

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.06 Основы физической химии и водоподготовка
на 180 часа(ов), 5 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 2022)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

формирование у студентов базовых знаний в области теории и практики химического анализа технологической воды и топлива. Развитие инженерного мышления в технологии очистки воды от различных примесей и обеспечение нормативных показателей качества воды в процессе эксплуатации ее на электростанциях.

Задачи изучения дисциплины:

в процессе изучения студенты, должны овладеть знаниями о пробоотборах и пробоподготовка. Качественный анализ технологической воды. Количественный анализ воды. Титриметрический анализ (объемный анализ). Окислительно-восстановительное титрование. Комплексонометрический метод анализа. Осадительное титрование. Химические методы анализа отложений. Физико-химические методы анализа. Технический анализ твердого и жидкого топлива. Значение водоподготовки на ТЭС. Примеси природных вод. Классификация и характеристика вод и их примесей. Показатели качества чистой воды. Использование водного теплоносителя и его потери в теплоэнергетических и промэнергетических установках различных типов. Основные требования к качеству контурных и добавочных вод парогенерирующих и охлаждающих систем. Нормативные показатели. Классификация основных технологических процессов обработки вод. Технология и аппараты предварительной очистки воды. Разновидности конструкций испарителей и принцип их работы. Технология очистки воды с использованием физико-химических процессов, отличных от ионообменных термических процессов. Образование отложений в паровых котлах, фосфатирование и щелочение котловой воды. Водный режим паровых котлов, пароводяной баланс котлов. Ступенчатое испарение. Коррозия основного оборудования котлов и способы ее предотвращения.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина «Основы физической химии и водоподготовка» входит в Блок 1, часть, формируемая участниками образовательных отношений, «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата в соответствии с ФГОС 3+ относится к базовым дисциплинам, обязательным для изучения студентами, обучающихся по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. «Основы физической химии и водоподготовка» является специальной дисциплиной, относится к базовой части профессионального цикла дисциплин. Курс предполагает, что студенты получили предварительно необходимую теоретическую и практическую подготовку при изучении основных теплоэнергетических дисциплин: «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика». В результате изучения дисциплины приобретаются навыки и знания, на основании которых можно квалифицировать различные водоисточники, оптимально выбрать необходимую технологию подготовки воды для различных нужд ТЭС и АЭС, рассчитать и выбрать основное оборудование ВПУ, рекомендовать использование различных химических реагентов для коррекции водного режима.

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

Виды занятий	Семестр 5	Семестр 6	Всего часов
Общая трудоемкость			180
Аудиторные занятия, в т.ч.	34	32	66
Лекционные (ЛК)	17	16	33
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	17	0	17
Лабораторные (ЛР)	0	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС)	38	40	78
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, 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	Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при разработке ОПД, их элементов и систем	Знать: Элементы и системы ТЭЦ Уметь: обосновывать конкретные технические решения

		<p>Владеть: различными способами разработки схем в соответствии с технологией производства</p>
ПК-1	<p>Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД</p>	<p>Знать: правила и технологии эксплуатации</p> <p>Уметь: анализировать нормативные документы</p> <p>Владеть: методиками применения правил технологической дисциплины при эксплуатации</p>
ПК-5	<p>Демонстрирует знание требований НТД при проектировании ОПД, их элементов и систем</p>	<p>Знать: требования НТД для проектирования ОПД, из элементов и систем</p> <p>Уметь: анализировать требования НТД</p> <p>Владеть: методами анализа данных при использовании НТД</p>
ПК-5	<p>Разрабатывает и оформляет законченные проектно-конструкторские работы по проектированию ОПД, их элементов и систем</p>	<p>Знать: современные технологии, материалы и оборудование для разработки проектов ОПД, их элементов и систем</p> <p>Уметь: анализировать различные источники, в т.ч. нормативные документы</p> <p>Владеть: методами разработки и</p>

		оформления проектно-конструкторских работ
--	--	---

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. Отбор проб. Правила ТБ и ПБ	Введение. Отбор проб. Правила ТБ и ПБ	16	8	2	0	6
	1.2	Требования к качеству питательной воды и пару, применяемым на ТЭС и АЭС в зависимости от уровня параметров и назначения	Требования к качеству питательной воды и пару, применяемым на ТЭС и АЭС в зависимости от уровня параметров и назначения	18	9	4	0	5
	1.3	Способы и методы подготовки питательной и сетевой воды	Способы и методы подготовки питательной и сетевой воды	19	8	6	0	5
	1.4	Конструкция аппаратов для очистки воды, принципы их работы и условия эксплуатации	Конструкция аппаратов для очистки воды, принципы их работы и условия эксплуатации	19	9	5	0	5
	1.5	Методы и способы	Методы и способы поддержания качества	27	5	0	8	14

