

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

С.Т. Князев

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Модуль	Код модуля
Энергетическое оборудование тепловых электростанций	1153745

Екатеринбург, 2019

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Энергетическое машиностроение	Код ОП 13.03.03/33.03
Траектория образовательной программы (ТОП)	
Направление подготовки Энергетическое машиностроение	Код направления и уровня подготовки 13.03.03
Уровень подготовки высшее образование – бакалавриат	

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тупоногов Владимир Геннадьевич	Доктор техн. наук, доцент	профессор	Теплоэнергетика и теплотехника
2	Черепанова Екатерина Владимировна	Канд. техн. наук, доцент	доцент, руководитель модуля	Теплоэнергетика и теплотехника
3	Чернова Марина Борисовна		преподаватель- лектор	Тепловых электрических станций
4	Дмитриев Степан Александрович	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Автоматизированные электрические Системы
5	Назаров Сергей Леонардович	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Электротехника и электротехнологическ ие системы

Рекомендовано методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 94 от 15.03.2019г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Энергетическое оборудование тепловых электростанций

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Энергетическое оборудование тепловых электростанций» включен в учебный план образовательной программы, реализуемой по самостоятельно установленному образовательному стандарту (СУОС) УРФУ, и состоит из дисциплин «Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций», «Турбины тепловых и атомных электрических станций», «Электрическая часть электростанций», «Основы электрических машин».

Модуль содержит систематическое изложение вопросов устройства основного и вспомогательного оборудования тепловой станции: котельное, турбинное оборудование, вспомогательные системы, электрическая часть электростанции. Освоение модуля обеспечивает учащемуся комплексное понимание назначения, устройства и взаимодействия оборудования ТЭС.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1.

№ п/п	Перечень дисциплин модуля	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	9/324	зачет, экзамен
2	Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций	7/252	зачет, экзамен
3	Турбины тепловых и атомных электрических станций	6/216	зачет, экзамен
4	Электрическая часть электростанций	3/108	зачет
5	Основы электрических машин	4/144	зачет
ИТОГО по модулю:		29/1044	Не предусмотрено

1.3. Последовательность освоения дисциплин в модуле

Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Последовательности освоения дисциплин модуля произвольна
Корреквизиты	Дисциплины модуля могут осваиваться одновременно

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения по модулю

РО-3: Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности составлять техническое задание на проектирование и проводить расчеты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

РО-4: Способность разрабатывать в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами во взаимодействии со специалистами другого профиля.

РО-5: Способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию.

Таблица 2.

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений;</p> <p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации;</p> <p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности;</p> <p>ПК-1 – Способен рассчитывать элементы энергетических машин и установок с учетом свойств конструкционных материалов, динамических и тепловых нагрузок;</p> <p>ПК-2 – Способен проводить измерения физических величин, определяющих ПК-3 – Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках;</p> <p>ПК-4 – Способен применять фундаментальные знания в области электротехники, электрооборудования и электроснабжения в процессе решения конкретных задач проектирования и эксплуатации электрического хозяйства предприятий, организаций и учреждений;</p> <p>ПК-5 – Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем, газовых схем с выбором оборудования и арматуры, аэродинамические расчеты, разрабатывать проектную документацию по отдельным узлам и элементам тепломеханического оборудования на основании задания</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> технологии производства пара на ТЭС, конструкции, характеристики и принцип работы паровых котлов; характеристики энергетического топлива и способы его подготовки к сжиганию, основы теории горения, характеристики различных видов топок; особенности различных видов поверхностей нагрева, их компоновку, факторы, влияющие на теплообмен; стандартные методики расчета котлов; факторы, влияющие на эффективность работы котельных установок, способы ее повышения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> анализировать техническое состояние котельной установки и парового котла; самостоятельно принимать решения в процессе эксплуатации котлоагрегатов, поддерживать оптимальный режим, обеспечивать безопасность работы подчиненного персонала; проводить тепловой расчет котлов по стандартным методикам; сравнивать различные типы котлов, их элементы и вспомогательное оборудование и выбирать наиболее соответствующие требованиям и условиям производства. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> методиками выбора котельного оборудования; стандартными методиками теплового расчета котельных установок; навыками организации и проведения необходимых испытаний отдельных элементов и котельной установки в целом; навыками работы с каталогами и справочной литературой для поиска данных по определению характеристик и проведению расчетов котельных установок;

	руководителя с учетом требований к обеспечению экологической безопасности и энерго- и ресурсосбережения;	<ul style="list-style-type: none"> • навыками применения знаний фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов дисциплин для анализа процессов, происходящих в котельной установке.
Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций	<p>ПК-8 – Способен анализировать и систематизировать информацию и составлять технические задания на проектирование электрооборудования и систем электроснабжения; работу энергетических машин и установок;</p> <p>ПК-10 – Способен управлять процессом эксплуатации паровых котлов, паровых и газовых турбин, электрооборудования и трубопроводов тепловой электрической станции, трубопроводов и оборудования тепловых сетей, обеспечивая экологическую безопасность и энерго- и ресурсосбережение.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим установкам и системам; • основы теории работы, особенности конструкции и характеристики насосного, тягодутьевого и • тепломеханического оборудования электростанции; • стандартные методики расчета вспомогательного оборудования электростанций. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить тепловой расчет энергетического оборудования; • анализировать техническое состояние энергетического оборудования; • сравнивать различное типовое энергетическое оборудование и выбирать наиболее соответствующее требованиям и условиям производства. <p>Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> • методиками выбора оборудования электростанций; • стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования.
Турбины тепловых и атомных электрических станций		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • конструкции и характеристики турбин ТЭС и АЭС; • конструкции и характеристики парогазовых и газотурбинных установок; • технологии производства электрической и тепловой энергии на электростанциях, места различного оборудования в схеме станции; • режимы работы электростанций; • основы централизованного энерго- и теплоснабжения потребителей, методов определения оптимальной схемы снабжения; • основы устройства и функционирования ядерных энергетических установок; • методики расчета тепловых схем ТЭС, характеристик; • нормативную документацию, регламентирующую эксплуатацию оборудования электростанций. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить тепловой расчет энергетического оборудования; • оценивать КПД энергетического оборудования; • определять приблизительную стоимость

