

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.06.2026 16:10:38

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f964394cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ТЭС »

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

«Теплоэнергетика и теплотехника»

Квалификация

Магистр

Год начала подготовки: 2026

Грозный – 2026

1. Цель и задачи дисциплины

Основная цель курса: - дополнить знания магистрантов специальными вопросами ведения водно-химических режимов на ТЭС и котельных, а также способы оценки надежности и экономичности при ведении водно-химических режимов на теплосиловом оборудовании.

Задачи дисциплины: - получение магистрантами знаний о особенности ведения водно-химических режимов при эксплуатации теплоэнергетического оборудования различных параметров: без накипный и низко коррозионный режим эксплуатации, вопросы удаления различных отложений с поверхностей нагрева, защита от коррозионного разрушения металла в период простоя его в резерве или ремонте.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Технология подготовки воды на ТЭС» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений в учебном плане направления 13.04.01. «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 3 семестре курса, базируется на знании общетехнических и специальных дисциплин: Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях, Современные методы оптимизации теплоэнергетических процессов, Газотурбинные технологии производства электрической и тепловой энергии, Техничко-экономические показатели работы теплоэнергетических предприятий, Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Профессиональные		
ПК-2 способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	ПК-2.1. Анализирует информацию по новейшим в мировом масштабе разработкам технологий применяемых на данном предприятии и предлагает готовые решения по их внедрению; ПК-2.2. Вырабатывает план мероприятий и последовательность проведения операций по совершенствованию технологических решений и последовательное внедрение их в производственный процесс;	Знать: - основы технологии подготовки воды-теплоносителя для использования в контурах теплоэнергетического и промтеплоэнергетического оборудования предприятий, основы ведения водно-химического режима, основы коррозии оборудования и защиты его от коррозии в период эксплуатации и при простое его в ремонте или резерве; Уметь: - полученные теоретические

	ПК-2.3. Использует современные нормативные методы определения работоспособности оборудования, на основе грамотной работы с технологической документацией, техническими регламентами и паспортами своевременно сообщает руководству о необходимости проведения его ремонта и модернизации.	знания применить при выполнении технологических расчетов отдельных процессов и аппаратов, уметь практически использовать эти знания при ведении водно – химического режима в период эксплуатации оборудования. Владеть: - способностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по вопросам подготовки воды; - методами предварительной очистки воды от механических примесей и солеобразующих элементов; - принципиальными схемами очистки воды, установления водно-химического режима теплотехнического оборудования.
--	---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего часов/зач.ед.		Семестр	
				2	2
		ОФО		ОФО	
Контактная работа (всего)		56/1,6		56/1,6	
В том числе:					
Лекции		28/0,8		28/0,8	
Практические занятия					
Семинары					
Лабораторные работы		28/0,8		28/0,8	
Самостоятельная работа (всего)		61/1,7		61/1,7	
В том числе:					
Курсовая проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты					
Доклады		36/1		36/1	
Презентации					
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам		25/0,7		25/0,7	
Подготовка к практическим занятиям					
Подготовка к зачету					
Подготовка к экзамену					
Вид промежуточной аттестации					
Контроль		27/0,75		27/0,75	
Вид отчетности		Экзамен		Экзаме н	
Общая трудоемкость дисциплины	4	144		144	
	Всего часов/зач.ед.	4		4	

