

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д. И. Менделеева»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Проректор по учебной работе  
С.Н. Филатов  
\_\_\_\_\_ 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы очистки сточных вод»**

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии  
материалов**

**Магистерская программа «Инновационные материалы  
и защита от коррозии»**

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**  
На заседании Методической комиссии  
Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева  
« 25 » мая 2021 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Н.А. Макаров



**Москва 2021**

Заведующим кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии, д.т.н., проф.

Т. А. Ваграмяном.

Доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, к.т.н., с.н.с.

А.В. Колесниковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
инновационных материалов и защиты от коррозии

---

«22» апреля 2021 г., протокол № 9.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «**Методы очистки сточных вод**» относится к формируемой участниками образовательных отношений части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области методов очистки сточных вод.

**Цель дисциплины** – получение системы научных знаний в области современных методах, технологии и оборудования очистки сточных вод промышленных предприятий гальванического, металлургического профиля, а также печатных плат электронной техники.

**Задачи дисциплины** – обеспечить ресурсосбережение и экологическую безопасность электрохимических производств; познакомить с путями совершенствования электрохимических процессов и с путями обеспечения экологической безопасности производства; умение оценивать уровень экологического воздействия электрохимических производств на окружающую среду.

Дисциплина «**Методы очистки сточных вод**» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

### Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК
Системное и критическое мышление	ПК-2. Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и	ПК-2.3 Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность;

	экологических последствий применения	
	<p>ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов</p>	<p>ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов</p>
	<p>ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний</p>	<p>ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы  ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности</p>

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство  Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-2. Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б).
		ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных	ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с	

		<p>материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов</p>	<p>учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов</p>	
		<p>ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребителем характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и</p>	<p>ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы  ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности</p>	

		покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний		
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);
- основные принципы, на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а также органических загрязнений;
- основные подходы, применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;
- основное оборудование, которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;

*Уметь:*

- применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;
- рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;
- готовить обоснование по рациональному водопотреблению;
- готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;
- выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;
- решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;
- выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов, образующихся в процессах очистки сточных вод.

*Владеть:*

- информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий;
- навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;
- технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;
- методами расчёта экономической эффективности применяемых методов водоочистки;
- навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;
- навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,95</b>	<b>34</b>	<b>25,8</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</b>	-	-	-
Лекции	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-



в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3</b>	<b>110</b>	<b>82,2</b>
Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> )	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины ( <i>или другие виды самостоятельной работы</i> )		109,6	82,2
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен (<i>если предусмотрен УП</i>)</b>	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зач. с оц.</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	<b>Раздел 1. Общие вопросы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств</b>	36	-	5	-	5	-	-	-	26
1.1	Факторы загрязнения окружающей среды. Основные положения концепции развития современного, экологически безопасного, ресурсосберегающего гальванического производства. Сравнительный технико-экономический анализ средств и методов очистки промышленных стоков от тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей и др. токсичных загрязнений.	18	-	3	-	3	-	-	-	13
1.2	Технологические приемы, обеспечивающие экономию металлов, реагентов, воды и защиту окружающей среды. Предельно допустимые концентрации ионов металлов в сточных водах.	18	-	2	-	2	-	-	-	13

2.	<b>Раздел 2. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат</b>	36	-	4	-	4	-	-	-	26
2.1	Характеристика сточных вод. Классификация и физико-химические основы методов очистки гальваностокков (электрохимические, мембранные, сорбционные). Преимущества и недостатки методов. Локальные методы извлечения ионов тяжелых цветных металлов (Cu, Ni, Cr, Al, Zn, Cd) из промывных вод с утилизацией ценных компонентов и возвратом воды. Мембранные, электрофлотационные, электрохимические и сорбционные установки.	18	-	2	-	2	-	-	-	13

2.2	Классификация технологических растворов. Общие подходы к проблеме. Базовые технологии регенерации растворов химического и электрохимического обезжиривания изделий, травления меди и ее сплавов. Составы растворов. Методы обезвреживания технологических растворов травления сталей. Оборудование, технологические схемы, регенерации отработанных растворов с утилизацией ценных компонентов. Проект типового участка по регенерации и обезвреживанию технологических (на примере никель- и медьсодержащих) растворов.	18	-	2	-	2	-	-	-	13
3.	<b>Раздел 3. Обезвреживание и утилизация твердых отходов электрохимических производств</b>	36	-	4	-	4	-	-	-	26
3.1	Характеристика твердых отходов. Их классификация. Базовые технологии переработки, обезвреживания и утилизации гальваношламов с получением ценных продуктов (строительных материалов, пигментов, красок).	18	-	2	-	2	-	-	-	13