		<p>установки и модернизации энергетического оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> • составлять отдельные разделы инструкций по эксплуатации оборудования ТЭС. <p>Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> • методиками выбора оборудования электростанций; • стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования; • методами опытной проверки оборудования.
Электрическая часть электростанций		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • параметры схем электрических соединений; • порядок выполнения оперативных переключений на объектах электроэнергетики; • условия и особенности работы разных типов электротехнического оборудования; • устройство и работу синхронных турбогенераторов и гидрогенераторов; • систем охлаждения и регулирования синхронных генераторов; • технико-экономические показатели, нормальных и аномальных режимов работы генераторов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • осуществлять анализ и регулирование параметров электротехнического оборудования; • правильно анализировать и оценивать результаты работы в зависимости от значения параметров электротехнического оборудования; • различать типы электротехнического оборудования и определять их назначение, <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами расчета для выбора оборудования для использования на энергообъектах; • методами анализа и выбора типов электрооборудования.
Основы электрических машин		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин и аппаратов, их виды и основные характеристики; • эксплуатационные требования к различным видам электрических машин и аппаратов; • основные типы, принцип действия, назначение и конструкции электрических машин и аппаратов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • производить выбор электрических аппаратов, машин для электрического привода, • оборудования электрических станций и

		<p>подстанций, систем и сетей электроснабжения и автоматики;</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять, эксплуатировать электрические аппараты и машины для электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, систем и сетей, электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками выбора конструктивного исполнения и степени защиты электрических • аппаратов и машин электрооборудования в соответствии с условиями эксплуатации и режимами работы электромеханических систем.
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

2.1. ДИСЦИПЛИНА Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций

2.1.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 3.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Котельные установки в системах энергохозяйств промышленных предприятий	Понятие котельной установки. Основные тенденции развития котельных установок. Принципиальная схема котельной установки.
P2	Тепловой и эксергетический балансы котла	Общее уравнение теплового баланса. Теплота, полезно затраченная на производство пара и воды. Расход топлива и КПД котла. Потери теплоты с уходящими газами. Потери теплоты от химической и механической неполноты сгорания. Потери теплоты от наружного охлаждения. Потери с физической теплотой шлака. Зависимость КПД котла от нагрузки. Эксергетический баланс котла. КПД котельной установки.
P3	Тепловой расчет поверхностей нагрева	Компоновка, тепловая схема котла и задачи теплового расчета. Теплообмен в топке. Полурадиационные и конвективные поверхности нагрева. Температурный напор. Коэффициент теплоотдачи конвекцией. Коэффициент теплоотдачи излучением. Коэффициент теплопередачи. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена.
P4	Гидродинамика котла	Условия надежной работы элементов котла. Режимы, структура и параметры течения потока рабочего тела. Гидравлические сопротивления. Тепловая и

		гидравлическая разверка в системе труб. Гидравлические характеристики поверхностей нагрева. Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией. Надежность режимов циркуляции.
P5	Аэродинамика газовоздушного тракта	Системы газовоздушного тракта. Основы аэродинамического расчета газовоздушного тракта. Аэродинамические сопротивления Аэродинамика дымовой трубы. Выбор тягодутьевых машин.
P6	Водный режим и качество пара котлов	Задачи водного режима. Требования к питательной воде и накипеобразование. Системы подготовки питательной воды. Водный режим барабанных котлов. Ступенчатое испарение. Продувка котла. Требования к чистоте пара. Причины загрязнения пара. Унос влаги с паром. Сепарация и промывка пара.
P7	Конструкции паровых котлов	Влияние единичной мощности, параметров пара и режимов работы на конструкцию парового котла. Котлы с естественной циркуляцией. Прямоточные котлы. Паровые котлы комбинированных энергоустановок. Котлы-утилизаторы газотурбинных установок. Передвижные котлы. Электрокотлы. Котлы для полупиковых и пиковых нагрузок.
P8	Испарительные поверхности нагрева	Тепловосприятие поверхностей нагрева парового котла. Гладкотрубные топочные экраны. Газоплотные сварные экраны.
P9	Пароперегреватели	Назначение и классификация пароперегревателей. Конвективные пароперегреватели. Радиационные и ширмовые пароперегреватели. Компоновка пароперегревателей. Регулирование температуры пара. Паровое регулирование. Методы газового регулирования.
P10	Низкотемпературные поверхности нагрева	Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Экономайзеры. Рекуперативные и регенеративные воздухоподогреватели. Условия работы низкотемпературных поверхностей нагрева. Методы повышения коррозионной стойкости воздухоподогревателей.
P11	Компоновка, металлоконструкции и тепловая изоляция парового котла	Компоновка паровых котлов. Каркасы паровых и водогрейных котлов. Назначение и конструкции обмуровок. Обмуровочные материалы. Тепловая изоляция. Прокладочные материалы. Основы теплового расчета обмуровки и тепловой изоляции.
P12	Абразивный износ, коррозия, загрязнение и очистка поверхностей нагрева	Абразивный износ. Коррозия металла элементов котла. Высокотемпературная коррозия поверхностей нагрева. Низкотемпературная коррозия поверхностей нагрева. Загрязнение и очистка поверхностей нагрева.
P13	Тепловые характеристики работы котлов при изменении режимов эксплуатации.	Изменение нагрузки котла. Изменение температуры питательной воды. Изменение воздушного режима котла. Изменение качества топлива. Совместные изменения режимов.
P14	Эксплуатация котельных агрегатов	Растопка и останов. Контроль за работой котельного агрегата. Выбор оптимальных режимов работы. Правила технической эксплуатации. Организация

