

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 03.11.2023 13:36:56  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 23 » апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ВОДООЧИСТКА И ВОДОПОДГОТОВКА В ЭНЕРГЕТИКЕ**

Направление подготовки

**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии**

Направленность программы бакалавриата

**Водоочистка в химической, нефтехимической и биотехнологии**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		Федоров Ю.С.
Старший преподаватель		Соловей В.Н.

Рабочая программа дисциплины «Водоочистка и водоподготовка в энергетике» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники протокол от « 12 » 04 2021 № 6  
Заведующий кафедрой

В.В. Самонин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от « 20 » 04 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»		Д.А.Смирнова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	11
4.5 Примеры тем заданий для текущего контроля.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-4</b> Готовность оценивать и осуществлять контроль качества воды различного назначения.</p>	<p><b>ПК-4.5</b> Знание требований, предъявляемых к качеству воды в энергетике.</p>	<p><b>Знать:</b> нормативы и предъявляемые требования к качеству воды для систем теплоснабжения и водопотребления в энергетике (ЗН-1). <b>Уметь:</b> оценивать влияние ключевых примесей исходной воды на работу энергетических объектов и коррозию оборудования (У-1). <b>Владеть:</b> навыками оптимизации процессов водоочистки и водоподготовки в зависимости от предъявляемых требований к качеству воды (Н-1).</p>
<p><b>ПК-6</b> Готовность подбирать и разрабатывать технологии водообработки в соответствии с техническим заданием.</p>	<p><b>ПК-6.8</b> Выбор технологии подготовки воды для энергетических нужд.</p>	<p><b>Знать:</b> основные технологии создания замкнутого водооборота (ЗН-2). <b>Уметь:</b> осуществлять выбор технологии водоподготовки и водоочистки для энергетики (У-2). <b>Владеть:</b> навыком подбора оборудования для технологий замкнутого водооборота в соответствии с техническим заданием (Н-2).</p>
	<p><b>ПК-6.9</b> Повышение эффективности очистки воды для энергетики.</p>	<p><b>Знать:</b> основные стадии очистки воды, применяемой в энергетике, с учетом производственных требований (ЗН-3). <b>Уметь:</b></p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p>обоснованно рекомендовать приемы повышения эффективности водоподготовки и водоочистки для нужд энергетики (У-3).</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыком сопоставления соответствия качества воды производственным требованиям (Н-3).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.07), и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Контроль качества воды» и «Биотехнология очистки воды». Полученные в процессе изучения дисциплины «Водоочистка и водоподготовка в энергетике» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>62</b>
занятия лекционного типа	24
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	32 (3)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>82</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	реферат, проверочная работа
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Общие принципы водоподготовки в энергетике. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.	2	2	0	0	ПК-4 ПК-6	ПК-4.5 ПК-6.8
2.	Влияние ключевых примесей исходной воды на работу энергетических объектов.	4	2	0	0	ПК-4	ПК-4.5
3.	Виды коррозии. Параметры, оказывающие основное влияние на коррозию. Ингибиторы коррозии.	4	2	0	0	ПК-4	ПК-4.5
4.	Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.	14	26	0	82	ПК-4 ПК-6	ПК-4.5 ПК-6.8 ПК-6.9

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<p><u>Общие принципы водоподготовки в энергетике. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.</u></p> <p>Значение и задачи водоподготовки и водно-химического режима объектов ТЭС и АЭС. Использование воды в теплоэнергетике. Нормативы качества воды. Загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭС и АЭС. Водоподготовка и ее влияние на окружающую среду.</p>	2	КтСм
2	<p><u>Влияние ключевых примесей исходной воды на работу энергетических объектов.</u></p> <p>Примеси природных и контурных вод. Поступление примесей в воду. Классификация и характеристика примесей природных вод. Характеристика качества контурных вод. Выбор источника и производительности водоподготовки.</p>	4	Л
3	<p><u>Виды коррозии. Параметры, оказывающие основное влияние на коррозию. Ингибиторы коррозии.</u></p> <p>Виды и скорость коррозионных процессов. Методы предотвращения коррозии. Классификация ингибиторов коррозии металлов и оценка эффективности их действия.</p>	4	Л
4	<p><u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.</u></p> <p>Методы водоподготовки в энергетике. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения. Коагуляция коллоидных примесей воды. Обработка воды реагентами-осадителями. Оборудование предочистки с осветлителями и его эксплуатация.</p>	2	Л
4	<p><u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.</u></p> <p>Осветление воды методами фильтрации. Технология осветления воды на насыпных фильтрах. Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами. Очистка конденсатов на намывных фильтрах.</p>	2	Л
4	<p><u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности.</u></p>	2	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<u>Замкнутый водооборот.</u> Обработка воды методами ионного обмена. Технология ионного обмена. Оборудование ионитной части водоподготовительных установок. Технологические схемы ионитных установок Эксплуатация ионитных фильтров. Расчеты ионообменной технологии. Малосточные схемы ионитных водоподготовок.		
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности.</u> <u>Замкнутый водооборот.</u> Мембранная технология водообработки. Технология обратного осмоса и ультрафильтрации. Технология электродиализа.	2	Л
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности.</u> <u>Замкнутый водооборот.</u> Очистка воды от растворенных газов. Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторе. Технология удаления газов в деаэраторах. Химические методы связывания кислорода и диоксида углерода.	2	Л
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности.</u> <u>Замкнутый водооборот.</u> Обработка охлаждающей воды. Системы охлаждения и стабильность охлаждающей воды. Предотвращение образования минеральных отложений. Предотвращение биологических обрастаний.	2	Л
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности.</u> <u>Замкнутый водооборот.</u> Стоки электростанций и технологии их обезвреживания. Сточные воды систем охлаждения. Сточные воды водоподготовительных установок. Воды систем гидрозолоудаления. Стоки, загрязненные нефтепродуктами. Стоки от химических очисток и консервации оборудования. Обмывочные воды регенеративных воздухоподогревателей мазутных котлов. Поверхностные сточные воды.	2	ПЛ