		поддержания качества питательной воды и пара котельных агрегатов и парогенераторов в процессе эксплуатации	питательной воды и пара котельных агрегатов и парогенераторов в процессе эксплуатации					
	1.6	Поддержание водно-химических режимов	Поддержание водно-химических режимов	24	6	4	0	14
	1.7	Анализ нефтепродуктов и твердого топлива	Анализ нефтепродуктов и твердого топлива	21	5	4	0	12
Итого				144	50	25	8	61

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. Отбор проб. Правила ТБ и ПБ	Введение. Отбор проб различных объектов контроля Объекты анализа: исходная вода, осветленная вода, обессоленная вода, конденсат турбин, конденсат сетевых подогревателей, котловая вода, пар; топливо	8
	1.1	Требования к качеству питательной воды и пару, применяемым на ТЭС и АЭС в зависимости от уровня параметров и назначения	Значение водоподготовки на ТЭС. Примеси природных вод. Классификация и характеристика вод и их примесей. Показатели качества чистой воды. Использование водного теплоносителя и его потери в теплоэнергетических и промэнергетических установках различных типов. Основные требования к качеству контурных и добавочных вод парогенерирующих и охлаждающих систем. Нормативные показатели. Классификация основных технологических процессов	9

			<p>обработки вод. Технология и аппараты предварительной очистки воды. Физико-химические процессы, протекающие при коагуляции коллоидных примесей воды. Оптимизация процесса.</p>	
	1.1	Способы и методы подготовки питательной и сетевой воды	<p>Известкование воды, технологическая схема, изменение показателей качества воды при известковании. Минеральное обескремнивание воды, технологическая схема, изменение показателей качества воды. Механизмы задержания частиц в зернистых слоях. Адгезионное и пленочное фильтрование. Требования, предъявляемые к материалам намывных и насыпных фильтров Конструкции механических фильтров, условия их эксплуатации. Технология ионообменной очистки природных и контурных вод. Строение ионообменных материалов. Основные закономерности ионного обмена. Технология Na-катионирования. Особенности противоточной и двухступенчатой регенерации. Технология H-катионирования. Характеристика стоков катионитных фильтров. Технологические схемы H-Na-катионирования. Процессы, протекающие в анионитах, режимы их регенерации. Принципиальные схемы химического обессоливания. ФСД, схемы регенерации. Технология обработки высокоминерализованных природных и сбросных вод. Схемы и принципы действия испарительных и выпарных установок различного типа. Принцип обратного осмоса. Свойства мембран и их характеристика. Схемы обратно-осмотических аппаратов</p>	8
	1.1	Конструкция аппаратов для очистки воды,	<p>Разновидности конструкций и принцип работы осветлителей, механических фильтров,</p>	9

		принципы их работы и условия эксплуатации	ионообменных фильтров, схемы их включения, применяемые для котлов и парогенераторов различной мощности, ионообменные материалы, их зарубежные аналоги. Конструкция деаэраторов и декарбонизаторов. Разновидности конструкций испарителей и принцип их работы	
	1.1	Методы и способы поддержания качества питательной воды и пара котельных агрегатов и парогенераторов в процессе эксплуатации	Технология очистки воды с использованием физико-химических процессов, отличных от ионообменных термических процессов. Процессы абсорбции и десорбции газов. Химическое связывание растворенных газов. Применение окислителей для борьбы с биологическим обрастанием теплообменников. Стабилизационная обработка воды: баланс потоков и солей жесткости в замкнутых системах охлаждения, технология стабилизации воды подкислением, фосфатированием, комбинированными способами	5
	1.1	Поддержание водно-химических режимов	Образование отложений в паровых котлах, фосфатирование и щелочение котловой воды. Водный режим паровых котлов, пароводяной баланс котлов. Ступенчатое испарение. Коррозия основного оборудования котлов и способы ее предотвращения	6
	1.1	Анализ нефтепродуктов и твердого топлива	Нефтепродукты и топливо. Технический анализ жидкого и твердого топлива, методы отбора проб	5

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Введение. Отбор проб. Правила ТБ и ПБ	ТБ и ПБ. Введение в предмет Отбор проб объектов контроля	2
	1.1	Требования к	Качественный анализ воды. Открытие	4

