

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 19 » декабря 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Химия воды и технология очистки сточных вод  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Инженерная защита объектов гидросферы  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - формирование компетенций, связанных с применением базовых знаний математических и естественных наук при изучении физико-химических и химических свойств воды, водных растворов, природных и сточных вод и методов и технологий защиты объектов гидросферы физико-химическими методами.

- углубить знания о физико-химических и химических свойствах воды и водных растворов
- углубить знания о методах и технологиях очистки природных и сточных вод физико-химическими методами;
- углубить знание о моделировании процессов и аппаратов очистки воды физико-химическими методами;
- сформировать умения разработки моделей и систем очистки сточных вод физико-химическими методами;
- сформировать навыки интерпретации моделей, математического описания экспериментальных данных;
- развить способность к разработке систем управления объектами гидросферы в условиях повышенных техногенных нагрузок

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Водные растворы, природные и сточные воды, методы очистки, моделирование процессов очистки

### 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
-------------	-------------------	-----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК 2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает технику инженерной защиты гидросферы физико-химическими методами, методики проведения химического и физико-химического анализа природных и сточных вод	Знает экологическое законодательство Российской Федерации, нормативные и методические материалы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов; порядок учета данных и составления отчетности по охране окружающей среды; технику инженерной защиты гидросферы физико-химическими и биохимическими методами; технологические режимы природоохранных объектов; правила охраны окружающей среды, промышленной и специальной безопасности; методы проведения экологического мониторинга; методики проведения химического и физико-химического анализа природных и сточных вод; методы идентификации, хранения и размножения микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений	Зачет
ПК 2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет выполнять количественный анализ состава природных и сточных вод, определять оптимальные условия проведения процессов очистки сточных вод физико-химическими методами	Умеет выполнять количественный анализ состава природных и сточных вод; использовать микробиологические методы работы с культурами микроорганизмов; разрабатывать оптимальные формы, дозировки и способы внедрения препаратов микроорганизмов на практике; применять	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			современные информационные технологии и специализированные программы для проведения биоинформационного анализа данных; формировать отчетную документацию в соответствии с требованиями экологических нормативов	
ПК 2.3	ИД-ЗПК-2.3	Владеет навыками применения и получения коагулянтов, сорбентов и других реагентов для очистки природных и сточных вод, проведения очистки загрязненных поверхностных, грунтовых и сточных вод физико-химическими методами, разработки и использования инновационных технологий очистки природных и сточных вод	Владеет навыками применения и получения коагулянтов, сорбентов и других реагентов для очистки природных и сточных вод; разработки способов и форм использования штаммов микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений для очистки поверхностных, грунтовых и сточных вод; проведения очистки загрязненных поверхностных, грунтовых и сточных вод с использованием микроорганизмов-деструкторов; анализа результатов очистки загрязненных поверхностных и грунтовых вод с использованием микроорганизмов-деструкторов; формирования заключения об эффективности использования метаболического потенциала биообъектов для очистки воды от промышленных и хозяйственно-бытовых загрязнений; разработки и использования инновационных	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			технологий очистки природных и сточных вод	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	78	34	44
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	26	8	18
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	8	24
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	102	38	64
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	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
2-й семестр				
Основные химические свойства воды и водных растворов	4	2	4	10
Основные физико-химические свойства воды. Свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Свойства растворов электролитов. Кислотно-основные свойства воды и водных растворов. Ионные реакции. Окислительно-восстановительные свойства воды. Буферные растворы.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основные показатели качества воды. Классификация природных и сточных вод	0	2	0	2
Основные показатели качества воды: интегральные (ХПК, БПК, рН, жесткость, взвешенные вещества, щелочность, сухой остаток и др.) и индивидуальные (нитриты, нитраты, фосфаты, тяжелые металлы и др.) . Характеристика природных вод. Классификация сточных вод.				
Методы очистки воды от взвешенных и коллоидных примесей	4	2	3	10
Гидромеханические методы очистки сточных вод. Физико-химические основы процессов коагуляции и флокуляции Физико-химические основы флотационной очистки сточных вод.				
Химические и физико-химические методы очистки сточных вод от растворимых примесей	0	10	1	16
Химические методы очистки сточных вод Физико-химические основы процессов озонирования, хлорирования сточных вод. Адсорбционные методы очистки воды. Очистка сточных вод от ионных примесей методом ионного обмена. Физико-химические основы применения мембранных методов очистки воды				
ИТОГО по 2-му семестру	8	16	8	38
3-й семестр				
Технологии и сооружения очистки воды механическими методами	2	0	2	10
Моделирование и расчет сооружений механической очистки сточных вод				
Технологии физико-химической очистки сточных вод от коллоидных и эмульгированных примесей	4	0	4	18
Моделирование процессов коагуляционной и флокуляционной очистки воды. Сооружения для проведения коагуляции и флокуляции.				
Технологии очистки воды от органических и ионных примесей	6	0	10	18
Технологии реагентной очистки сточных вод. Технологии адсорбционной, ионообменной и мембранной очистки сточных вод. Технологии электрохимической очистки сточных вод Моделирование процессов очистки сточных вод.				
Комплексные технологии очистки сточных вод физико-химическими методами	6	0	8	18
Критерии выбора метода и способа очистки сточных вод, принципы разработки технических решений по очистке воды. Примеры создания комплексных технологий очистки сточных вод.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	26	16	32	102