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Общие принципы водоподготовки в энергетике. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.</u> Типичные схемы обращения воды в циклах ТЭС и АЭС.	2	-	-
2	<u>Влияние ключевых примесей исходной воды на работу энергетических объектов.</u> Диссоциация воды. Солевой состав воды, примеси. Влияние примесей на работу котла. Механизм образования накипи.	2	-	-
3	<u>Виды коррозии. Параметры, оказывающие основное влияние на коррозию. Ингибиторы коррозии.</u> Защитные концентрации основных ингибиторов коррозии.	2	-	-
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.</u> Осветление воды. Физико-химические основы и технология коагуляции; организация процесса в осветлителях. Обработка воды осаждением – известкование и реагентное умягчение воды. Фильтрация воды.	6	-	Р
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.</u> Обработка воды методом ионного обмена. Технология ионного обмена.	4	1	Р
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.</u>	6	1	Р

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
	Физические методы обработки воды. Магнитная обработка воды. Электролиз. Обратный осмос.			
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.</u> Удаление из воды растворенных газов. Теоретические основы деаэрации воды. Деаэраторы и декарбонизаторы.	4	-	Р
4	<u>Основные схемы водоподготовки в теплоэнергетике и атомной промышленности. Замкнутый водооборот.</u> Методы кондиционирования сточных вод теплоэнергетического комплекса. Сравнение эффективности кондиционирования сточных вод традиционными методами с альтернативными (безреагентными методами). Схемы обращения воды в замкнутых циклах ТЭС и АЭС.	6	1	-

#### 4.3.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине «Водоочистка и водоподготовка в энергетике» учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Водоподготовительные установки. Питательные устройства. Оборудование ХВО	12	Устный опрос №1
4	Воднохимический режим объектов ТЭС. Обработка котловой воды. Определение необходимой продувки котла и способы ее уменьшения.	12	Устный опрос №2
4	Методы стабилизационной обработки воды. Показатели стабильности воды. Методы стабилизации воды.	12	Устный опрос №3

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Термическая водоподготовка. Включение испарителей в тепловую схему электростанций. Очистка пара в испарителях и паропреобразователях.	26	Проверочная работа №1
4	Прогрессивные технологии обработки воды. Схемы ХВО с сокращенными стоками, бессточные схемы.	20	Устный опрос №4

#### 4.5 Примеры тем заданий для текущего контроля

Темы рефератов

1. Современные коагулянты.
2. Регенерация ионообменных материалов.

Проверочная работа

Вариант 1

1. Каково назначение испарительных установок на ТЭС?
2. За счет чего происходит загрязнение солями вторичного пара?

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

##### Вариант № 1

1. Источники основных примесей, поступающих в тракты ТЭС и АЭС.
2. Продемонстрировать схемы соединения ионитных фильтров в обессоливающих установках.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Анализ воды: Справочник / редакторы Л. М. Л. Ноллет, Л. С. П. де Гелдер, перевод с английского 2-го издания под редакцией И. А. Васильевой, Е. Л. Пролетарской. – Санкт-Петербург: Профессия, 2012. - 919 с. – ISBN 978-5-91884-035-1.
2. Благоразумова, А.М. Обработка и обезвреживание осадков городских сточных вод : учебное пособие / А. М. Благоразумова. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2014. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1676-9.
3. Гогина, Е. С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения: Справочное пособие / Е. С. Гогина, А. Д. Гуринович, Е. А. Урецкий. - Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. - 312 с. – ISBN 978-5-93093-871-5.
4. Инженерно-экологический справочник : в 3 т. / Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева ; Под общ. ред. А. С. Тимонина. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019., Т. 2. - 2019. - 960 с.- ISBN 978-5-9729-0331-3.
5. Рябчиков, Б.Е. Современная водоподготовка / Б. Е. Рябчиков. - Москва: ДеЛи плюс, 2013. - 680 с. – ISBN 978-5-905170-49-2.
6. Санитарно-эпидемиологическое обеспечение химической безопасности производственной и окружающей среды. Руководство / Федеральное медико-биологическое агентство ; под науч. ред.: М. Ф. Киселева, В. Р. Рембовского, В. В. Романова. - Москва : Федеральное медико-биологическое агентство России, 2012. - 476 с. - ISBN 978-5-94822-054-3.

