

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет
Кафедра Энергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей
Геннадьевич

«___» _____ 20___
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.05.02 Тепломассообменное оборудование электростанций
на 288 часа(ов), 8 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от

«___» _____ 20___ г. №___

Профиль – Тепловые электрические станции (для набора 2024)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Приобретение углубленных знаний по тепломеханическому и вспомогательному оборудованию электростанций.

Задачи изучения дисциплины:

- типов, конструкций и схем включения тепломеханического и вспомогательного оборудования; - методик расчетов оборудования и трубопроводов ТЭС; - особенностей эксплуатации вспомогательного оборудования.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Б1.В.ДВ.05.2 «Тепломассообменное оборудование электростанций» является специальной дисциплиной, относится к дисциплинам по выбору. Курс предполагает, что студенты получили предварительно необходимую теоретическую и практическую подготовку при изучении основных теплоэнергетических дисциплин: «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика», «Котельные установки и парогенераторы», «Паровые и газовые турбины».

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы), 288 часов.

Виды занятий	Семестр 6	Семестр 7	Всего часов
Общая трудоемкость			288
Аудиторные занятия, в т.ч.	32	51	83
Лекционные (ЛК)	16	17	33
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	16	34	50
Лабораторные (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	76	57	133
Форма промежуточной	Экзамен	Экзамен	72

аттестации в семестре			
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)	КП		

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ПК-1	ИД-1 ПК-1 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при разработке ОПД, их элементов и систем.	<p>Знать: методы решения типовых задач по расчету тепломеханического оборудования.</p> <p>Уметь: обосновывать технические решения по выбору и компоновке тепломеханического и вспомогательного оборудования.</p> <p>Владеть: методиками расчета и выбора тепломеханического и вспомогательного оборудования.</p>
ПК-1	ИД-2 ПК-1 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД.	<p>Знать: основы эксплуатации тепломеханического и вспомогательного оборудования.</p> <p>Уметь: применять экспериментальные методы анализа в соответствующих задачах эксплуатации, с применением вычислительной техники.</p> <p>Владеть: основами технологии энергоэффективной эксплуатации тепломеханического и вспомогательного оборудования.</p>
ПК-3	ИД-1ПК-3 Демонстрирует знание нормативов по	Знать: требования нормативных документов по обеспечению

	<p>обеспечению экологической безопасности ОПД.</p>	<p>экологической безопасности относительно тепломеханического и вспомогательного оборудования.</p> <p>Уметь: систематизировать необходимую информацию по экологической безопасности, работать с нормативной, учебно-справочной литературой и информационно-поисковыми системами.</p> <p>Владеть: методами обработки экспериментальных измерений экологических показателей по всему спектру тепломеханического и вспомогательного оборудования.</p>
ПК-3	<p>ИД-2 ПК-3 Разрабатывает экозащитные мероприятия для ОПД.</p>	<p>Знать: типовые экозащитные мероприятия и методики их расчета применительно к тепломеханическому и вспомогательному оборудованию.</p> <p>Уметь: применять физические и математические модели при решении нестандартных задач по расчету экозащитных мероприятий для тепломеханического и вспомогательного оборудования.</p> <p>Владеть: навыками практического применения теоретических методов расчета золоуловителей, дымовых труб, устройств шумозащиты.</p>
ПК-5	<p>ИД-1 ПК-5 Демонстрирует знание требований НТД при проектировании ОПД, их элементов и систем.</p>	<p>Знать: требования НТД при проектировании пароводяных и газозвоздушных трактов ТЭС.</p> <p>Уметь: применять знание НТД при выполнении конкретных проектов пароводяных и газозвоздушных трактов.</p> <p>Владеть: навыками расчета и</p>

		подбора тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС, а также основами проектирования целостных систем на базе выбранного оборудования.
ПК-5	ИД-2 ПК-5 Разрабатывает и оформляет законченные проектно-конструкторские работы по проектированию ОПД, их элементов и систем.	Знать: алгоритмы решения проектно-конструкторских задач для тепломеханического и вспомогательного оборудования в конкретных ситуациях . Уметь: разрабатывать и оформлять законченные проектно-конструкторские работы по проектированию тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС. Владеть: методиками расчета и выбора энергосберегающего оборудования при выполнении проектных работ по системам теплоснабжения.

