



УТВЕРЖДАЮ

Директор ВШТЭ

П.В.Луканин

2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02
 (индекс дисциплины)

Электроэнергетическое оборудование тепловых электростанций
 (Наименование дисциплины)

Кафедра **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей
 Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки: Технология производства электрической и тепловой энергии

Уровень образования: Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		144
	Аудиторные занятия	56		16
	Лекции	28		8
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	28		8
	Самостоятельная работа	88		124
	Промежуточная аттестация	0		4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачёт	1		2
	Контрольная работа			2
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		4
Семестр		1		2

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

На основании учебных планов № m130401-1, zm 130401

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:  Коновалов П.Н.
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:  Коновалов П.Н.
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел:  Смирнова В.Г.
(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции у обучающихся в области электроустановок электрических станций всех типов и подстанций, о современном состоянии технологии производства электроэнергии, развития и управления режимами электростанций и электрических сетей, а также изучение методов их проектирования

1.3. Задачи дисциплины

- Ознакомить с современными технологиями производства, передачи и потребления электроэнергии.
- Дать обучающимся знания научных основ построения электрической части электростанций разных типов и подстанций во взаимосвязи с вопросами технологии производства электроэнергии, экономики, экологии, режимов работы электростанций в энергосистеме.
- Научить методам поиска оптимальных решений при разработке схем электрических соединений электростанций и подстанций.
- Привить навыки расчетов параметров токоограничивающих устройств.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК - 5	способностью к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах	1

Планируемые результаты обучения

Знать:

- 1) современные технологии производства, передачи и потребления электроэнергии;
- 2) современные подходы к проектированию, развитию и управлению электростанциями и электросетевыми компаниями в России и за рубежом.

Уметь:

- 1) анализировать социально значимые проблемы и процессы в области электроэнергетики;
- 2) анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;
- 3) обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели, выбирать пути для их достижения;

Владеть:

- 1) терминологией в области электроэнергетических систем и сетей;
- 2) методами поиска научно-технической информации в области электроэнергетики.
- 3) способностью к принятию осознанных и мотивированных технических решений в производственной деятельности в процессе проектирования и выполнения строительно-монтажных, пусконаладочных и специальных работ при строительстве и ремонтах объектов электроэнергетических сетей и электрической части тепловых электростанций.

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Технологии производства, передачи и потребления электроэнергии.			
<p>Тема 1. Современная техника и технологии производства и передачи электроэнергии.</p> <p>Современные направления развития генерирующих компаний. Актуальные проблемы транспорта электроэнергии в ЕЭС России. Способы повышения пропускной способности линий электропередачи. Роль генерирующих компаний в обеспечении устойчивой работы энергосистемы при различных возмущениях. Определение заданного (принудительного распределения) мощности в электрических сетях. Сверхпроводимость и основные направления ее применения в электроэнергетике.</p>	15		14
<p>Тема 2. Потери электроэнергии.</p> <p>Понятие термина «потери электроэнергии». Рациональный уровень потерь электроэнергии. Детальная структура фактических потерь электроэнергии. Задачи расчета технологических потерь электроэнергии. Анализ потерь электроэнергии. Принципы нормирования потерь электроэнергии. Расчет норматива потерь электроэнергии. Составляющие потерь электроэнергии на электрических станциях и методы их снижения.</p>	15		14
<p>Тема 3. Технология планирования и управления режимами Единой энергетической системы России.</p> <p>Единая энергетическая система России как объект оперативно-диспетчерского управления. Баланс мощности. Особенности режимов работы АЭС и ТЭС. Резерв мощности. Система оперативно-диспетчерского управления. Планирование режимов ЕЭС. Управление режимами ЕЭС России. Современные средства автоматизации Единой национальной электрической сети России. Место АСТУ в управлении ЕНЭС. Анализ аварийных событий. Мониторинг состояния оборудования электрических сетей.</p>	15		16
<p>Тема 4. Анализ и планирование электропотребления.</p> <p>Характерные особенности и тенденции электропотребления энергосистем России. Методы прогнозирования и планирования электропотребления, учет влияния метеорологических факторов. Опыт применения методов и программных средств для планирования электропотребления и балансов. Современные подходы к формированию информационных моделей в электроэнергетике. Основные системные программные средства, используемые на предприятиях в электроэнергетике. Методы и средства обработки режимных параметров электростанций и энергосистем.</p>	15		16
Текущий контроль 1. опрос	2		
Учебный модуль 2. Электроэнергетическое оборудование ТЭС.			
<p>Тема 5. Устройства электроустановок электростанций и подстанций.</p> <p>Назначение, роль и структура электроустановок электростанций разных типов и подстанций. Основные требования, предъявляемые к электроустановкам в отношении надежности работы, экономичности, удобства эксплуатации, компактности, унифицированности, маневренности, экологичности. Схемы выдачи мощности электростанций. Основное электрооборудование ТЭС: генераторы электростанций, трансформаторное оборудование; коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения; воздушные и кабельные линии электропередачи.</p>	16		14
<p>Тема 6. Схемы распределительных устройств электроустановок.</p> <p>Требования предъявляемые к схемам распределительных устройств (РУ). Принципы построения схем РУ. Классификация схем. Упрощенные схемы коммутации присоединений.</p>	15		14
<p>Тема 7. Схемы электрических соединений конденсационных и теплофикационных электростанций.</p> <p>Общие принципы построения электрических схем электростанций. Особенности схем конденсационных и теплофикационных электростанций. Выбор схем на основании технико-экономических расчетов. Критерии</p>	14		14

