора сотовой связи и интернета.

Итого на экзамене возможно получение до 40 баллов.

2. Тесты

Тесты для экзамена содержат 30 тестовых заданий.

Примеры тестовых заданий

1. Режим нейтрали в электрических сетях зависит от нескольких факторов и, в основном, определяется классом номинального напряжения сети. Найдите соответствие режима нейтрали и номинальным напряжением сети (например, А – 3, 4; Б – 5; ...).

Режим нейтрали	
А	Сети с изолированной нейтралью

Напряжения электрической сети	
1	0,38 кВ

Б	Сети с компенсированной нейтралью или заземленной через резистор
В	Сети с глухозаземленной нейтралью
Г	Сети с эффективно заземленной нейтралью

2	6...20 кВ
3	35 кВ
4	110...220 кВ
5	330 кВ и выше

А – _____ Б – _____ В – _____ Г – _____

2. Типовая мощность автотрансформатора это (закончите определение):

3. Порядок построения векторной диаграммы токов и напряжений линии электропередачи определяется однозначно и при заданном напряжении U_2 и токе I_2 в конце линии представляет собой следующую последовательность (проставьте номера, обозначающие правильную последовательность построения диаграммы, слева от обозначения векторов в списке):

	Номер	Вектор
		U_1
		I_1
		ΔU
		I_{C1}
		I_{C2}
		I_Z

4. Трехфазная батарея конденсаторов была переключена из схемы соединения «треугольник» в схему соединения «звезда». При этом мощность конденсаторной батареи увеличилась/уменьшилась в _____ раз.

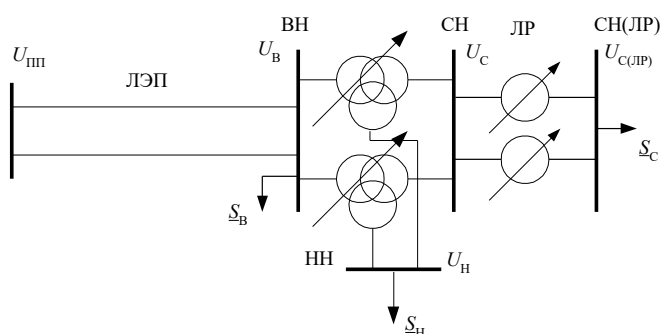
Проставьте число.

5. Целесообразность отключения одного из двух параллельно работающих трансформаторов на подстанции в режиме минимальных нагрузок вызвана:

- А – снижением нагрузочных потерь
- Б – снижением как нагрузочных потерь, так и потерь холостого хода
- В – снижением потерь напряжения
- Г – снижением нагрузочных потерь и потерь напряжения
- Д – снижением суммарных потерь (нагрузочных потерь и потерь холостого хода)

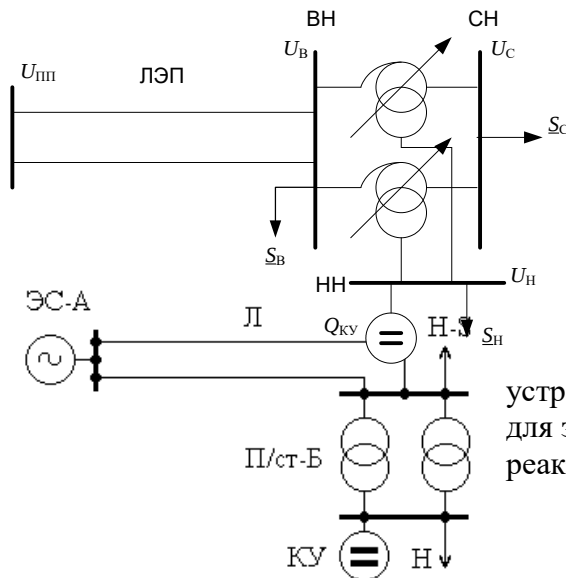
Ответ: _____

3. Типы экзаменационных задач



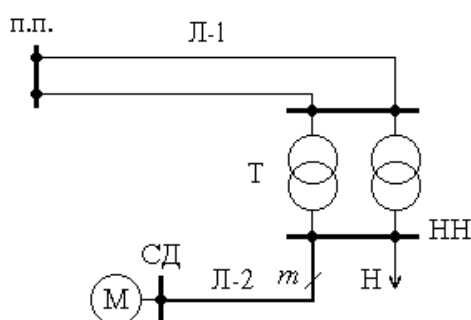
1. Определить возможность регулирования напряжения в режиме максимальных нагрузок на шинах понижающей подстанции, где установлены два трехобмоточных трансформатора с

линейными регуляторами (ЛР) на шинах СН, рис.