3.2	Современные технологии переработки отработанных аккумуляторов и гальванических элементов. Основные направления сокращения образующихся твердых отходов в гальванотехнике и производстве печатных плат.	18	-	2	-	2	-	-	-	13
4.	<b>Раздел 4. Современные электрохимические технологии и оборудование для решения проблем экологии и ресурсосбережения.</b>	36	-	4	-	4	-	-	-	32
4.1	Классификация методов. Базовые технологии и оборудование с использованием электрохимической науки в решении экологических проблем. Области применения электрохимических технологий. Материалы электродов, мембран, конструкции аппаратов.	18	-	2	-	2	-	-	-	16
4.2	Установки, использующие электромембранные процессы, электролиз, электрофлотацию, электрокоагуляцию, электродиализ для обеспечения очистки промывных и сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей до норм ПДК, а также для регенерации отработанных концентрированных растворов с возвратом их в технологический цикл	18	-	2	-	2	-	-	-	16
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	-	<b>17</b>	-	<b>17</b>	-	-	-	<b>110</b>

Экзамен <i>(если предусмотрен УП)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	-	<b>17</b>	-	<b>17</b>	-	-	-	<b>110</b>

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Общие вопросы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств**

1.1 Факторы загрязнения окружающей среды. Основные положения концепции развития современного, экологически безопасного, ресурсосберегающего гальванического производства. Сравнительный технико-экономический анализ средств и методов очистки промышленных стоков от тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей и др. токсичных загрязнений.

1.2 Технологические приемы, обеспечивающие экономию металлов, реагентов, воды и защиту окружающей среды. Предельно допустимые концентрации ионов металлов в сточных водах.

### **Раздел 2. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат**

2.1 Характеристика сточных вод. Классификация и физико-химические основы методов очистки гальваностоков (электрохимические, мембранные, сорбционные). Преимущества и недостатки методов. Локальные методы извлечения ионов тяжелых цветных металлов (Cu, Ni, Cr, Al, Zn, Cd) из промывных вод с утилизацией ценных компонентов и возвратом воды. Мембранные, электрофлотационные, электрохимические и сорбционные установки.

2.2 Классификация технологических растворов. Общие подходы к проблеме. Базовые технологии регенерации растворов химического и электрохимического обезжиривания изделий, травления меди и ее сплавов. Составы растворов. Методы обезвреживания технологических растворов травления сталей. Оборудование, технологические схемы, регенерации отработанных растворов с утилизацией ценных компонентов. Проект типового участка по регенерации и обезвреживанию технологических (на примере никель- и медьсодержащих) растворов.

### **Раздел 3. Обезвреживание и утилизация твердых отходов электрохимических производств**

3.1 Характеристика твердых отходов. Их классификация. Базовые технологии переработки, обезвреживания и утилизации гальваношламов с получением ценных продуктов (строительных материалов, пигментов, красок).

3.2 Современные технологии переработки отработанных аккумуляторов и гальванических элементов. Основные направления сокращения образующихся твердых отходов в гальванотехнике и производстве печатных плат.

### **Раздел 4. Современные электрохимические технологии и оборудование для решения проблем экологии и ресурсосбережения.**

4.1 Классификация методов. Базовые технологии и оборудование с использованием электрохимической науки в решении экологических проблем. Области применения электрохимических технологий. Материалы электродов, мембран, конструкции аппаратов.