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
оптимальности принимаемых решений, лимитирующие факторы.			
Тема 8. Схемы собственных нужд электростанций разного типа и подстанций. Состав потребителей собственных нужд электростанций и подстанций. Требования в отношении надежности и экономичности электроснабжения собственных нужд. Основные механизмы собственных нужд и их характеристики. Типы используемых приводов. Источники электроснабжения собственных нужд. Схемы собственных нужд конденсационных и теплофикационных электростанций.	16		15
Тема 9. Оперативные переключения в электроустановках. Диспетчерское управление электростанцией. АСУ ТП электростанций и АСКУЭ. Переключения в электроустановках на стационарных и переменных режимах эксплуатации.	15		15
Текущий контроль 2. опрос	2		
Текущий контроль 1,2. Контрольная работа			8
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		4
ВСЕГО:	144		144

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	1	4			2	1
2	1	2			2	1
3	1	4			2	1
4	1	2			2	0,5
5	1	4			2	0,5
6	1	2			2	1
7	1	2			2	1
8	1	4			2	1
9	1	4			2	1
ВСЕГО:		28				8

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Современные техника и технологии производства и передачи электроэнергии	1	4			2	1
2	Потери электроэнергии	1	4			2	1
3	Технология планирования и управления режимами Единой энергетической системы России	1	2			2	1
4	Анализ и планирование электропотребления	1	2			2	0,5
5	Устройства электроустановок электростанций и подстанций	1	4			2	0,5
6	Схемы распределительных	1	4			2	1

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	устройств электроустановок						
7	Схемы электрических соединений конденсационных и теплофикационных электростанций	1	4			2	1
8	Схемы собственных нужд электростанций разного типа и подстанций	1	2			2	1
9	Оперативные переключения в электроустановках	1	2			2	1
ВСЕГО:			28			8	

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Семестр	Кол-во	Семестр	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2	Опрос	1	2				
1,2	Контрольная работа					2	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	1	44			2	62
Подготовка к практическим занятиям	1	40			2	50
Выполнение контрольной работы					2	8
Подготовка к зачету	1	4			2	4
ВСЕГО:		88				124

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Конюхова Е.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 510 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33222>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Жуков В.В. Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Жуков В.В.— Электрон.

текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 519 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57020>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Булкин А.Е. Автоматическое регулирование энергоустановок [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Булкин А.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 508 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55875>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Балаков Ю.Н. Проектирование схем электроустановок [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55885>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Инструкция по переключениям в электроустановках. СО 153-34.20.505-2003 [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22682>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6. Ушаков В.Я. Современные проблемы электроэнергетики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ушаков В.Я.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 447 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34715>.— ЭБС «IPRbooks».

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ [Электронный ресурс] URL: publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.

2. Электронная библиотека «IPRbooks» [Электронный ресурс] URL: <http://www.iprbookshop.ru>.

3. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс] URL: http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1.
2. Microsoft Office Professional 2013.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс.
3. Кабинет макетов ТЭЦ, АЭС, ПТУ, ГПС.
4. Учебная лаборатория тепловых двигателей.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги электроэнергетического оборудования.
3. Комплект плакатов.
4. Наборы слайдов на электронном носителе.
5. Схемы электрооборудования ТЭС.
6. Схемы собственных нужд электростанций.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Работа с нормативно-технической литературой, просмотр примеров разработанных проектов реконструкции систем теплоснабжения, решение задач по оценке эффективности инвестиций с применением различных методов, формулировка выводов.