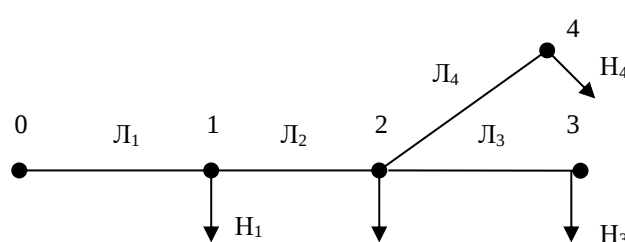


2. Определить возможность регулирования напряжения в режиме максимальных нагрузок на шинах понижающей подстанции, где установлены два автотрансформатора и синхронный компенсатор (СК) на шинах НН, рис.

3. Определить мощность компенсирующего устройства (КУ) на шинах низкого напряжения п/ст-Б для заданного режима работы ЭЭС из условия баланса реактивной мощности, рис.

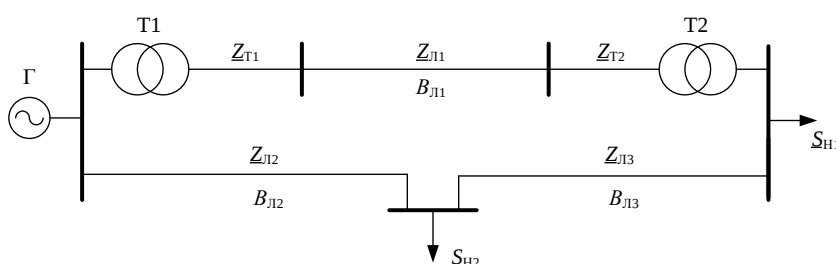


4. Определить возможность регулирования напряжения на шинах низкого напряжения (НН) понижающей подстанции Т для режима максимальных нагрузок. В составе нагрузки шин НН имеется группа из n синхронных двигателей (СД), которые получают питание от шин НН посредством группы из m кабелей, рис.



5. Выбрать сечения проводов линий электропередачи в распределительной сети 10 (0,4) кВ по величине допустимых потерь напряжения, рис., или другая схема.

6. Найти оптимальный режим работы неоднородной замкнутой сети для заданного



исходного режима нагрузок посредством размыкания контура на одной из подстанций (п/ст 1 или п/ст 2), рис. или ввода в контур уравнивающей ЭДС.

4. Критерии оценки

- Тест и решение задачи считаются **неудовлетворительным**, если студент при ответе на тестовые задания не дает правильных ответов для большинства тестовых заданий и при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 20 баллов*.
- Тест и решение задачи засчитываются на **пороговом** уровне, если студент при ответе на тестовые задания для большинства тестовых заданий дает правильные ответы и при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *от 20 до 29 баллов*.
- Тест засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на тестовые задания указывает правильные ответы в закрытых тестовых заданиях, в общем правильно формулирует ответы и выполняет задания в открытых тестовых заданиях и не допускает принципиальных ошибок при решении задачи, оценка составляет *от 30 до 35 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на тестовые задания указывает все правильные ответы в закрытых тестовых заданиях, правильно формулирует ответы и выполняет задания в открытых тестовых заданиях не допускает ошибок при решении задачи и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет более 35 баллов.

5. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

6. Вопросы для тестовых заданий к экзамену по дисциплине «Электрические системы и сети»

Введение

1. **Научно-технические, экономические и экологические аспекты электроэнергетики.** Получение электрической энергии. КПД электрических станций. Влияние работы электрических станций на окружающую среду. Критерии выбора способа передачи энергии. Передача электрической энергии. Негативные стороны передачи электрической энергии по ВЛ.
2. **Основные переменные в схемах электрических сетей.** Мгновенная мощность цепи переменного тока. Мгновенная мощность трехфазной системы. Активная, реактивная и полная мощность. Представление токов, напряжений, мощностей и параметров сети комплексными величинами.
3. **Электроэнергетические системы.** Определение ЭЭС. Состав ЕЭС России. Суммарная установленная мощность электростанций и ее структура в РФ. Суммарная протяженность ЛЭП в РФ. Годовая выработка электроэнергии в России, млрд. кВт ч. Место по выработке электроэнергии РФ по отношению к другим странам мира. Производственная структура электроэнергетической отрасли в РФ.