	ремонтов. Теплотехнические испытания котельных установок.
--	---

2.1.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций

Литература

1. Липов Ю. М. Котельные установки и парогенераторы / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков. — Изд. 2-е, испр. — М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2005. — 592 с. (44 экз.).
2. Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация / Б.А. Соколов. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 432 с. (35 экз.).
3. Брюханов А.Н. Газифицированные котельные агрегаты: Учебник / А.Н. Брюханов, В.А. Кузнецов. М.: ИНФРА-М, 2005. 392 с. (16 экз.).
4. Маряхина В.С. Теплогенерирующие установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Маряхина. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 104 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259259>.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. ПБ 10-574-03 / [Электронный ресурс]. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. - 176 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57441>.

Методические разработки

1. Устройство паровых котельных агрегатов [Электронный ресурс] : методическая разработка / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Институт инженерно-экологических систем и сооружений и др. - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. - 50 с. – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427286>.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека

http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/ - база данных по тепломеханическому и вспомогательному оборудованию электростанций.

2.1.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 4.

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
-------	--------------	--------------------------------------	--

		помещений для самостоятельной работы	
1	<i>Лекционные и практические занятия</i>	<i>Учебная мебель на 30 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Доска учебная меловая. Проектор NEC projector M271X LCD. Компьютер HP 3400(3500) Pro MT <4.4>.</i>	<i>Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ.</i>

2.2. ДИСЦИПЛИНА Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций

2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Классификация вспомогательного оборудования ТЭС	Технологическая схема ТЭС и место вспомогательного оборудования в ней Классификация вспомогательного оборудования ТЭС по назначению и принципу действия.
P2	Регенеративные и сетевые подогреватели	Назначение и типы регенеративных подогревателей. Конструктивные особенности подогревателей высокого и низкого давления. Схемы включения подогревателей в систему регенерации турбины. Основы теплового расчета регенеративных подогревателей. Определение основных геометрических характеристик регенеративных подогревателей. Основы гидравлического расчета регенеративных подогревателей. Назначение сетевых подогревателей. Конструкции сетевых подогревателей. Схемы включения сетевых подогревателей. Тепловой расчет сетевых подогревателей.
P3	Испарители и деаэраторы	Назначение и типы испарителей. Конструкции испарителей. Водный режим испарителей. Схемы включения испарителей в тепловую схему ТЭС. Тепловой и гидравлический расчет испарителей. Назначение и типы деаэраторов. Теоретические основы процесса термической деаэрации. Конструкции деаэраторов. Расчет теплообмена в деаэраторах.
P4	Водогрейные котлы	Назначение и принцип действия водогрейных котлов. Конструкции водогрейных котлов. Основы теплового расчета водогрейных котлов.
P5	Насосное и тягодутьевое оборудование ТЭС	Назначение и область применения насосов и тягодутьевых машин. Параметры работы машин. Характеристики насосов и тягодутьевых машин. Определение характеристики сети. Рабочий режим при работе машины на сеть. Совместная работа нескольких машин на общую сеть. Определение оптимального режима совместной работы машин на сеть. Устойчивая работа насосов и вентиляторов в сети. Помпаж и меры его предупреждения. Кавитация и меры предупреждения кавитации. Основы теории подбора процессов в насосах и

		тягодутьевых машинах. Регулирование параметров работы насосов и тягодутьевых машин. Способы регулирования. Сравнение различных способов регулирования по затрачиваемой мощности. Конструкции тягодутьевых машин и насосов. Испытания и эксплуатация насосов и тягодутьевых машин.
Р6	Станционные трубопроводы	Классификация стационарных трубопроводов по назначению. Категории трубопроводов. Факторы, влияющие на работу трубопроводов. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов. Крепление трубопроводов. Тепловая изоляция трубопроводов. Арматура для трубопроводов. Основы расчета конструктивных элементов и гидравлического сопротивления трубопроводов. Особенности эксплуатации трубопроводов ТЭС.
Р7	Расчет теплообменного оборудования и трубопроводов на прочность	Условия работы металла теплообменного оборудования и трубопроводов. Изменения структуры и свойств сталей в процессе изготовления, эксплуатации, монтажа и ремонта. Контроль состояния паропроводов. Расчет на прочность элементов теплообменников и трубопроводов.
Р8	Золоуловители	Назначение и типы золоуловителей. Конструкции золоулавливающих устройств. Показатели эффективности работы золоулавливающих устройств.