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Свойства растворов неэлектролитов и электролитов. Решение задач
2	Ионные реакции в растворах. Гидролиз, Образование малорастворимых соединений, комплексных соединений. Решение задач
3	Окислительно-восстановительные процессы в растворах. Расчет окислительно-восстановительного потенциала воды.
4	Расчет параметров процесса адсорбционной и ионообменной очистки сточных вод в динамических условиях. Определение времени защитного действия слоя сорбента. Примеры применения метода

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Техника безопасности при выполнении лабораторных работ. Определение основных показателей качества воды
2	Коагуляционная очистка сточных и природных вод. Определение оптимальной дозы коагулянта. Влияние величины рН на коагуляцию.
3	Очистка сточных вод методом окислительными методами воды. Определение оптимальной дозы реагента.
4	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.
5	Применение метода ионного обмена для снижения жесткости природной воды, очистки воды от дихромат-ионов.

## 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.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

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, групповые дискуссии, ролевые игры, 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 практическим занятиям, 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	Алексеев Е. В. Физико-химические процессы очистки сточных вод : монография. Москва : АСВ, 2022. 301 с. 18,875 усл. печ. л.	1
2	Карманов А. П., Полина И. Н. Технология очистки сточных вод : учебное пособие. 2-е изд. Москва Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. 210 с.	3



3	Яковлев С. В., Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов. 3-е изд., доп. и перераб. Москва : Изд-во АСВ, 2004. 702 с.	26
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Адсорбция органических веществ из воды / Когановский А. М., Клименко Н. А., Левченко Т. М., Рода И. Г. Ленинград : Химия, 1990. 255 с.	1
2	Зуева С. Б. Системы коагуляционной очистки промышленных сточных вод : монография. Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2020. 191 с. 12 усл. печ. л.	1
3	Очистка производственных сточных вод : учебное пособие для вузов / Яковлев С. В., Карелин Я. А., Ласков Ю. М., Воронов Ю. В. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Стройиздат, 1985. 335 с.	18
4	Сколубович Ю. Л., Войтов Е. Л., Цыба А. А. Очистка и утилизация поверхностных сточных вод : монография. Москва : АСВ, 2021. 106 с. 6,75 усл. печ. л.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Водоснабжение и санитарная техника : научно-технический и производственный журнал. Москва : ВСТ, 1913 - .	
2	Экология и промышленность России : общественный научно-технический журнал. Москва : Калвис, 1996 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Глушанкова И. С., Рудакова Л. В., Кетов А. А. Химия водных растворов, природных и сточных вод : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. 139 с.	5
2	Глушанкова И. С., Рудакова Л. В., Нурисламова Т. В. Химия воды и основа очистки природных и сточных вод физико-химическими методами : учебно-методическое пособие. Пермь : ПНИПУ, 2018. 86 с. 5,5 усл. печ. л.	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 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., Рудакова Л. В., Кетов А. А. Химия водных растворов, природных и сточных вод	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6855">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6855</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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., Рудакова Л. В., Нурисламова Т. В. Химия воды и основа очистки природных и сточных вод физико-химическими методами	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks267111">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks267111</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Шле?кова И. Ю., Кныш А. И. Очистка сточных вод : практикум	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-153576">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-153576</a>	локальная сеть; авторизованный 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.	МойОфис Стандартный. , реестр отечественного ПО, необходима покупка лицензий.
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
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
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>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.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 лабораторного оборудования и химической посуды	5
Лекция	Компьютер, видеопроектор	1
Практическое занятие	Компьютер, видеопроектор	1

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

Описан в отдельном документе

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Химия воды и технология очистки сточных вод»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	<u>20.04.01.Техносферная безопасность</u>
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	<u>20.04.01.59 Инженерная защита объектов гидросферы</u>
<b>Квалификация выпускника:</b>	<u>Магистр</u>
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Охрана окружающей среды
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 1,2	<b>Семестр:</b> 2,3
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	6 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	216 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации :</b>	
Экзамен: - 3 семестр	Диф. зачет - 2 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 двух семестров (2-го и 3-го семестров учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические или лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (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	ИЗ,КР	Зачет	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
З1 знать химические и физико-химические свойства растворов, природных и сточных вод;		ТО1	+	ИЗ 1, КР-1	ТВ	ТВ
З2 физико-химические основы методов очистки природных и сточных вод;	С1	ТО2	+	ИЗ 2,3	ТВ	ТВ
З3 знать методологию разработки технологии очистки воды		ТО3		ИЗ-4	ТВ	ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У1 уметь проводить теоретический анализ процессов, лежащих в основе различных методов очистки воды;			+	КР 2	ПЗ	ПЗ
У2 уметь составлять отчеты по выполненным лабораторным и исследовательским работам			+		ПЗ	ПЗ
У3 уметь применять знания теоретических основ процессов очистки воды для разработки технологий защиты гидросферы;		ТО 3		КР-2, ИЗ -4		ПЗ
У3 разрабатывать комплексные технологические схемы и технологии очистки воды до требуемых нормативных показателей		ТО3		ИЗ-4		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
В1 владеть навыками расчетов технологических параметров процессов очистки природных и сточных вод				ИЗ-3,4		ПЗ
В2 владеть навыками экспериментального			+	ИЗ-4		ПЗ