5. Содержание дисциплины

5.1 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение. Условия работы поверхностей нагрева	Задачи ВХР теплосилового оборудования. Рабочая среда и термическая усталость металла.
2	Физико-химические характеристики внутрикотловых процессов	Поступление примесей с добавочной водой. Коэффициенты распределения примесей между водой и паром при различных параметрах. Процессы накипеобразования. Образование паровых растворов. Капельный унос влаги. Промывка пара. Накипеобразование. Сущность. Виды накипи и их характеристика.
3	Водно-химический режим барабанных котлов низкого, среднего и высокого давлений. Коррозия и защита от коррозии	Комплексная обработка котловой воды ТЭС. Подщелачивание котловой воды.
4	Водно-химический режим прямоточных котлов. Коррозия и защита от коррозии	Ускорение отмывки энергоблоков при пуске из холодного состояния. Водно-химические режимы прямоточных котлов. Общие положения. Коррозия и защита от коррозии прямоточных котлов.
5	Водно-химический режим конденсатно-питательного тракта, испарителей и паропреобразователей. Коррозия и защита от коррозии.	Водно-химический режим конденсатно-питательного тракта. Общие положения. Теоретические основы. Особенности. Водно-химический режим испарителей. Особенности. Дегазация и обескислороживание воды. Теоретические основы. Особенности.
6	Водно-химические режимы тепловых сетей. Коррозия и защита от коррозии	Водно-химические режимы тепловых сетей. Качество подпиточной и сетевой воды. Добавки химических реагентов в воду теплосетей при эксплуатации. Особенности.
7	Химический контроль на промышленной котельной установке и ТЭС. Химическая очистка теплосилового оборудования котельной и ТЭС.	Отбор представительной пробы. Общие положения. Особенности.

5.2 Лабораторные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Физико-химические характеристики внутрикотловых процессов	Анализ качества исходной воды водоподготовительных установок.
2	Водно-химический режим барабанных котлов низкого, среднего и высокого давлений. Коррозия и защита от коррозии	Показатели качества воды. Основные показатели качества воды. Жесткость, щелочность, кислотность воды (рН), окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток. Определение кислотности воды рН методом
3	Водно-химический режим прямоточных котлов. Коррозия и защита от коррозии	Осветление воды фильтрованием. Пленочное и адгезионное фильтрование.
4	Водно-химический режим конденсатно-питательного тракта, испарителей и паропреобразователей. Коррозия и защита от коррозии.	Технология декарбонизации воды.
5	Водно-химические режимы тепловых сетей. Коррозия и защита от коррозии	Технология деаэрации воды.
6	Химический контроль на промышленной котельной установке и ТЭС. Химическая очистка теплосилового оборудования котельной и ТЭС.	Магнитный метод обработки воды. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды.

5.3. Практические (семинарские) занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Физико-химические характеристики внутрикотловых процессов	Выбор водоисточника и производительности ВПУ
2	Химический контроль на промышленной котельной установке и ТЭС. Химическая очистка теплосилового оборудования котельной и ТЭС.	Значение водоподготовки и водного режима тепловых электрических станций для обеспечения их надежной и экономической эксплуатации
3	Водно-химические режимы тепловых сетей. Коррозия и защита от коррозии	Определение общей щёлочности и жёсткости
4		Удаление примесей из воды
5		Предотвращение биологических обрастаний

6. Самостоятельная работа магистрантов по дисциплине

6.1 Темы РГР

- 1 Расчет схемы подготовки добавочной воды на ТЭС (варианты заданий)
- 2 Гидравлический расчет теплообменного аппарата
- 3 Аэродинамический расчет теплообменного аппарата
- 4 Комплексное проектирование водо-воздушного теплообменника системы аварийного охлаждения контура охлаждающей воды теплового двигателя
- 5 Расчет активности водородных ионов в водных растворах
- 6 Определение РН конденсата греющего пара в теплообменниках
- 7 Определение РН смеси растворов
- 8 Определение жесткости воды
- 9 Определение растворимости веществ в воде
- 10 Определение основных параметров работы осветлителя
- 11 Обработка воды реагентами осадителями. Определение расхода реагентов и качества известковой воды.
- 12 Дозирование растворов и реагентов. Определение основных параметров размеров дозатора-вытеснителя, сифонного дозатора.
- 13 Определение профиля иглы дозатора
- 14 Обработка воды в системах оборотного водоснабжения
- 15 Определение параметров водно-химического режима
- 16 Обработка воды газами содержащими CO_2
- 17 Обработка воды фосфатами.
- 18 Осветление воды фильтрованием. Определение количества фильтров, производительности и их параметров
- 19 Обработка воды методом ионного обмена.
- 20 Определение допустимой скорости фильтрования умягчаемой воды при изменении ее жесткости.