2.2.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций

Литература

1. Рихтер Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: Учеб. Пособие для вузов/ Л.А.Рихтер, Д.П.Елизаров, В.М.Лавыгин.-М.: Энергоатомиздат, 1995.
2. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб. Пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика»/ Ю.Г.Назмеев, В.М.Лавыгин.- 2-е изд., перераб.-М.:МЭИ, 2002.
3. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учеб. для теплоэнерг. специальностей вузов/ В.М.Черкасский.-2-е изд., перераб. и доп.- М:Энергоатомиздат, 1984.
4. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: Учеб. Пособие для вузов.-М. Энергоатомиздат, 1998. Черкасский В.М.
5. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для студентов вузов/Л.С.Стерман, В.М.Лавыгин, С.Г.Тишин.-М.:Энергоатомиздат, 1995.

Методические разработки

6. Т.Ф. Богатова Анализ экономической эффективности различных способов

регулирования работы насосного и тягодутьевого оборудования: методические указания к домашнему заданию по дисциплине «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС» / Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковая система Яндекс: <https://yandex.ru/>
2. Поисковая система Google: <https://www.google.ru/>

2.2.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 6

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<i>Лекционные и практические занятия</i>	<p>Учебная аудитория на 24 рабочих места для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Учебная мебель на 24 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Компьютер LINKHome 312 -16 ш. Монитор АОС 21.5” E2270SWDN(/01) 5msDVI 1920x1080-16 шт. Интерактивная доска PolyVision eno 2610A. Проектор. Epson EH-TW610 МФУ лазерное. Kyocera ECOSYSM2835dw Доска учебная меловая. Доска учебная распашная. Интерактивная доска Classic Solution Dual Touch V 102. Коммутатор D-Link DES-1212D/E. Компьютер BenQ Б/В. Компьютер Celeron D346. Компьютер DTHJ Neos 260-8 шт. Компьютер I-T-S Freedom-3 шт.</p>	<p>"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ; ; Компас - 3D, версия 15 - лицензия ЧЦ-14-00124 от 04.06.2014 -бессрочно; SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM - лицензия № L010413-80M от 13.02.2014; PTC Mathcad Education - University Edition договор 43-12 199-2013 от 23.04.2013; Matlab</p>

		<p>Компьютер i5-3470. Компьютер i5-3471. Компьютер i5-3472. Компьютер Intel Pentium Dual Core 3.00.-3 шт. Кондиционер LG LS-K 1260HL. Кондиционер LG LS-K 1860HL. Кондиционер LG LS-K 2460HL. Принтер (сканер, копир) Laser Jet M1005 MFP. Принтер Epson R-300.</p>	<p>R2015a + Simulink от 31.07.2014; Qform 2D/3Dx32 - лицензия № 34-2012-КВ от 06.03.12; Visual Studio договор 43-12/1670-2017 от 01.12.2017; Autodesk AutoCAD16 - бесплатная образовательная лицензия на 3 года.</p>
--	--	---	--

2.3. ДИСЦИПЛИНА Турбины тепловых и атомных электрических станций

2.3.1.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Турбины тепловых и атомных электрических станций

Таблица 7.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Введение	<p>Предмет, задачи, содержание и структура дисциплины. Учебная литература по дисциплине. Турбины в энергетике и на транспорте. Краткая история развития турбостроения Принцип действия турбины. Основные элементы конструкции турбины. Классификация турбин.</p>
Р2	Турбинная ступень	<p>Истечение водяного пара из сопл. Турбинные решетки. Принцип работы турбинной ступени. Процесс преобразования энергии в турбинной ступени. Потери энергии в турбинных решетках. Ступени активного и реактивного типов. Треугольники скоростей. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени и его зависимости от $U/C_{ф}$. Дополнительные потери энергии в турбинной ступени. Относительный внутренний КПД ступени. Двухвенечные ступени. Парциальные ступени. Ступени большой веерности. Определение основных размеров сопловых и рабочих решеток. Выбор профилей турбинных решеток.</p>
Р3	Многоступенчатые турбины	<p>Рабочий процесс многоступенчатой паровой турбины. Общее устройство и основные системы паровой турбины. Предельная мощность однопоточной паровой турбины и пропускная способность последней ступени: основные факторы и их определяющие; способы увеличения предельной мощности турбины. Осевые усилия и способы их уравнивания. Уплотнения в паровых турбинах. Классификация уплотнений по месту установки в турбине. Теория процесса в лабиринтовых уплотнениях. Расчет утечек пара через диафрагменные и концевые уплотнения. Система концевых уплотнений паровых турбин и ее включение в тепловую схему ПТУ. Парораспределение турбины. Назначение системы парораспределения и ее состав. Основные типы парораспределения, применяемые в паровых турбинах. Основные конструкции стопорных и регулирующих клапанов паровых турбин. Расчет и проектирование паровой турбины. Последовательность расчета одноцилиндровой паровой турбины. Определение числа ступеней и распределение теплоперепада между ступенями. Установка паровой турбины на фундаменте. Организация тепловых расширений турбины.</p>

