

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 25 » ноября 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Химия и технология очистки воды  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 08.03.01 Строительство  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Строительство (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование компетенций, связанных с применением базовых знаний математических и естественных наук при изучении процессов очистки природных и сточных вод физико-химическими и биохимическими методами.

Задачи

- сформировать знания о физико-химических свойствах воды, особенностей химии природных и сточных вод;
- сформировать знания о химических и физико-химических процессах, лежащих в основе технологий очистки природных и сточных вод;
- развить умения и навыки расчета основных технологических параметров процессов водоподготовки и очистки сточных вод;
- сформировать навыки выбора технологий и оборудования для очистки сточных вод в зависимости от их химического состава и объема;
- развить у студентов способность принимать участие в научно-исследовательской работе, умение составлять отчеты по выполненным работам и навыки работы с учебной и научной литературой.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- химия воды и водных растворов;
- химия природных и сточных вод;
- теоретические основы реагентных методов очистки и обеззараживания природных и сточных вод;
- теоретические основы физико-химических методов и технологий очистки природных и сточных вод;
- теоретические основы биохимических методов очистки воды.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.9	ИД-1пк-2.9	Знает нормативно-техническую документацию систем водоснабжения и водоотведения	Знает нормативно-техническую документацию и нормативно-правовые акты для проектирования систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.9	ИД-2пк-2.9	Умеет выполнять обзор современных отечественных и зарубежных технических решений и оборудования возможного для применения при проектировании систем водоснабжения и водоотведения	Умеет выполнять обзор современных отечественных и зарубежных технических решений и оборудования возможного для применения при проектировании систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства.	Доклад
ПК-2.9	ИД-3пк-2.9	Владеет навыками обработки и документального оформления проведенных исследований по очистке сточных вод	Владеет навыками обработки и документального оформления собранной информации и полученных исходных данных для проектирования систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	16	16
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)		
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен	36	36
Дифференцированный зачет		
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Химия воды. Показатели качества воды. Классификация природных и сточных вод	6	4	0	28
Основные химические свойства воды и водных растворов. Аномальные свойства воды. Растворимость газов в воде. Закон Рауля. Свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Определение температуры кипения и замерзания растворов. Осмос. Осмотическое давление. Определение рН сильных и слабых электролитов. Гидролиз солей. Определение величины рН растворов солей. Ионные реакции, образование малорастворимых соединений. Понятие о величине ПР. Расчет растворимости малорастворимых соединений в воде. Окислительно-восстановительные свойства воды. Определение окислительно-восстановительного потенциала воды. Буферные растворы. Расчет состава буферных растворов. Основные показатели качества воды. Классификация природных и сточных вод				
Химические и физико-химические методы очистки природных и сточных вод	8	8	0	24
Физико-химические основы процессов очистки сточных вод от взвешенных и коллоидных примесей: механические методы очистки сточных вод. Коагуляция. флокуляция Флотация. Физико-химические основы процессов очистки сточных вод от растворимых органических и неорганических примесей: химические методы очистки сточных вод (осаждение, хлорирование, озонирование и др.) Ионный обмен, сорбционные методы очистки и доочистки сточных вод. Физико-химические основы применения мембранных методов очистки воды Микрофильтрация. Ультрафильтрация. Обратный осмос.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Биохимические методы очистки сточных вод	4	4	0	20
Микробиологические показатели качества воды. Аэробные методы очистки сточных вод в естественных условиях. Аэробные методы очистки сточных вод в искусственных условиях. Физико-химическая, химическая и микробиологическая характеристики активного ила. Сущность биохимических процессов в аэротенках, стадии очистки воды в аэротенках. Классификация аэротенков. Основы расчета. Биофильтры. Сущность процессов очистки воды в биофильтре. Классификация биологических фильтров. Анаэробные методы очистки сточных вод и обеззараживания осадков сточных вод				
ИТОГО по 5-му семестру	18	16	0	72
ИТОГО по дисциплине	18	16	0	72