6.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Литература:

1.	Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Копылов А.С., Очков В.Ф., Лавыгин В.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 310 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55890.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Копылов А.С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 222 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55940.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Аппараты магнитной обработки воды. Проектирование, моделирование и исследование [Электронный ресурс]: монография/ С.Н. Антонов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2014.— 220 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47283.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	Шиян Л.Н. Химия воды. Водоподготовка [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шиян Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 83 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34732.html .— ЭБС «IPRbooks»
5.	Турлуев Р.А.-В. Магомадова М.Х., Черная А.А. Физико-химические характеристики внутрикотловых процессов. Методическое пособие для магистрантов и студентов. Грозный, изд. ГГНТУ.- 2018 г.

7. Оценочные средства

7.1 Вопросы к первому рубежному контролю освоения дисциплины

1. Основные схемы водоподготовки на ТЭС.
2. Примеси содержащиеся в природной воде. Классификация природной воды. Назначение воды на ТЭС.
3. Потери пара и конденсата на ТЭС. Способы восполнения потерь. Качество обработанных вод.
4. Источники загрязнения теплоносителя на ТЭС. Загрязнение природных водоемов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий.
5. Производительность водоподготовительных установок. Три основные системы технического водоснабжения на ТЭС.
6. Основные показатели качества воды. Жесткость, щелочность, pH, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток.
7. Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод.
8. Основы расчета водоподготовительных установок. Удаление грубодисперсных и коллоидных примесей из природных вод.
9. Физико-химические основы коагуляции природной воды. Характеристика и условия применения коагулянтов.
10. Изменение химического состава воды при коагуляции. Факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции.
11. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок.
12. Контактная и объемная коагуляции. Электрокоагуляция.
13. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Применяемые реагенты. Процесс известкования.
14. Осветление воды фильтрованием. Пленочное и адгезионное фильтрование.
15. Механизм задержания грубодисперсных примесей. Расчет дозы извести.
16. Принцип работы осветлителя. Поведение взвешенного слоя в осветлителе.
17. Принципиальные технологические схемы установок для обработки воды методами осаждения.
18. Расчет осветителей. Основы теории работы фильтрующего слоя.
19. Работа насыпных и намывных сорбционных фильтров. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа.
20. Физико-химические процессы ионного обмена. Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках.
21. Физические и химические характеристики материалов ионного обмена. Основные закономерности ионного обмена.
22. Технология катионирования. Na-катионирование. H-катионирование.
23. Процесс совместного H-OH-ионирования воды. Голодная регенерация.
24. Химическое обессоливание воды. Технология ионитного (химического) обессоливания воды.
25. Реакции, происходящие при обессоливании воды и при регенерации анионита.
26. Процессы последовательного H-OH-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями (упрощенная, двухступенчатая, трехступенчатая) отдельного H-OH-ионирования.
27. Конструкции современных фильтров: прямоточных, противоточных, фильтров смешанного действия с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра.
28. Полный цикл работы ионитного фильтра. Способы регенерации и регенерационные растворы для ионитных фильтров. Прямой и обратный противоток.
29. Эксплуатация ионитных фильтров (установок). Способы компоновки ионитных фильтров в схемы (коллекторная, блочная).
30. Инновационные технологии ионного обмена. Условия повышения эффективности применения ионитных фильтров.

31. Технология дистилляции воды в испарителях различных типов.
32. Область применения термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей.
33. Испарители кипящего типа. Испарители с вынесенной зоной кипения.
34. Испарители мгновенного вскипания. Зависимость качества пара от продувки испарителей. Причины загрязнения пара: капельный унос, избирательный унос.
35. Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах. Электродиализ.
36. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов. Электродиализаторы.
37. Характеристики электродиализных мембран. Обратный осмос. Конструкция и характеристики обратноосмотических мембран.
38. Процессы, протекающие в установках. Аппараты и установки процессов обратного осмоса.
39. Требования к качеству исходной воды, обрабатываемой мембранными способами.