Конструктивное выполнение и моделирование элементов электрических сетей. Электрические нагрузки ЭЭС

4. **Электрические сети.** Устройство электрических сетей. Требования к электрическим сетям. Требования к степени надежности потребителей (электроприемников). Классификация электрических сетей.
5. **Конструктивное выполнение и условия работы воздушных и кабельных линий.** Схема анкерowanego участка воздушной линии. Конструкции голых и изолированных проводов. Преимущества и недостатки изолированных проводов. Образование гололеда на проводах ВЛ. Вибрация и пляска проводов ВЛ. Расположение проводов на ВЛ. Грозозащита ВЛ. Изоляторы и арматура для ВЛ.
6. **Параметры воздушных и кабельных линий.** Погонные активное и реактивное сопротивление. Погонные активная и реактивная проводимости. Схемы замещения ЛЭП.

7. **Конструктивное выполнение, параметры и схемы замещения трансформаторов.** Схемы замещения и параметры двухобмоточных трансформаторов. Схемы замещения и параметры трехобмоточного трансформатора. Схемы замещения и параметры автотрансформаторов и трансформаторов с расщепленной обмоткой низкого напряжения. Типовая мощность автотрансформатора.
8. **Режим нейтрали электрических сетей.** Глухозаземленная и изолированная нейтраль. Режим нейтрали электрических сетей до 1000 В. Векторная диаграмма напряжений при замыкании фазы на землю в сети с изолированной нейтралью. Режим нейтрали электрических сетей свыше 1000 В. Электрические сети с компенсированной нейтралью и нейтралью, заземленной через резистор. Электрические сети с эффективно заземленной нейтралью. Режим нейтрали в электрических сетях 6...35 кВ; электрических сетях 110 и 220 кВ; электрических сетях 330 кВ и выше.
9. **Характеристики нагрузок ЭЭС.** Графики электрических нагрузок. Виды графиков нагрузки. Характеристики графиков нагрузки. Три зоны суточного графика нагрузки ЭЭС. Время использования максимума нагрузки $T_{\max}$. Модели нагрузок в расчетах установившихся режимов. Состав типовой нагрузки. Статические характеристики типовой нагрузки. Схемы замещения нагрузки.

Моделирование и анализ режимов работы простейших схем электрических сетей

10. **Векторная диаграмма ЛЭП.** Порядок построения векторной диаграммы ЛЭП при активно-индуктивной нагрузке. Направление передачи мощности и соотношение модулей и фаз векторов напряжений по концам ЛЭП. Векторные диаграммы ЛЭП при активно-емкостной нагрузке и чисто активной, чисто емкостной и чисто индуктивной нагрузке.
11. **Баланс мощностей в ЛЭП.** Составление баланса мощностей в ЛЭП. Потери мощности в ЛЭП. Зарядная мощность ЛЭП.
12. **Расчет ЛЭП.** Падение напряжения в сопротивлении ЛЭП. Формула падения напряжения через потоки мощности по ЛЭП. Расчет ЛЭП по данным одного конца линии – алгоритм расчета. Расчет ЛЭП при заданной мощности нагрузки и напряжении в начале ЛЭП (метод в два этапа) – алгоритм расчета.
13. **Анализ режимов работы ЛЭП с помощью векторных диаграмм.** Режим холостого хода. Режим вариации реактивной мощности. Режим вариации активной мощности. Режим постоянства коэффициента мощности. Понятие потерь напряжения в линии.
14. **Натуральная мощность и пропускная способность ЛЭП.** Режим натуральной мощности. Формула для вычисления натуральной мощности. Свойства режима натуральной мощности. Понятие пропускной способности ЛЭП. Предел передаваемой мощности по ЛЭП. Характеристика мощности ЛЭП. Ограничения по пропускной способности ЛЭП (предельно допустимый ток, максимальные рабочие напряжения на ЛЭП и трансформаторах). Область допустимых режимов ЛЭП на диаграмме мощностей.
15. **Схемы замещения электрических сетей и расчетные нагрузки подстанций.** Составление схемы замещения и расчетной схемы электрической сети. Допущения, принимаемые при составлении расчетных схем. Расчетные нагрузки подстанций – эквивалентные нагрузки.
16. **Распределение потоков мощности в радиально-магистральных сетях.** Виды радиально-магистральных (разомкнутых) сетей. Определение приближенного потокораспределения в радиально-магистральных сетях. Понятие линии сечения.
17. **Распределение потоков мощностей в простейших замкнутых сетях.** Примеры простейших замкнутых электрических сетей. Линия с двусторонним питанием. Определение приближенного потокораспределения в линии с двусторонним питанием. Уточненный расчет потокораспределения и напряжений в линии с двусторонним питанием. Определение потокораспределения в линии с двусторонним питанием при различающихся напряжениях пунктов питания. Частные случаи расчета линии с двусторонним питанием.