Р4	Система смазки, регулирования	<p>Назначение системы маслоснабжения и основные требования к ней. Принципиальные схемы маслоснабжения паровых турбин. Совмещенные системы маслоснабжения смазки и регулирования. Автономная система маслоснабжения смазки. Основные элементы систем маслоснабжения. Задачи системы автоматического регулирования (АСР) паровой турбины. Структурная схема АСР прямого действия. Схемы с промежуточным усилением. Ввод в АСР команд от оператора; механизм управления турбиной (МУТ). Понятие неравномерности и нечувствительности АСР. Статическая характеристика АСР. Заброс частоты вращения.</p> <p>Назначение системы защиты паровой турбины. Защита турбины от недопустимого повышения частоты вращения. Автомат безопасности. Защиты турбины: от недопустимого осевого сдвига, от недопустимого снижения давления в системе смазки, от недопустимого повышения давления в конденсаторе, от недопустимого снижения температуры свежего пара, от недопустимого повышения уровня в ПВД.</p>
Р5	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	<p>Основные потребители тепловой энергии. График потребления тепловой энергии.</p> <p>Турбина с противодавлением. Особенности ее режимов работы. Характеристики экономичности. Маркировка турбин с противодавлением. Турбина с одним и двумя регулируемыми отборами. Особенности режимов работы. Маркировка турбин с регулируемыми отборами.</p> <p>Турбины со ступенчатым подогревом воды для целей теплофикации. Особенности работы ЦНД теплофикационных турбин.</p> <p>Характеристики экономичности и диаграммы режимов теплофикационной турбины. Конструктивные особенности турбин с противодавлением, с регулируемым отбором пара. Регулирующие органы и их конструкции.</p>
Р6	Паровые турбины АЭС	<p>Основные тепловые схемы АЭС и требования к ним. Особенности конструкции турбин АЭС и факторы их определяющие. Единичная мощность турбин и влияние пропускной способности выхлопа, давления в конденсаторе, частоты вращения.</p> <p>Особенности использования влажного пара в турбинах АЭС. Внутренняя и внешняя сепарация. Раздельное давление. Выбор оптимального значения разделительного давления.</p> <p>Влияние аккумулярированной в турбине влаги на разгонные характеристики турбоагрегата. Надежность и биологическая защита.</p>
Р7	Вибрация турбоагрегата	<p>Понятие вибрации. Частота собственных колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс. Вибрация турбоагрегата. Основные показатели вибрации турбин (виброперемещение, виброскорость). Вибрация оборотной частоты. Критические</p>

		<p>частоты. Жесткие и гибкие валопроводы. Низкочастотная и высокочастотная вибрация. Нормы вибрационной надежности.</p>
P8	Переменный режим работы турбин	<p>Классификация режимов работы турбины. Работа сопла при переменном режиме. Сетка относительных расходов пара. Работа ступени при переменном режиме. Изменение КПД и реактивности. Работа отсека при переменном режиме. Взаимосвязь расходов и давлений. Формула Флюгеля. Изменение теплоперепадов по ступеням (отсекам). Расширение в косом срезе соплового и рабочего каналов; предельные давления. Работа последней ступени конденсационной турбины при переменном режиме. Предельный вакуум. Универсальная кривая поправка на мощность при изменении давления в конденсаторе. Режимная диаграмма «расход-давление» турбин с дроссельным и сопловым парораспределением. КПД отсеков и мощность в условиях переменного режима. Режимная диаграмма «мощность-расход» турбин с дроссельным и сопловым парораспределением. Влияние изменения начального давления и температуры, конечного давления турбины на режимную диаграмму «мощность-расход» конденсационной турбины и турбины с противодавлением. Влияние изменения параметров пара на мощность и экономичность в зависимости от системы парораспределения.</p>
P9	Конденсационная установка	<p>Назначение конденсационной установки. схема и основные элементы. Взаимодействие основных потоков. Основные факторы, влияющие на изменение давления в конденсаторе. Температурный напор конденсатора. Переохлаждение конденсата. Воздухоудаляющие устройства конденсатора. Пароструйные и водоструйные эжекторы. Принцип действия и характеристики эжекторов. Включение эжекторов в систему ПТУ. Водяная и воздушная плотность конденсатора; эксплуатационный контроль. Основные способы чистки конденсатора.</p>
P10	Газотурбинные установки	<p>Схемы и циклы простейших ГТУ со сгоранием топлива при постоянном давлении. Основные показатели, характеризующие работу ГТУ. Особенности конструкции газовых турбин. Основные направления повышения экономичности ГТУ. Технико-экономическое и конструктивное сопоставление ГТУ и ПТУ; преимущества и недостатки.</p>

2.3.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Турбины тепловых и атомных электрических станций

Литература

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкция турбин: Учебник для вузов. Кн. 1, 2 60-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1993.
2. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. 2-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1990. 640 с.
3. Паровые и газовые турбины. Сборник задач: Учебное пособие для вузов/под ред.
4. В.М. Трояновского, Г.С. Самойловича. М.: Энергоатомиздат, 1987. 240 с.
5. Паровые и газовые турбины/под ред. А.Г. Костюка и В.В. Фролова. М.: Энергоатомиздат, 1985.352 с.
6. Леонков А.М. Паровые и газовые турбины. Курсовое проектирование. Минск: Высшая школа. 182 с.
7. Трухний А.Д., Лосев С.И. Стационарные паровые турбины. М.: Энергоиздат, 1981. 456 с.
8. Самойлович Г.С. Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. М.: Энергоатомиздат, 1982. 494 с.