Образец билета к первому текущему контролю знаний по дисциплине

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" Билет № 1
	<u>Первый текущий контроль знаний</u>
	Дисциплина: « <u>Технология подготовки воды на ТЭС</u> »
1	Производительность водоподготовительных установок. Три основные системы технического водоснабжения на ТЭС
2	Расчет осветителей. Основы теории работы фильтрующего слоя
3	Процессы последовательного Н-ОН-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями (упрощенная, двухступенчатая, трехступенчатая) раздельного Н-ОН-ионирования
4	Характеристики электродиализных мембран. Обратный осмос. Конструкция и характеристики обратноосмотических мембран
	Зав. кафедрой «Т и Г» Т.Б.Эзирбаев « »

7.2 Вопросы ко второму текущему контролю освоения дисциплины

1. Характеристика растворенных в воде газов. Закон Генри-Дальтона. Процессы абсорбции и десорбции газов.
2. Кинетика десорбции газов. Технология деаэрации воды. Технология декарбонизации воды.
3. Конструкции декарбонизаторов. Химические методы удаления из воды коррозионноагрессивных газов.
3. Термическая деаэрация. Классификация деаэраторов. Конструкции деаэраторов. Эффективность термической деаэрации.
4. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами. Области применения магнитной обработки воды в теплоэнергетике.
5. Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами.
6. Магнитный метод обработки воды. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды. Обработка воды ультразвуком.

7. Водно-химические режимы (ВХР) теплотехнических объектов. Водно-химический комплекс ТЭС.
8. Основные задачи ВХР. Пути поступления примесей в циклы паротурбинной установки.
9. Поведение примесей водного теплоносителя в пароводяном тракте.
10. Нормы качества технологических вод: добавочной (обработанной) воды, прямой и обратной воды теплосети, котловой воды и пара паровых котлов.
11. Методы поддержания ВХР. Химический контроль рабочей среды технологических контуров.
12. Система химико-технологического мониторинга для теплоэнергетических объектов.
13. Состав, структура и физические свойства отложений. Условия образования твердой фазы на поверхностях теплоэнергетического оборудования.
14. Условия возникновения щелочноземельных, ферро- и алюмосиликатных, железоокисных, железофосфатных и медноокисных накипей.
15. Образование отложений легкорастворимых соединений. Образование отложений в паровом тракте и способы их удаления.
16. Основные причины загрязнения пара. Методы предотвращения отложений на парообразующих поверхностях нагрева.
17. Способы удаления отложений с поверхностей нагрева теплоэнергетического оборудования.
18. Технологии химической промывки теплообменного оборудования. Способы удаления примесей в проточной части турбины.
19. Основы коррозионных процессов на оборудовании районных тепловых станций (РТС) и квартальных котельных.
20. Причины и виды коррозионного повреждения металла парогенераторов. Основные виды коррозии металлов котлов и мероприятия по ее предотвращению.
21. Коррозия труб пароперегревателей, паровых турбин, конденсаторов и способы ее предупреждения.
22. Химическая защита теплоэнергетического оборудования. Условия применения. Химические материалы.
23. ВХР систем охлаждения конденсаторов. Коррозия оборудования теплосетей.
24. Биокоррозия трубопроводов горячего водоснабжения. Пути повышения надежности ВХР.
25. Физико-химические основы поведения примесей в водном теплоносителе.
26. Основные физико-химические процессы, протекающие в водном теплоносителе. Изменение свойств воды.
27. Выделение твердой фазы в форме накипи и шлама. Нормирование водного режима барабанных котлов.
28. Методы повышения чистоты насыщенного пара. Промывка насыщенного пара питательной водой.
29. Назначение и организация непрерывной продувки и расчет ее величины. Паропромылочные и сепарационные устройства.
30. Типы и условия образования отложений в прямоточных и барабанных котлах. Коррекционная обработка котловой и питательной воды.
31. Способы фосфатной обработки котловой воды, амминирования и гидразинной обработки питательной воды.
32. Применение комплексонов для обработки питательной воды.
33. Классификация промышленных сточных вод. Особенности их очистки. Методы очистки промышленных стоков от нефтепродуктов.
34. Способы консервации теплоэнергетического оборудования. Стояночная коррозия.
35. Консервация турбин и энергетических котлов горячим воздухом. Ингибиторы коррозии.
36. Парокислородная очистка и пассивация поверхностей энергетического оборудования.
37. Методы обработки вод после консервации оборудования и кислотной очистки. Пути сокращения промышленных стоков.