		качеству питательной воды и пару, применяемым на ТЭС и АЭС в зависимости от уровня параметров и назначения	катионов и анионов Количественный анализ воды. Определение кислотности и щелочности воды Определение агрессивности и окисляемости воды	
	1.1	Способы и методы подготовки питательной и сетевой воды	Комплексонометрическое определение жесткости воды Определение железа (II) и железа (III). Химический анализ отложений с поверхности нагрева котлов	6
	1.1	Конструкция аппаратов для очистки воды, принципы их работы и условия эксплуатации	Расчет аппаратов для очистки воды, при различном качестве исходной воды	5
	1.1	Методы и способы поддержания качества питательной воды и пара котельных агрегатов и парогенераторов в процессе эксплуатации	Водоприготовительная установка для подпитки котлов Читинской ТЭЦ-1. Коагулирование воды. Известкование воды. Минеральное обескремнивание	8
	1.1	Поддержание водно-химических режимов	Водоприготовительная установка для подпитки теплосети Читинской ТЭЦ-1	4
	1.1	Анализ нефтепродуктов и твердого топлива	Расчет водоприготовительной установки и системы топливоподачи с применением	4

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	Введение. Отбор проб. Правила ТБ и ПБ	1) работа с электронными образовательными ресурсами; 2) подготовка сообщений и докладов по одному из методов пробоотбора	6
	1.1	Требования к качеству питательной воды и пару, применяемым на ТЭС и АЭС в зависимости от уровня параметров и назначения	1) работа с электронными образовательными ресурсами; 2) подготовка к практическим занятиям	5
	1.1	Способы и методы подготовки питательной и сетевой воды	1) работа с электронными образовательными ресурсами; 2) подготовка к практическим занятиям	5
	1.1	Конструкция аппаратов для очистки воды, принципы их работы и условия эксплуатации) работа с электронными образовательными ресурсами; 2) подготовка к практическим занятиям	5
	1.1	Методы и способы поддержания качества питательной воды и пара котельных агрегатов и парогенераторов в процессе эксплуатации) работа с электронными образовательными ресурсами; 2) подготовка к выполнению лабораторных занятий, подготовка отчетов по лаб. работам	14
	1.1	Поддержание водно-химических режимов	1) работа с электронными образовательными ресурсами; 2) подготовка к выполнению лабораторных занятий, подготовка отчетов по лаб. работам	14
	1.1	Анализ нефтепродуктов и твердого топлива	1) работа с электронными образовательными ресурсами; 2) подготовка	12

			к выполнению лабораторных занятий, подготовка отчетов по лаб. работам	
--	--	--	---	--

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. 1. Вихрев, Василий Федорович. Водоподготовка: учебник для вузов / Вихрев Василий Федорович, Шкроб Михаил Самойлович; под ред. М.С. Шкроба. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергия, 1973. - 416с.: ил. - 0-95. 2. Копылов, Анатолий Сергеевич. Водоподготовка в энергетике : учеб. пособие / Копылов Анатолий Сергеевич, Лавыгин Василий Михайлович, Очков Валерий Федорович. - 2-е изд., стер. – Москва: МЭИ, 2006. - 309 с.: ил. - ISBN 5-903072-45-3: 654-00. 3. Ахмылова, Марина Александровна. Водоподготовка : учеб. пособие / Ахмылова Марина Александровна, Иванов Сергей Анатольевич. - Чита: ЧитГУ, 2005. - 191 с. - 93-50. 4. Стерман, Лев Самойлович. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС: учебник / Стерман Лев Самойлович, Покровский Вадим Николаевич. - Москва: Энергоатомиздат, 1991. - 328с.: ил. - 1-00.

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Апарнев, А. И. Общая и неорганическая химия. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, А. А. Казакова, Л. В. Шевницына. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 160 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04608-3. — www.biblio-online.ru/book/A8E1FDFD-F6DC-44BC-ADB7-123BBD2A2908. 5. Физико-химическая оценка качества и водоподготовка природных вод [Электронный ресурс] / Л.С. Григорьева. - М.: Издательство АСВ, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978593093802>

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. 1 Кострикин, Юрий Максимович. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: справ. / Кострикин Юрий Максимович, Мещерский Никита Алексеевич, Коровина Ольга Васильевна. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 254 с. - ISBN 5-283-00083-4: 80-00. 1. Громогласов, Александр Аркадьевич. Водоподготовка: Процессы и

аппараты : учеб.пособие / Громогласов Александр Аркадьевич, Копылов Анатолий Сергеевич, Пильщиков Аркадий Павлович; под ред. О.И. Мартыновой. - Москва : Энергоатомиздат , 1990. - 272с. : ил. - 1-10. 2. Лапотышкина, Наталия Петровна. Водоподготовка и водно-химический ре-жим тепловых сетей / Лапотышкина Наталия Петровна, Сазонов Ростислав Петрович. - Москва: Энергоиздат, 1982. - 200 с. - 0-60. 3. Маргулова, Тереза Христофоровна. Водные режимы тепловых и атомных электростанций : учебник / Маргулова Тереза Христофоровна, Мартынова Оль

5.2.2. Издания из ЭБС

1.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Мир химии [Электронный ресурс].	http://chem.km.ru

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:

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	

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 .

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:
Марина Александровна Морозова

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20__ г.