Баланс мощностей и регулирование частоты в ЭЭС

18. **Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме.** Суммарная мощность генерации в ЭЭС. Понятие эквивалентной схемы ЭЭС. Статические характеристики потребления мощности в ЭЭС. Нормированные значения отклонения частоты переменного тока. Исследование влияния изменений генерируемых мощностей на изменение частоты и напряжения в эквивалентной ЭЭС.
19. **Характеристики первичных двигателей.** Причины изменения частоты в ЭЭС. Характеристики первичных двигателей – турбин электростанций. Работа нерегулируемой и регулируемой турбины в случае изменения мощности генератора. Статическая характеристика автоматического регулятора скорости (АРС) турбины.
20. **Первичное и вторичное регулирование частоты.** Первичный регулятор частоты. Вторичное регулирование частоты. Процесс первичного и вторичного регулирования. Законы первичного и вторичного регулирования частоты. Учет статизма характеристики нагрузки ЭЭС.
21. **Регулирование частоты в ЭЭС.** Закон первичного регулирования частоты в реальной системе. Способ получения астатического регулирования в ЭЭС. Метод ведущей станции по частоте. Основные требования к станции, регулирующей частоту в ЭЭС. Условия восстановления номинальной частоты в ЭЭС после нарушения баланса активной мощности. Автоматическая аварийная разгрузка по частоте. Требования к

качеству регулирования частоты в ЕЭС России согласно стандарту «Регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЕЭС России. Нормы и требования»

22. **Потребители реактивной мощности.** Толкование понятия реактивная мощность. Мощность искажения. Коэффициент нелинейных искажения несинусоидальности тока и напряжения. Энергетический коэффициент – обобщенный показатель эффективности оборудования. Основные потребители реактивной мощности в ЭЭС. Коэффициенты мощности и реактивной мощности некоторых электроприемников. Компенсация реактивной мощности и мощности искажения. Структура генерирующей реактивной мощности в ЭЭС. Предельные значения коэффициента реактивной мощности, потребляемой в часы больших суточных нагрузок электрической сети, $\text{tg}\varphi$.
23. **Компенсирующие устройства.** Устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ). Размещение УКРМ. Виду компенсирующих устройств: конденсаторные установки, батареи конденсаторов, синхронные компенсаторы, статические тиристорные компенсаторы (СТК). Мощность конденсаторной батареи в зависимости от схемы соединения фаз. Располагаемая мощность синхронного компенсатора. Сравнительная характеристика батареи конденсаторов и синхронного компенсатора. Векторная диаграмма синхронного компенсатора. Располагаемая реактивная мощность синхронных двигателей. Шунтирующие реакторы. Управляемые шунтирующие реакторы. Принцип работы статических тиристорных компенсаторов.
24. **Компенсаторы мощности искажения.** Источники гармонических искажений в электрических сетях. Пассивный L - C фильтр, настроенный на n -ю гармонику. Принцип работы L - C фильтра. Активный фильтр гармоник. Сравнительная характеристика L - C фильтров и активных фильтров. Фильтрокомпенсирующие устройства. Схема СТК с фильтрами L - C .