Методические разработки

1. Похорилер В.Л., Вульфев Е.Э. Расчет упрощенной тепловой схемы паротурбинной установки. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 37 с.
2. Расчет и проектирование ступени паровой турбины. Определение размеров и характеристик сопловой решетки: Методические указания к курсовой работе/Похорилер В.Л. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1996. 36 с.
3. Тепловые расчеты ЦВД с цельнокованным ротором паровой турбины для ИЭС: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию/Похорилер В.Л. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1993. 38 с.
4. Тепловые расчеты при проектировании ЦВД паровой турбины для ТЭС: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию/Похорилер В.Л. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1995. 36 с.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Поисковая система Яндекс: <https://yandex.ru/>

Поисковая система Google: <https://www.google.ru/>

2.3.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Турбины тепловых и атомных электрических станций

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 8

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<i>Лекционные и практические занятия</i>	<p>Учебная аудитория на 24 рабочих места для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Учебная мебель на 24 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Компьютер LINKHome 312 -16 ш. Монитор АОС 21.5” E2270SWDN(/01) 5msDVI 1920x1080-16 шт. Интерактивная доска PolyVision eno 2610A. Проектор. Epson EH-TW610 МФУ лазерное. Kyocera ECOSYSM2835dw Доска учебная меловая. Доска учебная распашная. Интерактивная доска Classic Solution Dual Touch V 102. Коммутатор D-Link DES-1212D/E. Компьютер BenQ Б/В. Компьютер Celeron D346. Компьютер DTHJ Neos 260-8 шт. Компьютер I-T-S Freedom-3 шт. Компьютер i5-3470. Компьютер i5-3471. Компьютер i5-3472. Компьютер Intel Pentium Dual Core 3.00.- 3 шт. Кондиционер LG LS-K 1260HL. Кондиционер LG LS-K 1860HL. Кондиционер LG LS-K 2460HL. Принтер (сканер, копир) Laser Jet M1005 MFP. Принтер Epson R-300.</p>	<p>"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ; ; Компас - 3D, версия 15 - лицензия ЧЦ-14-00124 от 04.06.2014 - бессрочно; SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM - лицензия № L010413-80M от 13.02.2014; PTC Mathcad Education - University Edition договор 43-12 199-2013 от 23.04.2013; Matlab R2015a + Simulink от 31.07.2014; Qform 2D/3Dx32 - лицензия № 34-2012-KB от 06.03.12; Visual Studio договор 43-12/1670-2017 от 01.12.2017; Autodesk AutoCAD16 - бесплатная образовательная лицензия на 3 года.</p>

2.4. ДИСЦИПЛИНА Электрическая часть электростанций

2.4.1.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 9.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Условия работы проводников и аппаратов	<p>Условия работы проводников и аппаратов. Термическое и электродинамическое действие токов. Уравнение теплового баланса, установившиеся температуры, постоянная времени нагрева. Термическая и электродинамическая устойчивость аппаратов. Глубина проникновения электрического поля и поверхностное распределение тока.</p> <p>Короткие замыкания (КЗ) в электроустановках. Основные определения и общая характеристика процесса трехфазного короткого замыкания.</p> <p>Методы расчетов токов трехфазного короткого замыкания. Схемы замещения. Определение параметров схем замещения. Преобразования схем замещения. Определение токов для любого момента времени при переходном процессе КЗ. Классификация контактных соединений. Допустимые условия работы контактов при длительно протекающих токах и токах короткого замыкания.</p>
P2	Электрооборудование и токоведущие части тепловых электрических станций	<p>Электрическая дуга, способы гашения электрической дуги.</p> <p>Назначение, область применения и принцип действия силовых выключателей: масляные выключатели с большим объемом масла; малообъемные масляные выключатели; воздушные выключатели; электромагнитные выключатели; элегазовые и вакуумные выключатели. Выключатели нагрузки. Приводы силовых выключателей. Условия выбора коммутационных аппаратов.</p> <p>Назначение, конструкция и принцип действия разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Особенности выбора разъединителей.</p> <p>Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, принцип действия, виды конструкций. Область применения измерительных трансформаторов. Классы точности. Допустимая область погрешностей для разных классов точности. Основные критерии выбора трансформаторов тока и напряжения.</p> <p>Токоведущие части распределительных</p>

		устройств электростанций. Виды шинных конструкций и область их применения. Изоляторы: виды, конструкция, назначение, область применения. Выбор токоведущих частей.
Р3	Силовые трансформаторы и генераторы электростанций	<p>Назначение и принцип действия силового трансформатора. Виды силовых трансформаторов. Устройство силовых маслонаполненных трансформаторов. Коэффициент трансформации. Понятие номинальной мощности трансформаторов.</p> <p>Системы охлаждения силовых трансформаторов. Маркировка систем охлаждения.</p> <p>Способы регулирования напряжения в узлах энергосистемы. Принцип регулирования напряжения в силовых трансформаторах.</p> <p>Типы генераторов и их параметры. Скорость вращения. Номинальная мощность синхронных генераторов. Проблема роста единичной мощности.</p> <p>Конструктивное исполнение современных турбогенераторов и гидрогенераторов. Классификация и оценка эффективности различных систем охлаждения серийных генераторов. Криогенное охлаждение.</p>
Р4	Главные схемы электрических соединений электростанций	<p>Понятие главной схемы электрических соединений. Элементы схем электрических соединений РУ (присоединение, коммутационная аппаратура, токоведущие части, вспомогательные элементы). Принципы построения схем электрических соединений энергообъектов. Нормируемые аварийные ситуации, анализ последствий различных типов аварийных ситуаций.</p> <p>Секционирование систем шин. Схемы с двумя системами сборных шин. Виды обходных устройств. Схемы с коммутацией присоединений двумя выключателями. Схемы с комбинированным принципом подключения присоединений. Достоинства, недостатки и область применения схем.</p> <p>Общие требования и основные принципы сооружения распределительных устройств. Правила устройства и основные размеры конструкций распределительных устройств. Обеспечение безопасности обслуживания и локализации аварий в распределительных устройствах.</p>
Р5	Собственные нужды электростанций и	Основные механизмы собственных нужд электростанций. Типы двигателей, применяемых