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; а также подготовки к зачету.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты практических занятий, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на зачетные вопросы, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-5 (1)	<p>1. Демонстрирует необходимые знания для формулирования задания на разработку решений, связанных с модернизацией технологического оборудования.</p> <p>2. Способен провести расчеты электрических схем, определить надежность выбранной схемы.</p> <p>3. Способен осуществить выбор основного электротехнического оборудования ТЭС.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (25 вопросов)</p> <p>2. Перечень практических заданий (10 задач)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных этапов инвестиционного процесса, нормативных требований при проектировании объектов систем энергоснабжения, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной учебной и нормативной литературой, программными средствами, используемыми при проектировании, проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные этапы инвестиционного процесса, нормативные требования при проектировании объектов систем энергоснабжения; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Современные направления развития генерирующих компаний. Актуальные проблемы транспорта электроэнергии в ЕЭС России. Способы повышения пропускной способности линий электропередачи.	1
2	Роль генерирующих компаний в обеспечении устойчивой работы энергосистемы при различных возмущениях. Определение заданного (принудительного распределения) мощности в электрических сетях.	1
3	Сверхпроводимость и основные направления ее применения в электроэнергетике.	1
4	Понятие термина «потери электроэнергии». Рациональный уровень потерь электроэнергии.	2
5	Детальная структура фактических потерь электроэнергии	2
6	Задачи расчета технологических потерь электроэнергии. Анализ потерь электроэнергии.	2
7	Принципы нормирования потерь электроэнергии.	2
8	Расчет норматива потерь электроэнергии.	2
9	Составляющие потерь электроэнергии на электрических станциях и методы их снижения.	2
10	Единая энергетическая система России как объект оперативно-диспетчерского управления. Баланс мощности.	3
11	Особенности режимов работы АЭС и ТЭС. Резерв мощности.	3
12	Система оперативно-диспетчерского управления. Планирование режимов ЕЭС. Управление режимами ЕЭС России	3
13	Современные средства автоматизации Единой национальной электрической сети России. Место АСТУ в управлении ЕНЭС. Анализ аварийных событий. Мониторинг состояния оборудования электрических сетей.	3
14	Характерные особенности и тенденции электропотребления энергосистем России.	4
15	Методы прогнозирования и планирования электропотребления, учет влияния метеорологических факторов.	4
16	Опыт применения методов и программных средств для планирования электропотребления и балансов.	4
17	Назначение, роль и структура электроустановок электростанций разных	5
18	Основные требования, предъявляемые к электроустановкам в отношении надежности работы,	5
19	Основное электрооборудование ТЭС: генераторы электростанций, трансформаторное оборудование; коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения; воздушные и кабельные линии электропередачи.	5
20	Требования предъявляемые к схемам распределительных устройств (РУ).	6
21	Принципы построения схем РУ. Классификация схем. Упрощенные схемы коммутации присоединений.	6
22	Общие принципы построения электрических схем электростанций. Выбор схем на основании технико-экономических расчетов.	7
23	Особенности схем конденсационных и теплофикационных электростанций	7
24	Состав потребителей собственных нужд электростанций и подстанций. Требования в отношении надежности и экономичности электроснабжения собственных нужд.	8
25	Оперативные переключения в электроустановках. Диспетчерское управление электростанцией. АСУ ТП электростанций и АСКУЭ. Переключения в электроустановках на стационарных и переменных режимах эксплуатации.	9

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий (задач)	Ответ
-------	---------------------------------	-------

1	Надежность электроснабжения потребителей. Оценить надежность электроснабжения при обеспечении потребителей через 1 автотрансформатор и 2 автотрансформатора, работающих в параллель.	Решение: При обеспечении потребителей через 1 автотрансформатор, K_g будет равен $K_g = K_{g \text{ автотрансформат}} * K_{g \text{ изоляторов}} * K_{g \text{ линии}}$. При $K_{gi} = 0,96$. K_g обеспечения потребителей электроэнергии будет равен $K_{g1} = 0,96 * 0,96 * 0,96 = 0,884736$. При той же $K_{gi} = 0,96$ $K_{g2} = K_{g1} + K_{g1} - K_{g1} * K_{g1} = 0,884736 + 0,884736 - 0,884736 * 0,884736 = 0,986714$ Таким образом, схема с резервированием обладает повышенной надежностью 0,986714 против 0,884736.
2	Оценить надежность обеспечения потребителей электроэнергией если коммутационное устройство (масляный выключатель) имеет $K_g = 0,92$	Решение: $K_{g1} = 0,96 * 0,96 * 0,96 * 0,92 = 0,813957$ $K_{g2} = K_{g1} + K_{g1} - K_{g1} * K_{g1} = 0,813957 + 0,813957 - 0,813957 * 0,813957 = 0,965388$ Таким образом, схема с резервированием обладает повышенной надежностью 0,965388 против 0,813957.

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа на зачете 20 минут.