### **б) электронные учебные издания:**

1. Яблокова, М. А. Водоснабжение населенных пунктов и промышленных предприятий (с основами гидравлики) : Учебное пособие / М. А. Яблокова, Е. А. Пономаренко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра инженерного проектирования. – Санкт-Петербург. : [б. и.], 2016. - 171 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 10.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>
2. Электронно-библиотечные системы:  
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Водоочистка и водоподготовка в энергетике» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования.

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Стандартные программные продукты пакета «Apache\_OpenOffice».

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Помещения оснащены мебелью, посадочных мест 20-30. Для проведения лекционных и семинарских занятий имеются, проектор BenQ MX518, ноутбук HP Compaq Presario – 2 шт., проектор Vivitek D508 DLP, проекционный экран – 2 шт., пульт для управления презентацией, доски.

Для самостоятельной работы помещения оснащены мебелью на 10-15 посадочных мест.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Водоочистка и водоподготовка в энергетике»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-4	Готовность оценивать и осуществлять контроль качества воды различного назначения	промежуточный
ПК-6	Готовность подбирать и разрабатывать технологии водообработки в соответствии с техническим заданием.	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«незачет» (ниже порогового)	«зачет» (пороговый)
ПК-4.5. Знание требований, предъявляемых к качеству воды в энергетике	<b>Называет</b> нормативы и <b>перечисляет</b> предъявляемые требования к качеству воды для систем теплоснабжения и водопотребления в энергетике (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-3 к зачету	Не называет нормативы и не перечисляет предъявляемые требования к качеству воды для систем теплоснабжения и водопотребления в энергетике	Называет нормативы и перечисляет предъявляемые требования к качеству воды для систем теплоснабжения и водопотребления в энергетике
	<b>Анализирует</b> влияние ключевых примесей исходной воды на работу энергетических объектов и коррозию оборудования (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 4-14 к зачету	Не анализирует влияние ключевых примесей исходной воды на работу энергетических объектов и коррозию оборудования	Анализирует влияние ключевых примесей исходной воды на работу энергетических объектов и коррозию оборудования
	<b>Демонстрирует</b> навыки оптимизации процессов водоочистки и водоподготовки в зависимости от предъявляемых требований к качеству воды (Н-1)	Правильные ответы на вопрос № 15 к зачету	Не демонстрирует навыки оптимизации процессов водоочистки и водоподготовки в зависимости от предъявляемых требований к качеству воды	Демонстрирует навыки оптимизации процессов водоочистки и водоподготовки в зависимости от предъявляемых требований к качеству воды
ПК-6.8. Выбор технологии подготовки воды для энергетических нужд	<b>Перечисляет</b> основные технологии создания замкнутого водооборота (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 42-44 к зачету	Не перечисляет основные технологии создания замкнутого водооборота	Перечисляет основные технологии создания замкнутого водооборота
	<b>Осуществляет</b> выбор технологии водоподготовки и водоочистки для энергетики (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 20-23, 28-30, 32, 35-40 к зачету	Не осуществляет выбор технологии водоподготовки и водоочистки для энергетики	Осуществляет выбор технологии водоподготовки и водоочистки для энергетики
	<b>Показывает</b> навыки подбора оборудования для	Правильные ответы на вопросы № 34,	Не показывает навыки подбора оборудования для технологий	Показывает навыки подбора оборудования для технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«незачет» (ниже порогового)	«зачет» (пороговый)
	технологий замкнутого водооборота в соответствии с техническим заданием (Н-2)	41 к зачету	замкнутого водооборота в соответствии с техническим заданием	замкнутого водооборота в соответствии с техническим заданием
ПК-6.9. Повышение эффективности очистки воды для энергетики	<b>Перечисляет</b> основные стадии очистки воды, применяемой в энергетике, с учетом производственных требований (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 16-18, 21, 26, 27, 31, 33 к зачету	Не перечисляет основные стадии очистки воды, применяемой в энергетике, с учетом производственных требований	Перечисляет основные стадии очистки воды, применяемой в энергетике, с учетом производственных требований
	<b>Обоснованно рекомендует</b> приемы повышения эффективности водоподготовки и водоочистки для нужд энергетики (У-3)	Правильные ответы на вопросы № 24, 25 к зачету	Не обоснованно рекомендует приемы повышения эффективности водоподготовки и водоочистки для нужд энергетики	Обоснованно рекомендует приемы повышения эффективности водоподготовки и водоочистки для нужд энергетики
	<b>Демонстрирует</b> навыки сопоставления соответствия качества воды производственным требованиям (Н-3)	Правильные ответы на вопрос № 19 к зачету	Не демонстрирует навыки сопоставления соответствия качества воды производственным требованиям	Демонстрирует навыки сопоставления соответствия качества воды производственным требованиям