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Введение. Классификация тепломеханического и вспомогательного оборудования.	Предмет и содержание дисциплины. Роль тепломеханического и вспомогательного оборудования в обеспечении надежности и экономичности ТЭС. Классификация	14	2	2	0	10

			оборудования по назначению и принципу действия. Расходы тепловой и электрической энергии на собственные нужды ТЭС. Организация эксплуатации оборудования.					
	1.2	Сетевые и регенеративные подогреватели	Типы и конструкции ПВД и ПНД. Схемы включения ПВД и ПНД. Типы и конструкции сетевых подогревателей. Схемы включения сетевых подогревателей в тепловую схему ТЭС. Методики теплового, гидравлического и прочностного расчета подогревателей.	22	6	6	0	10
	1.3	Деаэрационные установки и испарители.	Классификация деаэрационных установок по способу подвода греющего пара, дроблению потока воды и рабочему давлению. Конструкции деаэрационных установок различного типа.	18	4	4	0	10
	1.4	Трубопроводы и трубопроводная арматура. Энергетические насосы.	Трубопроводы ТЭС: категории, материал и сортамент труб. Группы станционных трубопроводов. Методика расчета гидравлических и тепловых потерь. Классификация трубопроводной арматуры ТЭС. Классификация насосов по назначению и принципу действия. Состав насосного агрегата и его основные параметры. Способы регулирования	18	4	4	0	10

			производительности насосов.					
2	2.1	Газовоздушные тракты.	Принципиальные схемы газовоздушных трактов. Газовые тракты паровых котлов под разрежением и наддувом. Аэродинамическое выполнение газовоздухопроводов.	31	4	10	0	17
	2.2	Тягодутьевые машины.	Тягодутьевые машины: типы, конструкции, маркировка, аэродинамические схемы. Выбор тягодутьевых машин, мощность их привода, КПД. Способы регулирования производительности.	34	4	10	0	20
	2.3	Оборудование золоулавливания. Дымовые трубы.	Основы золоудаления. Степень улавливания золы. Типы золоуловителей: механические, мокрые, рукавные, электрические, комбинированные. Батарейные циклоны, их эффективность и расчет. Мокрый золоуловитель (скруббер): расчет, ограничения по применению, способы повышения эффективности. Электрофильтры: конструкция, типы и расчет. Питание и расход электроэнергии. Повышение степени улавливания. Выброс токсичных веществ, условия их рассеивания. Дымовые трубы: типы и расчет высоты. Аэродинамический и	43	9	14	0	20

			тепловой расчеты газоотводящих стволов труб. Выбор числа и типа дымовых труб. Многоствольные трубы, особенности их расчета. Внешние газоходы котлов, их подключение к дымовым трубам.					
Итого				180	33	50	0	97

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Введение. Классификация тепломеханического и вспомогательного оборудования.	Предмет и содержание дисциплины. Роль тепломеханического и вспомогательного оборудования в обеспечении надежности и экономичности ТЭС. Классификация оборудования по назначению и принципу действия. Расходы тепловой и электрической энергии на собственные нужды ТЭС. Организация эксплуатации оборудования.	2
	1.2	Сетевые и регенеративные подогреватели	Типы и конструкции ПВД и ПНД. Схемы включения ПВД и ПНД. Типы и конструкции сетевых подогревателей. Схемы включения сетевых подогревателей в тепловую схему ТЭС. Методики теплового, гидравлического и прочностного расчета подогревателей.	6
	1.3	Деаэрационные установки и испарители.	Классификация деаэрационных установок по способу подвода греющего пара, дроблению потока воды и рабочему давлению. Конструкции деаэрационных установок различного типа.	4
	1.4	Трубопроводы и трубопроводная арматура. Энергетическая	Трубопроводы ТЭС: категории, материал и сортамент труб. Группы стационарных трубопроводов. Методика расчета гидравлических и	4