определения основных технологических параметров процесса очистки воды (дозы реагента, pH, длительности обработки и др.);						
В2 навыками моделирования процессов очистки природных и сточных вод физико-химическими методами;				ИЗ-5		ПЗ
В3 навыками расчета и выбора аппаратов для очистки воды;				ИЗ-5		ПЗ

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

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

## **1. 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.

## **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 5 лабораторных работ. 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 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю «Химия воды. Показатели качества воды. Классификация природных и сточных вод», вторая КР – по модулю «Химические и физико-химические методы очистки природных и сточных вод», третья КР по модулю – «Технологии очистки природных и сточных вод физико-химическими методами» в виде теста.

#### **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. Технологическое 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 задания третьей КР:**

1. Проведите расчет песколовки по следующим данным: расход сточных вод  $Q = 0,8$  л/с ( $2,88$  м<sup>3</sup>/ч). Начальное содержание взвешенных веществ ВВн –  $800$  мг/л, эмульгированных веществ ЭВн -  $120$  мг/л; требуемое конечное содержание ВВк -  $300$  мг/л, ЭВк -  $100$  мг/л.

2. Проведите расчет адсорбционных фильтров для очистки воды, содержащей 15 мг/дм<sup>3</sup> фенола, объем образующихся сточных вод составляет – 50 м<sup>3</sup>/час. Сорбционная емкость АУ по фенолу 120 мг/г.
3. Эффективность фильтрования зависит от
  - загрузки фильтра
  - скорости фильтрации
  - концентрации загрязняющих веществ
  - все выше перечисленное

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

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

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

1. Химия воды. Свойства водных растворов неэлектролитов и электролитов
2. Адсорбционные методы очистки сточных вод. Расчет параметров процесса адсорбционной очистки сточных вод в динамических условиях. Определение времени защитного действия слоя сорбента.
3. Расчет горизонтального отстойника
4. Разработка технологии очистки сточных вод заданного состава и производительности.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (2 семестр) и экзамена (3 семестр).

Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации (зачет)**

##### **2.4.1.1. Процедура промежуточной аттестации (зачет) без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.



#### **2.4.1.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания 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.

##### **Типовые вопросы и задания для зачета 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.

##### **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 (to). Решение представить в аналитической форме.

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

1. Применение органических и неорганических мембранных материалов для очистки воды от высокомолекулярных соединений, ионных примесей. Примеры применения метода.

## 2. Применение адсорбционных методов очистки сточных вод

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

### **2.4.1.3. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

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

### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации (итоговый контроль) (экзамен)**

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.

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

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

1. Принципы выбора методов и технологий очистки природных и сточных вод.
2. Технологические модели очистки природных вод и подготовки воды питьевого качества
3. Технологические модели очистки сточных вод от нефтепродуктов
4. Назовите основные интегральные показатели качества воды. Что характеризует соотношение БПК/ХПК? При каком соотношении БПК/ХПК целесообразно использование биохимических методов очистки сточных вод?

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

1. Проведите расчет песколовки по следующим данным: расход сточных вод  $q = 1,5$  л/с ( $Q = 5,4$  м<sup>3</sup>/ч). Начальное содержание взвешенных веществ ВВ – 1000 мг/л, эмульгированных веществ Э - 150 мг/л; требуемое конечное содержание ВВк - 400 мг/л, Эк - 120 мг/л. Диаметр удерживающих частиц 0,2 мм.
2. Производительность фильтра по осадку  $G_{ос} = 1000$  кг/ч (грязеемкость). Влажность осадка  $W_{ос} = 40$  % (масс). Начальная концентрация суспензии сточной воды по твердой фазе  $X_c = 5$  % (масс). Составить уравнение материального баланса и найти объем осадка  $V_{ос}$  и объем очищенной воды (фильтрата)  $K_f$ , если  $X_f = 0$ ,  $\rho_{ж} = 1000$  кгм<sup>3</sup> и  $\rho_{ос} = 1440$  кгм<sup>3</sup>.

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

1. Предложите технологическую модель очистки сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий до нормативных требований

2. Рассмотрите конструктивные особенности основного технологического оборудования.
3. Предложите технологическую модель очистки бытовых сточных вод физико-химическими методами. Рассмотрите конструктивные особенности основного технологического оборудования.
4. Предложите технологическую модель очистки сточных вод машиностроительного производства. Рассмотрите конструктивные особенности основного технологического оборудования.

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

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

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных 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 образовательной программы.

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