4.2 Установки, использующие электромембранные процессы, электролиз, электрофлотацию, электрокоагуляцию, электродиализ для обеспечения очистки промывных и сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей до норм ПДК, а также для регенерации отработанных концентрированных растворов с возвратом их в технологический цикл

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	<b>Знать: (перечень из п.2)</b>				
1	– теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);	+	+	+	+
2	– основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений;	+	+	+	+
3	– основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;	+	+	+	+
4	– основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;	+	+	+	+
	<b>Уметь: (перечень из п.2)</b>				
5	– применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;	+	+	+	+
6	– рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;	+	+	+	+
7	– готовить обоснование по рациональному водопотреблению;	+	+	+	+
8	– готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;	+	+	+	+
9	– выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;	+	+	+	+
10	– решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;	+	+	+	+
11	– выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов.	+	+	+	+
	<b>Владеть: (перечень из п.2)</b>				
12	– информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий;	+	+	+	+
13	– навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;	+	+	+	+
14	– технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;	+	+	+	+
15	– методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки;	+	+	+	+



16	– методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах;		+	+	+	+
17	– навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;		+	+	+	+
18	– навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)</b>						
	<b>Код и наименование ПК (перечень из п.2)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)</b>				
19	– ПК-2. Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность	+	+	+	+
20	– ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	+	+	+	+

21	<p>ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний</p>	<p>ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы  ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности</p>	+	+	+	+
----	---	--	---	---	---	---

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Практические занятия не предусмотрены

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (3 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), реферата (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме *зач. с оц.* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

#### Максимальное количество баллов за реферативно-аналитическую работу – 30 баллов.

1. Проблемы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств
2. Основные требования к современному гальваническому производству
3. Экологическая опасность гальванического производства
4. Основные физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов
5. Основные физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов (окисление, восстановление)
6. Физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов
7. Мембранные методы обработки и обезвреживания жидких отходов
8. Дополнительная информация по мембранным методам очистки природных и сточных вод
9. Дополнительная информация микрофльтрация
10. Электрохимические методы обработки и обезвреживания жидких отходов

11. *Электрохимические. Гальванокоагуляция.*
12. *Электрофлотация*
13. *Дополнительная информация по интенсификации и повышению эффективности процессов очистки сточных вод.*
14. *Основные составляющие организации современного гальванохимического производства и очистных сооружений*
15. *Оборудование для очистных сооружений (линии обработки стоков)*
16. *Утилизация твёрдых металлургических отходов*
17. *Обезвреживание*
18. *Переработка*
19. *Экологические проблемы производства печатных плат электронной техники*
20. *Экологическое обеспечение окрасочных работ.*
21. *Ресурсосбережение*
22. *Рациональное водопотребление в гальванотехнике*
23. *Сорбционные технологии очистки сточных вод*
24. *Регенерация и обезвреживание технологических растворов (гальванотехника)*
25. *Регенерация и обезвреживание технологических растворов (печатные платы)*

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по всем разделам). Максимальная оценка за 1 контрольную работу 10 баллов (3 семестр).

Примеры вопросов к контрольной работе. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос:

1. Характеристика сточных вод (СВ) промышленных предприятий.
2. Основные органические и неорганические загрязнения: композиции моющих средств, ионы тяжёлых металлов, лакокраска, ПАВ, нефтепродукты, соли.
3. Воздействие на окружающую среду и организм человека.
4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих компонентов, рыбохозяйственного и культурно-бытового назначения; ГОСТы, Постановление Правительства РФ, другие нормативные документы.
5. Основные принципы (подходы) энергоэффективности, энерго- и ресурсосбережения.
6. Классификация (обзор) методов очистки сточных вод.
7. Принцип подбора технологических схем для очистки сточных вод.
8. Основные стадии (этапы).
9. Методы и установки для предварительной очистки СВ.
10. Примеры базовых технологий.
11. Современные технологии очистки сточных вод. Мембранные. Сорбционные. Электрохимические.
12. Подробно описываются основные особенности методов и оборудование, их реализующее; отмечаются наиболее приемлемые области применения, указываются достоинства и недостатки методов, существующие ограничения.
13. Примеры реализации технологий и оборудования.
14. Производители и поставщики (РФ, зарубежные).
15. Анализ информации по технологиям применяемых на предприятиях слушателей.
16. Реагентные (химические) методы очистки сточных вод.
17. Нейтрализация, окисление- восстановление, осаждение взвешенных веществ (седиментация, отстаивание).