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Анализ интегральных показателей качества воды: перманганатная окисляемость (ПО), ХПК, содержание взвешенных веществ, сухой остаток, щелочность воды. Анализ индивидуальных показателей качества воды: содержание хлорид-ионов, нитрит-ионов, нитрат-ионов, содержание нефтепродуктов, ионов кальция и магния.
2	Коагуляционная очистка сточных и природных вод. Определение оптимальной дозы коагулянта. Влияние величины рН на коагуляцию.
3	Адсорбционная очистка сточных вод от красителей в статических условиях. Построение изотермы адсорбции и определение дозы сорбента для очистки сточной воды. Адсорбционная очистка сточных вод в динамических условиях. Построение выходной кривой адсорбции.
4	Микробиологические показатели воды. Определение основных физико-химических, химических и микробиологических характеристик активного ила.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / Ю. В. Воронов. - Москва: Изд-во АСВ, 2009.	40
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Адсорбционная технология очистки сточных вод / А. М. Когановский [и др.]. - Киев: Техніка, 1981.	1
2	Адсорбция органических веществ из воды / А. М. Когановский [и др.]. - Ленинград: Химия, 1990.	1
3	Ксенофонтов Б.С. Флотационная очистка сточных вод / Б.С.Ксенофонтов. - М.: Новые технологии, 2003.	1

4	Очистка производственных сточных вод : учебное пособие для вузов / С. В. Яковлев [и др.]. - Москва: Стройиздат, 1985.	18
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Водоснабжение и санитарная техника : научно-технический и производственный журнал / ЦНИИЭП инженерного оборудования; Союзводоканалпроект; Всесоюзный научно-исследовательский институт водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии ; Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт инженерного оборудования городов, жилых и общественных зданий ; Государственный проектно-конструкторский и научно-исследовательский институт СантехНИИпроект; Мосводоканал. - Москва: ВСТ, 1913 - .	
2	Спеллман Ф. Р. Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация : пер. с англ. / Ф. Р. Спеллман. - Санкт-Петербург: Профессия, 2014.	13
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Водный кодекс : [комментарий специалистов ]. - М.: Профиздат, 2007.	1
2	Строительные нормы и правила Российской Федерации. Организация строительства: СНИП 12-01-2004. - М.: ФГУП ЦПП, 2005.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Зайцева Т. А. Микробиология и биотехнология : лабораторный практикум / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	15
2	Расчёт и проектирование систем обеспечения безопасности : учебное пособие для вузов / Я. А. Жилинская [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Глушанкова И. С. Химия водных растворов, природных и сточных вод : учебное пособие / И. С. Глушанкова [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	5

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Глушанкова И.С. и др. Химия водных растворов, природных и сточных вод	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6855">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6855</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Глушанкова И.С. и др. Химия и основы очистки природных и сточных вод физико-химическими методами	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4495">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4495</a>	сеть Интернет; свободный доступ

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Комплект лабораторной посуды и оборудования для проведения лабораторных работ	5
Лекция	Видеопроектор, компьютер с программным обеспечением Windows 10	2

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по  
дисциплине

«Физико-химические методы защиты окружающей среды»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Программа академического бакалавриата

Направление 08.03.01 Строительство  
**Профиль программы** Водоснабжение и водоотведение  
**бакалавриата**

---

**Квалификация выпускника:** Бакалавр

---

**Выпускающая кафедра:** Теплогазоснабжения, вентиляции и  
водоснабжения, водоотведения

---

**Форма обучения:** очная

---

**Курс:**   3   **Семестр:**   5  

**Трудоёмкость:**

- кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ  
- часов по рабочему учебному плану : 144 ч

**Виды контроля:**

Экзамен: 5 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	КР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
31- химические и физико-химические свойства природных и сточных вод;		ТО1		КР2		ТВ
31- основные показатели качества воды;	С1	ТО1		КР1	КР	ТВ
34 - физико-химические основы методов и технологий очистки природных и сточных вод;		ТО2		КР2	КР	ТВ
35- принципы выбора и применения методов очистки для конкретного типа природных и сточных вод		ТО3				
36 - методологические подходы к систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области процессов и технологий очистки природных и сточных вод			ОЛР			
37- методики и технику проведения экспериментальных исследований в области очистки природных и сточных вод			ОЛР			
<b>Освоенные умения</b>						
У1- обоснованно выбирать способ очистки сточных вод в зависимости от состава загрязняющих веществ;			ОЛР	КР1	КР	ПЗ
У2- проводить теоретический анализ процессов, лежащих в основе различных методов очистки воды;			ОЛР	КР1	КР	ПЗ
У3 проводить расчеты и обосновывать технологические параметры процессов очистки сточных вод;		ПР		КР2 ИЗ	КР	ПЗ