Образец билета ко второму текущему контролю освоения дисциплины

	Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова Институт энергетики Кафедра «Теплотехника и гидравлика» Билет № 1
	<u>Второй текущий контроль знаний</u>
	Дисциплина: « <u>Технология подготовки воды на ТЭС</u> »
1	Магнитный метод обработки воды. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды. Обработка воды ультразвуком
2	Технологии химической промывки теплообменного оборудования. Способы удаления примесей в проточной части турбины
3	Методы повышения чистоты насыщенного пара. Промывка насыщенного пара питательной водой
4	Консервация турбин и энергетических котлов горячим воздухом. Ингибиторы коррозии
	Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Т.Б.Эзирбаев

7.3. Вопросы к зачету по дисциплине «Водно-химические режимы теплоэнергетических установок»

1. Примеси содержащиеся в природной воде. Классификация природной воды. Назначение воды на ТЭС. Потери пара и конденсата на ТЭС. Способы восполнения потерь. Качество обработанных вод.
2. Источники загрязнения теплоносителя на ТЭС. Загрязнение природных водоемов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий.
3. Производительность водоподготовительных установок. Три основные системы технического водоснабжения на ТЭС.
4. Основные показатели качества воды. Жесткость, щелочность, pH, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток.
5. Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод. Основы расчета водоподготовительных установок. Удаление грубодисперсных и коллоидных примесей из природных вод.
6. Физико-химические основы коагуляции природной воды. Характеристика и условия применения коагулянтов. Изменение химического состава воды при коагуляции. Факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции.
7. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок. Контактная и объемная коагуляции. Электрокоагуляция.
8. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Применяемые реагенты. Процесс известкования. Осветление воды фильтрованием. Пленочное и адгезионное фильтрование.
9. Механизм задержания грубодисперсных примесей. Расчет дозы извести.
10. Принцип работы осветлителя. Поведение взвешенного слоя в осветлителе. Принципиальные технологические схемы установок для обработки воды методами осаждения.

11. Расчет осветителей. Основы теории работы фильтрующего слоя. Работа насыпных и намывных сорбционных фильтров. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа.
12. Физико-химические процессы ионного обмена. Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Физические и химические характеристики материалов ионного обмена. Основные закономерности ионного обмена
13. Технология катионирования. На-катионирование. Н-катионирование. Процесс совместного Н-ОН-ионирования воды. Голодная регенерация.
14. Химическое обессоливание воды. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Реакции, происходящие при обессоливании воды и при регенерации анионита.
15. Процессы последовательного Н-ОН-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями (упрощенная, двухступенчатая, трехступенчатая) отдельного Н-ОН-ионирования
16. Конструкции современных фильтров: прямоточных, противоточных, фильтров смешанного действия с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра.
17. Полный цикл работы ионитного фильтра. Способы регенерации и регенерационные растворы для ионитных фильтров. Прямой и обратный противоток.
18. Эксплуатация ионитных фильтров (установок). Способы компоновки ионитных фильтров в схемы (коллекторная, блочная).
19. Инновационные технологии ионного обмена. Условия повышения эффективности применения ионитных фильтров.
20. Технология дистилляции воды в испарителях различных типов.
21. Область применения термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей. Испарители кипящего типа. Испарители с вынесенной зоной кипения.
22. Испарители мгновенного вскипания. Зависимость качества пара от продувки испарителей. Причины загрязнения пара: капельный унос, избирательный унос.
23. Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах. Электродиализ. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов. Электродиализаторы.
24. Характеристики электродиализных мембран. Обратный осмос. Конструкция и характеристики обратноосмотических мембран.
25. Процессы, протекающие в установках. Аппараты и установки процессов обратного осмоса. Требования к качеству исходной воды, обрабатываемой мембранными способами.
26. Характеристика растворенных в воде газов. Закон Генри-Дальтона. Процессы абсорбции и десорбции газов. Кинетика десорбции газов. Технология деаэрации воды. Технология декарбонизации воды.
27. Конструкции декарбонизаторов. Химические методы удаления из воды коррозионноагрессивных газов.
28. Термическая деаэрация. Классификация деаэраторов. Конструкции деаэраторов. Эффективность термической деаэрации.
29. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами. Области применения магнитной обработки воды в теплоэнергетике.
30. Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами.
31. Магнитный метод обработки воды. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды. Обработка воды ультразвуком.
32. Водно-химические режимы (ВХР) теплотехнических объектов. Водно-химический комплекс ТЭС. Основные задачи ВХР. Пути поступления примесей в циклы паротурбинной установки.
33. Поведение примесей водного теплоносителя в пароводяном тракте. Нормы качества технологических вод: добавочной (обработанной) воды, прямой и обратной воды теплотрассы, котловой воды и пара паровых котлов.