**Примеры вопросов к контрольным работам. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

1. Базовые схемы.
2. Особенности применения в комбинированных схемах.
3. Особенности организации реагентного хозяйства.
4. Установки для приготовления реагентов.
5. Способы введения и устройства для дозирования реагентов.
6. Подбор основных реагентов – коагулянтов и флокулянтов. Хранение и закупка реагентов.
7. Вторичное использование реагентов. Поставщики продукции
8. Электрофлотационная и электрофлотомембранная технология очистки сточных вод.
9. Оборудование и установки.
10. Технические решения и принципиальные схемы.
11. Примеры реализации ЭФ технологии для очистки сточных вод гальванических производств, печатных плат электронной техники, лакокрасочных производств.
12. Особенности очистки сточных вод от ионов тяжёлых металлов (ИТМ) в присутствии эмульсий нефтепродуктов и ПАВ.
13. Скорость и эффективность процесса.
14. Влияние природы и концентрации металлов, наличия ПАВ катионной, анионной, неионогенной природы, полиэлектролитов, природы и концентрации солевого компонента, кислотности среды, температуры и других параметров на эффективность процессов очистки СВ от ИТМ.
15. Влияние физико-химических свойств загрязнений на эффективность мембранных и электрофлотационных технологий очистки сточных вод.
16. Информационные ресурсы для технологов и специалистов по водоочистке.
17. Информационная база для подбора технологий и оборудования для очистки стоков «WAAM».
18. Очистка сточных вод химико-технологических и фармацевтических производств от высокотоксичных примесей органической природы.
19. Биологические методы очистки сточных вод от органических загрязнений.
20. Научно-техническая и патентная информация, базовые монографии, учебники и учебные пособия ведущих специалистов в области очистки сточных вод.
21. Методы и объекты анализа и контроля загрязняющих компонентов сточных вод. Основные требования и нормативные документы.
22. Приборы контроля и методики анализа неорганических загрязнений (катионы, анионы, ИТМ).
23. Приборы контроля и методики анализа растворимых и нерастворимых органических загрязнений (красители, нефтепродукты, ПАВ, СОЖ, масла, углеводороды и др.
24. Приборы и методы для определения физико-химических свойств воды и взвешенных веществ (окислительно-восстановительный потенциал, размеры и заряды частиц, вязкость, мицеллообразование ПАВ)
25. Твёрдые отходы (шламы) в процессах очистки сточных вод. Кондиционирование, хранение, утилизация.
26. Оборудование для обезвоживания: фильтр-прессы, вакуум-фильтры
27. Классы опасности отходов.
28. Очистка сточных вод от органических примесей растворимой и нерастворимой природы: красителей, растворителей, органического фоторезиста, композиций моющих средств и смывок, ПАВ различной природы, масел (включая моторных), СОЖ, бензинов и дизельного топлива, а также других нефтепродуктов.

29. Базовые методы (сорбция, флотация, деструкция и др.)
30. Базовое и вспомогательное оборудование для очистки сточных вод. Мембранное, сорбционное, флотационное и электрохимическое. Озонирование. Обеззараживание воды.
31. Технические решения (примеры реализации) применительно к очистке сточных вод автомоечных, лакокрасочных, гальванических производств, производств печатных плат электронной техники, химических источников энергии (свинцовых аккумуляторов), углеродных материалов.
32. Анализ очистных сооружений слушателей курса повышения квалификации. Поиск «слабых» узких мест и решений.
33. Сравнение методов (достоинства/недостатки) очистки сточных вод.
34. Техничко-экономическая оценка (обоснование) выбора метода и оборудования для очистки сточных вод.
35. Опыт эксплуатации установок.
36. Возврат воды в технологический процесс (ионный обмен, мембранные технологии).
37. Анализ технологической (технической) информации по водопотреблению предприятий и слушателей.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зач. с оц.)**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для вид контроля из УП ( \_ семестр).

**Зачет с оценкой** по дисциплине «**Методы очистки сточных вод**» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по модулям 1-4 и всей учебной программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным модулям. Ответы на вопросы **зачета с оценкой** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для **вид контроля из УП**:

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой, д.т.н., проф (Должность, наименование кафедры)</p> <p>_____ Т.А. Ваграмян (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>« _ » _____ 20 _ г.</p>	<p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>
	<p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>
	<p><b>Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии</b></p>
	<p><b>Код и наименование направления подготовки Магистерская программа – «Наименование магистерской программы»</b></p>
<p><b>Методы очистки сточных вод</b></p>	
<p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Вопрос Реагентные (химические) методы очистки сточных вод.</p> <p>2. Вопрос Классификация (обзор) методов очистки сточных вод.</p>	



## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Колесников В.А, Ильин В.И. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки промывных и сточных вод: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева.-М., 2004.-220 с.
2. Ильин В.И., Колесников В.А. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Электрофлотационная технология очистки сточных вод: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева.-М., 2003.-104 с.
3. Виноградов, С. С. Экологически безопасное гальваническое производство: прил. к журн. "Гальванотехника и обработка поверхности"; Вып.3 / С. С. Виноградов ; ред. : В. Н. Кудрявцев. - М. : Глобус, 1998. – 302 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник. В 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера, Л.Д. Тока. Т.2. М.: Машиностроение, 1985.- 248 с.
2. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / В. А. Колесников [и др.] ; ред. В. А. Колесников. - М. : Химия, 2007. - 303 с.
3. Колесников, В. А. Принципы создания экотехнологий [Текст] / В. А. Колесников, А. Ю. Налетов ; РХТУ им. Д.И. Менделеева. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. - 451 с.
4. Колесников, В. А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод [Текст] / В. А. Колесников, Н. В. Меньшутина. - М. : ДеЛи принт, 2005. – 266 с

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

1. Ж. Педагогический журнал. ISSN 2223-5434
2. Ж. Вестник образования России.
3. Ж. Новое образование. Практический научно-методический журнал.
4. Педагогическая наука и образование в России и за рубежом: региональные, глобальные и информационные аспекты. Электронный журнал. (rspu.edu.ru)
5. Ж. Перспективы науки и образования. ISSN: 2307-2334

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

6. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы», ISSN 0235-2206
7. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>
8. Федеральная служба по интеллектуальной собственности <http://www.rupto.ru>
9. The United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov>
10. The European Patent Office <http://ep.espacenet.com>
11. Политематические базы данных CAPLUS, COMPENDEX (США); INSPEC (Великобритания); PASCAL (Франция).
12. Базы цитирования РИНЦ, Web of Science, Scopus

13. Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>

14. Ресурсы SPRINGER: <http://link.springer.com>

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе прохождения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля прохождения дисциплины;
- методические указания для подготовки отчета по дисциплине.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 05.11.2015).
2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/7/6/1> (дата обращения: 05.11.2015).
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 4 апреля 2014 г. № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/6045> (дата обращения: 05.11.2015).

Для освоения дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.12.2015).
2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2015).
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.12.2015).
4. ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fero.i-exam.ru/> (дата обращения: 11.12.2015).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 699 196 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Методы очистки сточных вод*» проводятся в форме самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Потенциостат IPC-ProMF, вращающийся дисковый электрод ВЭД-06, водяные бани ЛБ-12, термостат LOIP LB 200, магнитные мешалки MSH-300, механическая мешалка RZR-2021, магнитная мешалка MR HEI-STANDART, спектрофотометр СФ-2000, портативные рН-метры рН-410, ионметр АНИОН 4111, омметр ВИТОК, дефектоскоп акустический ИЧСК-1.0, шлифовально-полировальный станок МР-2, станок для запрессовки ХQ-2В, микротвердомер ПМТ-3М, металлографический микроскоп МЕТАМ РВ-21/22, сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ (до 350 °С), муфельная печь SNOL 7,2/900, гальваническая установка PGG 10/3-B-1,5, профилометр Mitutoyo SurfTest SJ-310, коррозиметр высокого разрешения MS1500E Handheld ER Corrosion Data Logger, лабораторная кабина для порошкового окрашивания с пистолетом-распылителем СТАРТ-50, ротационный абразиометр Taber Elcometer 5135, блескомер Elcometer 480, титратор потенциометрический АТП-02, толщиномер Elcometer 456, аналитические весы CE224-C, аналитические весы GR-200, аналитические весы OHAUS DV 215CD, технические весы Ek 600i, адгезиметр цифровой PosiTest ATM 20мм; универсальная испытательная двухколонная машина Shimadzu AGS-X, гониометр ЛК-1, энергодисперсионный спектрометр EDX-7000, камера соляного тумана Ascott S450iP, спектроскопический эллипсометр SENreasech 4.0 (SENTECH), лазерный конфокальный микроскоп OLYMPUS LEXT 4100, многофункциональный толщиномер гальванических покрытий Константа К6Ц, прецизионный отрезной станок LC-150, станок шлифовально-полировальный METAPOL-160, рН-метр рН-150МИ, бани водяные двухместные ЛБ-23, механические дозаторы, ионметр АНИОН 4102, потенциостаты IPC, дистилляторы ДЭ-4-02-«ЭМО», муфельная печь SNOL 7,2/1100, источники питания АКПП-1122.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов металлических и неметаллических материалов и демонстрационных изделий из них; набор образцов типичного брака изделий; плакаты типовых постеров НИР, наборы продукции промышленных предприятий; наглядно-дидактический материал по материаловедению и защите от коррозии.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции из неметаллических материалов; каталоги продукции промышленных предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; учебные фильмы по процессам технологии и способам производства отдельных видов изделий; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; электронные каталоги продукции; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по производству изделий из неметаллических материалов; сборники технологических схем, буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным по теме обработки поверхности металлов и пластмасс с использованием электролитических и химических процессов, обработки поверхностей, предметов или продукции органическими растворителями, производству полимеров, в том числе биоразлагаемых.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование программного продукта</b>	<b>Реквизиты договора поставки</b>	<b>Количество лицензий</b>	<b>Срок окончания действия лицензии</b>
1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJ IDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