У4- составлять отчеты по выполненным лабораторным и исследовательским работам			ОЛР			
<b>Приобретенные владения</b>						
В1 -навыками расчетов технологических параметров процессов очистки природных и сточных вод		ПР	ОЛР	КР2	КР	КЗ
В2 - навыками экспериментального определения основных технологических параметров процесса очистки воды (дозы реагента, рН, длительности обработки и др.);			ОЛР		КР	КЗ
В3-навыками обработки и обсуждения результатов исследования;			ОЛР			КЗ
В4- навыками написания отчета по проведенной экспериментальной или исследовательской работе					КР	КЗ

*С - собеседование по теме; ТО - коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ - индивидуальное задание; ОЛР - отчет по лабораторной работе; Т/КР - рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ - теоретический вопрос; ПЗ - практическое задание; КЗ - комплексное задание экзамена, КР-курсовая работа*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации, а также в форме тестирования для анализа усвоения теоретического материала и оценки работы студентов на практических занятиях. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 4 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Химия водных растворов, природных и сточных вод», вторая КР – по модулю 2 «Физико-химические методы очистки сточных вод».

### **2.2. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты индивидуальных практических заданий и контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Химия воды. Показатели качества воды. Классификация природных и сточных вод», вторая КР – по модулю 2 «Химические и физико-химические методы очистки природных и сточных вод».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Основные свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Давление пара над раствором. Закон Рауля. Диаграмма состояния воды. Расчет температуры кипения и замерзания растворов неэлектролитов.

2. Осмос. Осмотическое давление. Расчеты. Обратный осмос.
3. Равновесие в системе осадок - раствор. Произведение растворимости. Расчет растворимости малорастворимых соединений, определение возможности образования осадка.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Расчет основных параметров процесса коагуляции: оптимальной дозы коагулянта, величины рН, дозы щелочного реагента. Коагуляционная кривая. Технологические оборудование и технологические схемы очистки сточных вод методом коагуляции.
2. Реагентные методы очистки сточных вод. Нейтрализация. Расчет дозы реагентов. Применение метода для очистки сточных вод.
3. Основные промышленные адсорбенты и их свойства. Характеристика пористой структуры адсорбента и основные методы ее определения. Методы получения пористых тел. Влияние параметров пористой структуры адсорбента на эффективность процесса очистки.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

#### **2.2.2. Индивидуальные задания**

Согласно РПД запланировано 4 индивидуальных практических задания:  
Типовые индивидуальные задания:

1. Химия воды. Свойства водных растворов
2. Расчет дозы реагента при химических методах очистки сточных вод
3. Адсорбционные методы очистки сточных вод
4. Расчет аэротенка

#### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

##### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Расчеты температуры кипения и замерзания растворов электролитов. Электролитическая диссоциация. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. рН. Определение рН сильных и слабых электролитов.

2. Обеззараживание воды хлорсодержащими реагентами. Основные реагенты. Сочетание аммонизации и хлорирования воды. Обеззараживание воды озоном. Достоинства и недостатки метода. Сочетание озонирования и хлорирования. Обеззараживание воды УФИ
3. Мембранные методы очистки сточных вод. Физико-химические основы применения мембранных методов очистки воды. Микрофльтрация. Ультрафльтрация. Обратный осмос. Основные характеристики мембранных материалов. Требования к мембранам. Применение органических и неорганических мембранных материалов для очистки воды от высокомолекулярных соединений, ионных примесей. Примеры применения метода.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Определите рН 0,001 М раствора сульфата железа (III). Расчет вести по первой стадии гидролиза. Назовите условия, повышающие степень гидролиза раствора соли.
2. Определите осмотическое давление раствора, содержащего 20 мг/л ионов кальция, 24 мг/л ионов магния и 3,6 г/л ионов натрия. Изотонический коэффициент принять равным 1,5. При каком давлении следует проводить очистку этого раствора обратным осмосом.
3. Экспериментально установлено, что при пропускании сточной воды, содержащей 15 мг/дм<sup>3</sup> фенола, со скоростью 3 м/час через слой АУ продолжительность адсорбции составила: 1) при длине слоя сорбента 20 см – 30 часов; 2) при длине слоя сорбента 30 см – 45 часов. Определите: коэффициент защитного действия слоя АУ (К), потерю времени защитного действия слоя (t<sub>0</sub>). Решение представить в аналитической форме.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Представьте технологию подготовки воды питьевого качества
2. Представьте технологическую схему очистки хоз-бытовых сточных вод.
3. Обоснуйте выбор способа очистки сточных вод от нефтепродуктов, концентрация нефтепродуктов -20 мг/л.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС магистерской программы.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1.

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.