Регулирование напряжения в электрических сетях

25. **Методы и принципы регулирования напряжения.** Необходимость регулирования напряжения в электрических сетях. Методы регулирования напряжения. Принципы регулирования напряжения. Средства регулирования напряжения в электрических сетях. Требования к отклонению напряжения у оборудования электрических сетей и у электроприемников.
26. **Регулирование напряжения на электростанциях.** Устройства регулирования напряжения на электростанции. Схема автоматического регулирования напряжения на электростанции. Первичное и вторичное регулирование напряжения на электростанции.
27. **Регулирование напряжения на понижающих подстанциях с двухобмоточными трансформаторами.** Регулирование напряжения под нагрузкой. Устройство РПН. Размещение РПН в двухобмоточном трансформаторе. Упрощенная схема регулирования напряжения двухобмоточного трансформатора. Устройство «переключатель без возбуждения» ПБВ. Выбор ответвлений РПН двухобмоточного трансформатора.
28. **Регулирование напряжения на понижающих подстанциях с трехобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.** Размещение РПН у трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Выбор ответвлений РПН трехобмоточного трансформатора. Выбор ответвлений РПН автотрансформатора. Линейные регуляторы и вольтодобавочные трансформаторы. Продольно-поперечное регулирование напряжения.
29. **Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети.** Компенсация реактивной мощности нагрузки. Векторная диаграмма для пояснения регулирования напряжения компенсацией реактивной мощности. Выбор мощности компенсирующего устройства для регулирования напряжения. Изменение сопротивления электрической сети. Продольная компенсация реактивного сопротивления для регулирования напряжения. Векторная диаграмма, поясняющая регулирование напряжения методом продольной компенсации.

Повышение экономичности работы электрических сетей

30. **Потери электрической энергии.** Динамика потерь электроэнергии в России. Факторы, определяющие уровень потерь электроэнергии в стране. Фактические потери электроэнергии в электрической сети. Структура потерь электрической энергии. Технологические потери электроэнергии. Структура технических потерь электроэнергии. Условно-постоянные потери электроэнергии. Нагрузочные потери электроэнергии.
31. **Расчет потерь электроэнергии.** Метод наибольших потерь. Понятие времени наибольших потерь. Определение времени наибольших потерь. Суммарные потери электроэнергии в электрических сетях.
32. **Мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях.** Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии. Компенсация реактивной мощности для снижения потерь электроэнергии. Оптимизация мест размыкания линий 6 ... 35 кВ с двусторонним питанием. Оптимизация режима по напряжению и реактивной мощности. Отключение трансформаторов на подстанциях для снижения потерь мощности. Замена проводов и перевод ВЛ на более высокое номинальное напряжение.
33. **Перераспределение мощности в замкнутых неоднородных электрических сетях.** Экономическое потокораспределение в неоднородных замкнутых сетях. Способы создания экономического

потокораспределения в неоднородных замкнутых сетях. Устройства продольной компенсации и фазоповоротные трансформаторы – характеристика и использование.

Элементы типового проектирования электрических сетей

34. *Схема развития электрической сети ЭЭС.* Проектирование электрических сетей. Основные вопросы, которые решаются по схеме развития распределительных сетей. Выбор вариантов схем развития электрических сетей. Выбор номинальных напряжений, сооружаемых ЛЭП.
35. *Выбор проводников сооружаемых ЛЭП.* Основные критерии и условия выбора сечений проводников ЛЭП. Затраты на сооружение ЛЭП. Нормированная экономическая плотность тока. Экономические токовые интервалы. Методика выбора сечений проводников по нормированным значениям экономической плотности тока. Проверка выбранных сечений проводников ЛЭП по дополнительным условиям.
36. *Выбор трансформаторов на понижающих подстанциях.* Выбор количества трансформаторов на понижающих подстанциях. Исходные данные для выбора трансформаторов. Условия выбора типа и мощности масляных двухобмоточных трансформаторов. Определение допустимого коэффициента перегрузки трансформатора при его длительной работе в послеаварийном режиме.
37. *Выбор мощности компенсирующих устройств при проектировании электрической сети.* Ограничения на выдачу реактивной мощности источниками. Упрощенный выбор суммарной мощности компенсирующих устройств в проектируемой сети по балансу реактивной мощности. Размещение источников реактивной мощности в проектируемой электрической сети.
38. *Схемы присоединения подстанций к электрической сети.* Типы подстанций. Типовые коммутационные схемы присоединения подстанций к электрической сети. Выбор типовых схем новых подстанций в проектируемой сети с учетом их области применения.
39. *Критерии для сопоставления вариантов схем развития электрической сети.* Полные затраты на сооружение и эксплуатацию проектируемой сети. Капитальные вложения, эксплуатационные затраты, капитализированная стоимость потерь электрической энергии. Укрупненные стоимостные показатели электрических сетей. Методика сопоставления вариантов схем развития электрических сетей.
40. *Особенности выбора сечений проводников ЛЭП в распределительных сетях 0,38...35 кВ.* Целесообразность выбора проводников ЛЭП по величине допускаемых потерь напряжения. Допустимые, располагаемые и действительные потери напряжения. Выбор проводника по величине допустимых потерь напряжения в случае одного участка линии. Выбор проводников по величине допустимых потерь напряжения в случае нескольких участков линии. Дополнительные условия выбора проводников по величине допустимых потерь напряжения. Проверка выбранных сечений проводников по другим ограничениям.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Электрические системы и сети», 5 семестр