*Знает, умеет, владеет необходимо заполнить в соответствии с формулировками п.2 и расстановкой по разделам п.5.*

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Общие вопросы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);</li> <li>- основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений;</li> <li>- основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;</li> <li>- основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;</li> <li>- рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;</li> <li>- готовить обоснование по рациональному водопотреблению;</li> <li>- готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;</li> <li>- выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;</li> <li>- решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;</li> <li>- выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информацией по основным</li> </ul>	<p>Оценка за выполнение индивидуального задания</p> <p>Оценка за диф. зачет</p>

	<p>методам очистки сточных вод промышленных предприятий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;</li> <li>- технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;</li> <li>- методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки;</li> <li>- методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах;</li> <li>- навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;</li> <li>- навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.</li> </ul>	
<p>Раздел 2. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);</li> <li>- основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений;</li> <li>- основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;</li> <li>- основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;</li> <li>- рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;</li> </ul>	<p>Оценка за выполнение индивидуального задания</p> <p>Оценка за диф зачет</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- готовить обоснование по рациональному водопотреблению;</li> <li>- готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;</li> <li>- выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;</li> <li>- решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;</li> <li>- выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий;</li> <li>- навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;</li> <li>- технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;</li> <li>- методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки;</li> <li>- методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах;</li> <li>- навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;</li> <li>- навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.</li> </ul>	
--	--	--



<p>Раздел 3. Обезвреживание и утилизация твердых отходов электрохимических производств</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);</li> <li>- основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений;</li> <li>- основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;</li> <li>- основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;</li> <li>- рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;</li> <li>- готовить обоснование по рациональному водопотреблению;</li> <li>- готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;</li> <li>- выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;</li> <li>- решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;</li> <li>- выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов.</li> </ul> <p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий;</li> <li>- навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;</li> </ul>	<p>Оценка за выполнение индивидуального задания</p> <p>Оценка за диф. зачет</p>
--	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;</li> <li>- методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки;</li> <li>- методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах;</li> <li>- навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;</li> <li>- навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.</li> </ul>	
<p>Раздел 4. Современные электрохимические технологии и оборудование для решения проблем экологии и ресурсосбережения.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);</li> <li>- основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений;</li> <li>- основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;</li> <li>- основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;</li> <li>- рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;</li> <li>- готовить обоснование по рациональному водопотреблению;</li> <li>- готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;</li> <li>- выбирать на конкурентной</li> </ul>	<p>Оценка за выполнение индивидуального задания</p> <p>Оценка за диф. зачет</p>

	<p>основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;</li> <li>- выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий;</li> <li>- навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;</li> <li>- технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;</li> <li>- методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки;</li> <li>- методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах;</li> <li>- навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;</li> <li>- навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.</li> </ul>	
--	---	--

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Методы очистки сточных вод»**

**основной образовательной программы**

Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и  
технологии материалов

Магистерская программа – «Материаловедение и защита  
материалов от коррозии»

Квалификация «магистр»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.