		ие насосы.	тепловых потерь. Классификация трубопроводной арматуры ТЭС. Классификация насосов по назначению и принципу действия. Состав насосного агрегата и его основные параметры. Способы регулирования производительности насосов.	
2	2.1	Газовоздушные тракты.	Принципиальные схемы газовоздушных трактов. Газовые тракты паровых котлов под разрежением и наддувом. Аэродинамическое выполнение газовоздухопроводов.	4
	2.2	Тягодутьевые машины.	Тягодутьевые машины: типы, конструкции, маркировка, аэродинамические схемы. Выбор тягодутьевых машин, мощность их привода, КПД. Способы регулирования производительности.	4
	2.3	Оборудование золоулавливания. Дымовые трубы.	Основы золоудаления. Степень улавливания золы. Типы золоуловителей: механические, мокрые, рукавные, электрические, комбинированные. Батарейные циклоны, их эффективность и расчет. Мокрый золоуловитель (скруббер): расчет, ограничения по применению, способы повышения эффективности. Электрофильтры: конструкция, типы и расчет. Питание и расход электроэнергии. Повышение степени улавливания. Выброс токсичных веществ, условия их рассеивания. Дымовые трубы: типы и расчет высоты. Аэродинамический и тепловой расчеты газоотводящих стволов труб. Выбор числа и типа дымовых труб. Многоствольные трубы, особенности их расчета. Внешние газоходы котлов, их подключение к дымовым трубам.	9

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер	Тема	Содержание	Трудоемкость
--------	-------	------	------------	--------------

	раздела			(в часах)
1	1.1	Введение. Классификация тепломеханического и вспомогательного оборудования.	Предмет и содержание дисциплины. Роль тепломеханического и вспомогательного оборудования в обеспечении надежности и экономичности ТЭС. Классификация оборудования по назначению и принципу действия. Расходы тепловой и электрической энергии на собственные нужды ТЭС. Организация эксплуатации оборудования.	2
	1.2	Сетевые и регенеративные подогреватели .	Типы и конструкции ПВД и ПНД. Схемы включения ПВД и ПНД. Типы и конструкции сетевых подогревателей. Схемы включения сетевых подогревателей в тепловую схему ТЭС. Методики теплового, гидравлического и прочностного расчета подогревателей.	6
	1.3	Деаэрационные установки и испарители.	Классификация деаэрационных установок по способу подвода греющего пара, дроблению потока воды и рабочему давлению. Конструкции деаэрационных установок различного типа.	4
	1.4	Трубопроводы и трубопроводная арматура. Энергетические насосы.	Трубопроводы ТЭС: категории, материал и сортамент труб. Группы стационарных трубопроводов. Методика расчета гидравлических и тепловых потерь. Классификация трубопроводной арматуры ТЭС. Классификация насосов по назначению и принципу действия. Состав насосного агрегата и его основные параметры. Способы регулирования производительности насосов.	4
2	2.1	Газовоздушные тракты.	Принципиальные схемы газовоздушных трактов. Газовые тракты паровых котлов под разрежением и наддувом. Аэродинамическое выполнение газопроводов.	10
	2.2	Тягодутьевые машины.	Тягодутьевые машины: типы, конструкции, маркировка,	10

			аэродинамические схемы. Выбор тягодутьевых машин, мощность их привода, КПД. Способы регулирования производительности.	
	2.3	Оборудование золоулавливания. Дымовые трубы.	<p>Основы золоудаления. Степень улавливания золы. Типы золоуловителей: механические, мокрые, рукавные, электрические, комбинированные. Батарейные циклоны, их эффективность и расчет. Мокрый золоуловитель (скруббер): расчет, ограничения по применению, способы повышения эффективности. Электрофильтры: конструкция, типы и расчет. Питание и расход электроэнергии. Повышение степени улавливания. Выброс токсичных веществ, условия их рассеивания.</p> <p>Дымовые трубы: типы и расчет высоты. Аэродинамический и тепловой расчеты газоотводящих стволов труб. Выбор числа и типа дымовых труб. Многоствольные трубы, особенности их расчета.</p> <p>Внешние газоходы котлов, их подключение к дымовым трубам.</p>	14

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Классификация тепломеханического и вспомогательного оборудования. Сетевые и регенеративные подогреватели. Деаэрационные установки	Выполнение проектных заданий. Анализ нормативных документов. Работа с электронными образовательными ресурсами.	10

		и испарители. Трубопроводы и трубопроводная арматура. Энергетические насосы.		
	1.2	Классификация тепломеханического и вспомогательного оборудования. Сетевые и регенеративные подогреватели. Деаэрационные установки и испарители. Трубопроводы и трубопроводная арматура. Энергетические насосы.	Выполнение проектных заданий. Анализ нормативных документов. Работа с электронными образовательными ресурсами.	10
	1.3	Классификация тепломеханического и вспомогательного оборудования. Сетевые и регенеративные подогреватели. Деаэрационные установки и испарители. Трубопроводы и трубопроводная арматура. Энергетические насосы.	Выполнение проектных заданий. Анализ нормативных документов. Работа с электронными образовательными ресурсами.	10
	1.4	Классификация тепломеханического и вспомогательного оборудования. Сетевые и регенеративные подогреватели. Деаэрационные установки и испарители. Трубопроводы и трубопроводная арматура. Энергетические насосы.	Выполнение проектных заданий. Анализ нормативных документов. Работа с электронными образовательными ресурсами.	10
2	2.1	Газовоздушные тракты. Тягодутьевые машины. Оборудование золоулавливания. Дымовые трубы.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Анализ нормативных документов.	17