	оперативный ток	для привода механизмов собственных нужд тепловых станций. Схемы питания и резервирования собственных нужд ТЭЦ и ГРЭС, АЭС и КЭС. Классификация систем оперативного тока. Классификация и режимы работы стационарных аккумуляторных батарей. Выбор аккумуляторных батарей. Конструкции и назначение щитов постоянного тока (ЩПТ). Типовая схема расположения систем оперативного тока.
--	-----------------	---

2.4.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Электрическая часть электростанций

Литература

1. Проектирование электрической части подстанций: учебное пособие / С.А. Дмитриев, С.Е. Кокин, В.П. Нестеренков, А.И. Хальясмаа. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 103 с.
2. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учеб. для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования, обучающихся по специальностям 140206, 140203 / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова – М.: Академия, 2013. - 448 с.
3. Электротехнический справочник. 9-е изд., исправленное. Т.1 /под ред. В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2004. - 442 с.
4. Электротехнический справочник. 9-е изд., исправленное. Т.2 /под ред. В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2004. - 520 с.
5. Электрическая часть станций и подстанций: учебник для вузов / под ред. А.А. Васильева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.
6. Электрическая часть электростанций / под ред. С.В. Усова. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 616 с.
7. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Неклепаев Б.Н., Крючков К.П. – М.: Энергатоиздат, 1989. - 608 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>.
Библиотека электротехника и электроэнергетика - <http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> .
Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт - <http://docs.cntd.ru>.
Cambridge University Press - <http://www.journals.cambridge.com>.

Электронные образовательные ресурсы

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ/Электрооборудование электрических станций и подстанций/Методический материал.
URL: http://study.urfu.ru/umk/umk_view.aspx?id=5716;
Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ/ Электрическая часть электрических станций и подстанций/Методический материал.
URL: http://study.urfu.ru/umk/umk_view.aspx?id=5715.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для

воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

2.4.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Электрическая часть электростанций

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 10.

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<i>Лекционные и практически занятия</i>	<p>Учебная аудитория на 24 рабочих места для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Учебная мебель на 24 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Компьютер LINKHome 312 -16 ш. Монитор АОС 21.5” E2270SWDN(/01) 5msDVI 1920x1080-16 шт. Интерактивная доска PolyVision eno 2610A. Проектор. Epson EH-TW610 МФУ лазерное. Kyocera ECOSYS M2835dw Доска учебная меловая. Доска учебная распашная. Интерактивная доска Classic Solution Dual Touch V 102. Коммутатор D-Link DES-1212D/E. Компьютер BenQ Б/В. Компьютер Celeron D346. Компьютер DTHJ Neos 260-8 шт. Компьютер I-T-S Freedom-3 шт. Компьютер i5-3470. Компьютер i5-3471. Компьютер i5-3472. Компьютер Intel Pentium Dual Core 3.00.- 3 шт. Кондиционер LG LS-K 1260HL. Кондиционер LG LS-K 1860HL. Кондиционер LG LS-K 2460HL. Принтер (сканер, копир) Laser Jet M1005 MFP. Принтер Epson R-300.</p>	<p>"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ; ; Компас - 3D, версия 15 - лицензия ЧЦ-14-00124 от 04.06.2014 - бессрочно; SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM - лицензия № L010413-80M от 13.02.2014; PTC Mathcad Education - University Edition договор 43-12 199-2013 от 23.04.2013; Matlab R2015a + Simulink от 31.07.2014; Qform 2D/3Dx32 - лицензия № 34-2012-КВ от 06.03.12; Visual Studio договор 43-12/1670-2017 от 01.12.2017; Autodesk AutoCAD16 - бесплатная образовательная лицензия на 3 года.</p>