34. Методы поддержания ВХР. Химический контроль рабочей среды технологических контуров. Система химико-технологического мониторинга для теплоэнергетических объектов.
35. Состав, структура и физические свойства отложений. Условия образования твердой фазы на поверхностях теплоэнергетического оборудования.
36. Условия возникновения щелочноземельных, ферро- и алюмосиликатных, железоокисных, железофосфатных и медноокисных накипей.
37. Образование отложений легкорастворимых соединений. Образование отложений в паровом тракте и способы их удаления.
38. Основные причины загрязнения пара. Методы предотвращения отложений на парообразующих поверхностях нагрева.
39. Способы удаления отложений с поверхностей нагрева теплоэнергетического оборудования. Технологии химической промывки теплообменного оборудования. Способы удаления примесей в проточной части турбины.
40. Основы коррозионных процессов на оборудовании районных тепловых станций (РТС) и квартальных котельных.
41. Причины и виды коррозионного повреждения металла парогенераторов. Основные виды коррозии металлов котлов и мероприятия по ее предотвращению. Коррозия труб пароперегревателей, паровых турбин, конденсаторов и способы ее предупреждения.
42. Химическая защита теплоэнергетического оборудования. Условия применения. Химические материалы.
43. ВХР систем охлаждения конденсаторов. Коррозия оборудования теплосетей. Биокоррозия трубопроводов горячего водоснабжения. Пути повышения надежности ВХР.
44. Физико-химические основы поведения примесей в водном теплоносителе. Основные физико-химические процессы, протекающие в водном теплоносителе. Изменение свойств воды.
45. Выделение твердой фазы в форме накипи и шлама. Нормирование водного режима барабанных котлов. Методы повышения чистоты насыщенного пара. Промывка насыщенного пара питательной водой.
46. Назначение и организация непрерывной продувки и расчет ее величины. Паропромывочные и сепарационные устройства.
47. Типы и условия образования отложений в прямоточных и барабанных котлах. Коррекционная обработка котловой и питательной воды.
48. Способы фосфатной обработки котловой воды, амминирования и гидразинной обработки питательной воды.
49. Применение комплексонов для обработки питательной воды. Классификация промышленных сточных вод. Особенности их очистки. Методы очистки промышленных стоков от нефтепродуктов.
50. Способы консервации теплоэнергетического оборудования. Стояночная коррозия. Консервация турбин и энергетических котлов горячим воздухом. Ингибиторы коррозии.
51. Парокислородная очистка и пассивация поверхностей энергетического оборудования.
52. Методы обработки вод после консервации оборудования и кислотной очистки. Пути сокращения промышленных стоков.

Образец билета к экзамену по дисциплине «Технология подготовки воды на ТЭС»

	Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова Институт энергетики <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика»</i>
	Дисциплина «Технология подготовки воды на ТЭС» Семестр - 3
	Группа ТЭТ-24м
	Билет № 1 (к экзамену по дисциплине)
1.	Физико-химические процессы ионного обмена. Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках.
2.	Примеси содержащиеся в природной воде. Классификация природной воды. Назначение воды на ТЭС.
3.	Основные задачи ВХР. Пути поступления примесей в циклы паротурбинной установки.
4.	Способы фосфатной обработки котловой воды, амминирования и гидразинной обработки питательной воды.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Т.Б.Эзирбаев	

7.4 Текущий контроль

Вопросы к лабораторным занятиям

1. Анализ качества исходной воды водоподготовительных установок.
2. Показатели качества воды.
3. Основные показатели качества воды.
4. Жесткость, щелочность, кислотность воды (рН), окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток.
5. Определение кислотности воды рН методом
6. Осветление воды фильтрованием. Пленочное и адгезионное фильтрование.
7. Технология декарбонизации воды.
8. Технология деаэрации воды.
9. Магнитный метод обработки воды.
10. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды.