	2.2	Газовоздушные тракты. Тягодутьевые машины. Оборудование золоулавливания. Дымовые трубы.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Анализ нормативных документов.	20
	2.3	Газовоздушные тракты. Тягодутьевые машины. Оборудование золоулавливания. Дымовые трубы.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Анализ нормативных документов.	20

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Рихтер, Лев Александрович. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций : учеб. пособие / Рихтер Лев Александрович, Елизаров Дмитрий Павлович, Лавыгин Василий Михайлович. - Москва : Энергоатомиздат, 1987. - 216с :ил. - 0-95.

2. Середкин Александр Алексеевич. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : учеб. пособие / Середкин Александр Алексеевич, Стрельников Алексей Сергеевич. - Чита : ЗабГУ, 2013. - 121 с. - ISBN 978-5-9293-1020- 1 : 92-00.

3. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : метод. указания / сост. С.С. Руденко. - Чита : ЧитГУ, 2004. - 22 с. - 10-50.

4. Соколов Борис Александрович. Вспомогательное оборудование кот-лов. Водоподготовка : учеб. пособие / Соколов Борис Александрович. – Москва: Академия,2009. - 64 с. : ил. - (Непрерывное профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-4971-1 : 170-50.

5. Тепловые электрические станции : учебник / Буров Валерий Дмитриевич [идр.]; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. - 3-изд., стер. - Москва : МЭИ,2009. - 466 с. : ил. - ISBN 978-5-383-00404-3 : 880-00.

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина; Кудинов А.А.; Зиганшина С.К. - Moscow: Машиностроение,2011. - . - – Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] / Кудинов А. А., Зиганшина С. К. - М.: Машиностроение, 2011. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755584.html>. - ISBN 978-5-94275-558.

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. Никитина Ирина Константиновна. Справочник по трубопроводам тепловых электростанций / Никитина Ирина Константиновна. - Москва : Энергоатомиздат, 1983.- 176 с. : ил. - 1-60.

2. Монахов, Александр Семенович. Атомные электрические станции и их технологическое оборудование : учеб. пособие / Монахов Александр Семенович. - Москва : Энергоатомиздат, 1986. - 224с. : ил. - 0-80.

5.2.2. Издания из ЭБС

1.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Библиотека ЗабГУ	http://library.zabgu.ru
Электронная библиотечная система «Издательство «Лань».	https://e.lanbook.com
Библиотека технической литературы	http://techlib.org

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) Аскон Компас-3D LT

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	

Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное самостоятельное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе практических занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются преподавателем):
- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
- владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы; приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
- уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;

- при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу;
- оценить различные точки зрения на проблемные вопросы нескольких исследователей, а не ограничиваться рассмотрением позиции одного автора;
- при формулировке собственной точки зрения предусмотреть убедительную ее аргументацию и возможность возникновения спорных ситуаций;
- владеть навыками работы в команде (при выполнении определенных заданий, предполагающих работу в микрогруппах, при проведении ролевых игр, дискуссий и т.д.).

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Подготовка индивидуальных сообщений (докладов) в рамках самостоятельной работы студента предполагает достаточно длительную системную работу студента, а также в случае необходимости консультативную помощь преподавателя.

Работа должна быть тщательно продумана, спланирована и разделена на соответствующие этапы, каждый из которых требует целого ряда определенных умений и навыков:

- определение и формулировка темы сообщения или доклада (либо осмысление темы, сформулированной преподавателем в соответствующих случаях);
- составление плана с использованием анализа, синтеза, обобщения и логики построения изложения материала;
- определение источников информации;
- работа с источниками научной информации (подбор, анализ, обобщение, систематизация, адаптация и т.д.);
- формулировка основных обобщений и выводов по результатам анализа изученного материала.

Разработчик/группа разработчиков:
Андрей Владимирович Марченко

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20__ г.