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:**

1. Технологические процессы, осуществляемые в теплоэнергетических установках, в которых используется природная вода.
2. Назначение различных потоков воды в рабочих циклах ТЭС.
3. Нормативы, предъявляемые к качеству воды для систем теплоснабжения и водопотребления в энергетике.
4. Источники основных примесей, поступающих в тракты ТЭС и АЭС.
5. Виды коррозии и причины ее появления.
6. Методы предотвращения коррозии.
7. Классификация ингибиторов коррозии металлов и оценка эффективности их действия.
8. Продемонстрировать алгоритм расчета защитных концентраций основных ингибиторов коррозии.
9. Параметры, оценивающие эффективность действия ингибитора коррозии.
10. Причины строгого нормирования содержания ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в водах теплоэнергетических установок.
11. Сущность «углекислотного» равновесия и связанных с ним понятий стабильности и нестабильности воды.
12. Признаки, характерные для частиц коллоидных размеров. Стабильность коллоидных систем.
13. Показатели качества воды после коагуляции.
14. Продемонстрировать основные химические реакции процесса известкования воды.
15. Факторы, влияющие на отличие производственных показателей качества известкованной воды от расчетных.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:**

16. Принципиальная схема осветлителя с основными потоками воды, реагентов и шлама.
17. Механизмы фильтрования, наблюдаемые при работе осветлительных фильтров различных типов.
18. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам.
19. Показатели, контролируемые при работе намывных фильтров.
20. Составить ряды селективности для типичных катионов и анионов природных вод при их участии в ионообменных реакциях.
21. Преимущества и недостатки процесса Na-катионирования при его организации в одну и две ступени.
22. Параллельноточная и противоточная технологии ионного обмена и конструкции фильтров.
23. Типы анионитов, используемых в двухступенчатой схеме химического обессоливания.
24. Продемонстрировать схемы соединения ионитных фильтров в обессоливающих установках.
26. Основные принципы в малосточных схемах ионитной обработки воды.
26. Безреагентные процессы очистки воды.
27. Преимущества мембранных методов очистки воды.
28. Строение и механизм обратноосмотического процесса в полупроницаемой мембране.
29. Основные показатели, характеризующие свойства полупроницаемых мембран.

30. Основные типы установок обратного осмоса, используемых в промышленности.
31. Типы катодных и анодных реакций для электродиализных установок.
32. Факторы, ограничивающие возможность получения глубоко обессоленной воды в процессе электродиализа.
33. Требования, предъявляемые к воде, поступающей на электродиализаторы.
34. Принципиальное различие прямоточных и оборотных (с градирнями) систем по качеству охлаждающей конденсаторы воды.
35. Компоненты дымовых газов, обеспечивающих стабилизацию охлаждающей воды при их использовании.
36. Биообрастание конденсаторов. Составить алгоритм приемов удаления сформировавшихся в конденсаторе отложений.
37. Назначение испарительных установок на ТЭС.
38. Принцип работы испарителей мгновенного вскипания.
39. Загрязнение солями вторичного пар. Процесс промывки пара в слое воды.
40. Методы предварительной обработки воды, используемые для предотвращения отложений в испарителях.
41. Технологии создания замкнутого водооборота на ТЭС. Продемонстрировать схемы замкнутого водооборота на ТЭС.
42. Сточные воды систем охлаждения.
43. Поверхностные сточные воды.
44. Эффективность применения на ТЭС малосточной технологии.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **4. Варианты тем рефератов. Варианты проверочных работ.**

Темы рефератов

1. Современные коагулянты.
2. Регенерация ионообменных материалов.
3. Магнитная обработка воды.
4. Электролиз воды.
5. Деаэрация воды.

Проверочная работа №1.

Вариант 1.

1. Каково назначение испарительных установок на ТЭС?
2. Какие методы предварительной обработки воды используются для предотвращения отложений в испарителях?

Вариант 2.

1. Поясните процесс промывки пара в слое воды.
2. Состав сточных вод в отделении испарительных установок.

Вариант 3.

1. За счет чего достигается эффективность применения на ТЭС малосточной технологии?
2. За счет чего происходит загрязнение солями вторичного пара?

#### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и

экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.