1. Методика оценки.

Задание

для курсовой работы по дисциплине «Электрические системы и сети»

«Развитие электрической сети районной энергосистемы»

Выполнить технико-экономическое обоснование схемы развития электрической сети районной энергосистемы для электроснабжения новых узлов нагрузки.

Структура

Технико-экономическое обоснование варианта схемы развития электрической сети в выполняемой курсовой работе включает в себя следующие вопросы:

1. Выбор вариантов схем соединений ЛЭП электрической сети
2. Выбор номинальных напряжений сооружаемых ЛЭП
3. Определение сечений проводов сооружаемых ЛЭП
4. Выбор трансформаторов на понижающих подстанциях
5. Составление принципиальных и расчетных схем вариантов
6. Расчет режимов максимальных нагрузок и баланс реактивной мощности
7. Выбор схем присоединения к сети новых и расширения существующих понижающих подстанций
8. Выбор окончательного варианта схемы развития электрической сети

Этапы выполнения и защиты:

Задание на проектирование выдается на 3-й неделе семестра.

30 % работы (пункты 1, 2 и 3) должны быть выполнены к 7-ой неделе;

65 % работы (пункты 4, 5 и 6) – к 13-ой неделе;

работа сдается целиком на проверку на 15-ой неделе.

Защита курсовой работы на 16-17 неделях.

Оцениваемые позиции: корректность расчетов и обоснования принятых решений, качество оформления, доклад, ответы на вопросы.

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если курсовая работа не соответствует выданному заданию, содержит принципиальные ошибки и не представлена к защите, а также, если при защите работы студент не показал знаний по теоретической части, необходимой для выполнения работы, не может обосновать принятые решения, оценка составляет менее 50 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом уровне**, если курсовая работа соответствует выданному заданию, содержит не принципиальные ошибки, а также, если при защите работы студент не показал твердых знаний по теоретической части, необходимой для выполнения работы, частично может обосновать принятые решения, оценка составляет от 50 до 72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом уровне**, если курсовая работа соответствует выданному заданию, не содержит принципиальных ошибок, а также, если при защите работы студент показал твердые знания по теоретической части, необходимой для выполнения работы, может обосновать принятые решения, оценка составляет от 73 до 86 баллов.

- работа считается выполненной **на продвинутом уровне**, если курсовая работа соответствует выданному заданию, не содержит ошибок, а также, если при защите работы студент показывает твердые знания по теоретической части, необходимой для выполнения работы, обосновывает принятые решения, выявляет проблемы при выборе оборудования электрических сетей, предлагает варианты решения проблем в ходе проектирования, оценка составляет от 87 до 100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Курсовая работа оценивается отдельно от общей оценки по дисциплине.

4. Примерный перечень тем курсовой работы

Схема развития электрической сети районной энергосистемы

5. Перечень вопросов к защите курсовой работы

Защита курсовой работы проходит в форме доклада по выполненному заданию с обоснованием принятых в работе методов выбора схем и оборудования электрических сетей и принятия решений. В процессе доклада могут быть заданы уточняющие или наводящие вопросы. После доклада могут быть заданы вопросы по пропущенным в докладе деталям или вопросам проектирования.

Специальных вопросов по проектированию районной электрической сети не предусмотрено.