Вопросы к практическим занятиям

1. Коррозия труб пароперегревателей, паровых турбин, конденсаторов и способы ее предупреждения.
2. Химическая защита теплоэнергетического оборудования. Условия применения. Химические материалы.

3. ВХР систем охлаждения конденсаторов. Коррозия оборудования теплосетей.
4. Биокоррозия трубопроводов горячего водоснабжения. Пути повышения надежности ВХР.
5. Физико-химические основы поведения примесей в водном теплоносителе.
6. Основные физико-химические процессы, протекающие в водном теплоносителе. Изменение свойств воды.
7. Выделение твердой фазы в форме накипи и шлама. Нормирование водного режима барабанных котлов.
8. Методы повышения чистоты насыщенного пара. Промывка насыщенного пара питательной водой.
9. Назначение и организация непрерывной продувки и расчет ее величины. Паропромылочные и сепарационные устройства.
10. Типы и условия образования отложений в прямоточных и барабанных котлах. Коррекционная обработка котловой и питательной воды.

7.5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-2 способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.					
Знать: - основы технологии подготовки воды-теплоносителя для использования в контурах теплоэнергетического и промтеплоэнергетического оборудования предприятий, основы ведения водно-химического режима, основы коррозии оборудования и защиты его от коррозии в период эксплуатации и при простое его в ремонте или резерве.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы к рубежным аттестациям, вопросы к практическим и лабораторным занятиям
Уметь: - полученные теоретические знания применить при выполнении технологических расчетов отдельных процессов и аппаратов, уметь практически использовать эти знания при ведении водно – химического режима в период эксплуатации оборудования.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Владеть: - способностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по вопросам подготовки воды; - методами предварительной очистки воды от механических примесей и солеобразующих элементов; - принципиальными схемами очистки воды, установления водно-химического режима теплотехнического оборудования.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний	Успешное и систематическое применение навыков	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Литература:

1.	Физико-химические основы процессов очистки воды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Ф. Никифоров [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 164 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68500.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Копылов А.С., Очков В.Ф., Лавыгин В.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 310 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55890.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Копылов А.С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программные расчеты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 222 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55940.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	Аппараты магнитной обработки воды. Проектирование, моделирование и исследование [Электронный ресурс]: монография/ С.Н. Антонов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2014.— 220 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47283.html .— ЭБС «IPRbooks»
5.	Шиян Л.Н. Химия воды. Водоподготовка [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шиян Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 83 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34732.html .— ЭБС «IPRbooks»
6.	Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Учебное пособие/ В.А. Чиж [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2012.— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/20204.html .— ЭБС «IPRbooks»
7.	Воронов В.Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воронов В.Н., Петрова Т.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2009.— 239 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33137.html .— ЭБС «IPRbooks»
8.	Сарсенбаев М.Х. Водно-балансовые исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сарсенбаев М.Х., Махмудова Л.К.— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2012.— 94 с.— Режим доступа:

	http://www.iprbookshop.ru/61151.html .— ЭБС «IPRbooks»
9.	Типовой эксплуатационный регламент водно-химического режима барабанных котлов высокого давления РД 153-34.1-37.531-00 [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013.— 36 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22767.html .— ЭБС «IPRbooks»

9.2. Методическое обеспечение (приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения освоения дисциплины имеются в наличии учебные аудитории, снабженные мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ. Учебная аудитория кафедры, снабженная мультимедийными средствами для представления презентаций и показа учебных фильмов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС и с учетом рекомендаций по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

**Методические указания по освоению дисциплины
«Технология подготовки воды на ТЭС»**

1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Технология подготовки воды на ТЭС» состоит из 7 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Технология подготовки воды на ТЭС» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в

большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Технология подготовки воды на ТЭС» – это углубление и расширение знаний в области метрологии; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к

индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Доцент кафедры

«Теплотехника и гидравлика»

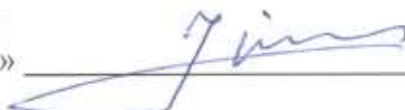


/ М.Х. Умарова /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой

«Теплотехника и гидравлика»



/ Т.Б. Эзирбаев /

Директор ДУМР



/ М.А. Магомаева /