2.5. ДИСЦИПЛИНА Основы электрических машин

2.5.1.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 11.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Основы электромеханики	<p>Физические явления, лежащие в основе работы электрических машин.</p> <p>Типы электрических машин.</p> <p>Режимы работы электромеханических преобразователей энергии.</p> <p>Механические и внешние характеристики электрических машин.</p>
Р2	Трансформаторы	<p>Предварительные сведения о трансформаторах. Идеальный трансформатор.</p> <p>Реальный трансформатор. Приведенная схема замещения трансформатора.</p> <p>Переходные процессы в трансформаторах.</p> <p>Силовой трансформатор. Изменение напряжения и внешняя характеристика трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора. Условия параллельной работы трансформаторов.</p> <p>Регулирование напряжения в трансформаторах.</p> <p>Паспортные данные трансформаторов. Системы охлаждения силовых трансформаторов.</p> <p>Трехфазные трансформаторы. Магнитные системы трехфазных трансформаторов. Схемы соединений обмоток трехфазных трансформаторов. Группы соединений трехфазных трансформаторов. Несимметричные режимы трехфазных трансформаторов.</p> <p>Автотрансформаторы.</p>
Р3	Асинхронные машины	<p>Устройство, области применения асинхронных машин. Схема замещения асинхронной машины.</p> <p>Режимы работы асинхронной машины.</p> <p>Механическая характеристика асинхронной машины.</p> <p>Электромеханическая характеристика асинхронной машины. Потери и КПД асинхронной машины.</p> <p>Особенности пуска асинхронного двигателя.</p> <p>Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.</p> <p>Способы торможения асинхронного двигателя.</p> <p>Влияние ухудшения показателей качества электроэнергии на работу асинхронных двигателей.</p>
		Устройство, области применения

Р4	Синхронные машины	синхронных машин. Схема замещения синхронной машины Угловая характеристика активной мощности синхронной машины. Статическая устойчивость синхронной машины. Амплитудная устойчивость синхронной машины Угловая характеристика реактивной мощности синхронной машины. U-образные характеристики синхронной машины. Регулирование реактивной мощности синхронной машины. Пуск синхронных двигателей. Параллельная работа синхронных машин.
Р5	Коллекторные машины постоянного тока	Устройство, области применения коллекторных машин постоянного тока. Классификация генераторов и двигателей постоянного тока по способу возбуждения. Основные соотношения для генераторов и двигателей постоянного тока. Характеристики генераторов постоянного тока. Характеристики двигателей постоянного тока. Пуск двигателей постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока.
Р6	Электрические и электронные аппараты	Основные понятия и определения, область применения. Классификация электрических аппаратов. Тепловые процессы в электрических аппаратах. Электрический контакт. Классификация и виды электрических контактов. Требования к контактным материалам. Описание процессов, происходящих в момент коммутации электрической цепи. Дуговой разряд, его свойства и особенности. Коммутационные аппараты: предохранители, разъединители, разрядники, реакторы. Электромеханическое реле.

2.5.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Основы электрических машин

Литература

1. Беспалов В.Я. Электрические машины: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. Москва: Academia, 2006. 320 с. 56 экз.
2. Вольдек А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А.И. Вольдек, В.В. Попов. Москва; Санкт-Петербург; Нижний

Новгород [и др.]: Питер, 2008. 320 с.

3. Вольдек А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А.И. Вольдек, В.В. Попов. Москва; Санкт-Петербург; Нижний Новгород [и др.]: Питер, 2008. 350 с.
4. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник для электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов / И.П. Копылов. 4-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2004. 607 с. 38 экз.
5. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник для электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов / И.П. Копылов. 3-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2002. 607 с. 21 экз.
6. Епифанов А.П. Электрические машины: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 110302 - "Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва" / А.П. Епифанов. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2006. 272 с. 50 экз.
7. Справочник по электрическим машинам : В 2 т. Т. 1 / И.П. Копылова и др. / Под общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова .— М. : Энергоатомиздат, 1988 .— 455 с. 21 экз.

Методические разработки

1. Трансформатор: учебное пособие / В.С. Проскуряков, С.В. Соболев. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 45 с.
2. Электрические машины: Учеб. пособие. / В. С. Проскуряков, С. В. Соболев. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2009. 89 с.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

2.5.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Основы электрических машин

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 12.

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<i>Лекционные и практически занятия</i>	Учебная аудитория на 24 рабочих места для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель на 24 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Компьютер LINKHome 312 -16 ш. Монитор АОС 21.5” E2270SWDN(/01) 5msDVI 1920x1080-16 шт. Интерактивная доска PolyVision eno 2610A.	"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный;

	<p>Проектор. Epson EH-TW610 МФУ лазерное. Kyocera ECOSYS M2835dw Доска учебная меловая. Доска учебная распашная. Интерактивная доска Classic Solution Dual Touch V 102. Коммутатор D-Link DES-1212D/E. Компьютер BenQ Б/В. Компьютер Celeron D346. Компьютер DTHJ Neos 260-8 шт. Компьютер I-T-S Freedom-3 шт. Компьютер i5-3470. Компьютер i5-3471. Компьютер i5-3472. Компьютер Intel Pentium Dual Core 3.00.- 3 шт. Кондиционер LG LS-K 1260HL. Кондиционер LG LS-K 1860HL. Кондиционер LG LS-K 2460HL. Принтер (сканер, копир) Laser Jet M1005 MFP. Принтер Epson R-300.</p>	<p>LiteManager Pro – Server: ДИТ; ; Компас - 3D, версия 15 - лицензия ЧЦ-14-00124 от 04.06.2014 - бессрочно; SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM - лицензия № L010413-80M от 13.02.2014; PTC Mathcad Education - University Edition договор 43-12 199-2013 от 23.04.2013; Matlab R2015a + Simulink от 31.07.2014; Qform 2D/3Dx32 - лицензия № 34- 2012-КВ от 06.03.12; Visual Studio договор 43-12/1670-2017 от 01.12.2017; Autodesk AutoCAD16 - бесплатная образовательная лицензия на 3 года.</p>
--	--	---