

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

« 24 » ноября 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____
Физико-химические методы защиты окружающей среды
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: _____
180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____
20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления)

Направленность: _____
Техносферная безопасность (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - формирование комплекса знаний и умений в области процессов защиты окружающей среды от антропогенного воздействия.

- изучение теоретических основ процессов защиты окружающей среды от антропогенного воздействия, включающих процессы очистки газовых выбросов, природных и сточных вод, почв;
- формирование умений систематизировать и теоретически обосновывать применения физико-химических методов для обеспечения техносферной безопасности и инженерной защиты окружающей среды; определять основные технологические параметры процессов очистки газов, сточных вод физико-химическими методами в зависимости от их состава;
- формирование навыков определения основных параметров процессов очистки газовых выбросов, сточных вод, почв; анализа результатов лабораторных исследований процессов и технологий инженерной защиты окружающей среды; формулирования выводов по итогам анализа результатов исследований методов защиты объектов окружающей среды от антропогенного воздействия

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- процессы абсорбционной, адсорбционной, каталитической очистки газовых выбросов;
- процессы коагуляции, флокуляции, флотации, адсорбции, обратного осмоса для очистки сточных вод;
- процессы утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления химическими и термическими методами.

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-1.2	ИД-1пк-1.2	Знает виды и характеристики воздействия различных производств на объекты окружающей среды и методы обеспечения экологической безопасности	Знает виды и характеристики воздействия различных производств и видов деятельности, а также способы организации, методы и средства обеспечения экологической безопасности на них	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2пк-1.2	Умеет анализировать основные направления повышения экологической безопасности организации с учетом специфики производства	Умеет анализировать основные направления повышения экологической безопасности организации с учетом специфики производства	Курсовая работа
ПК-1.2	ИД-3пк-1.2	Владеет навыками разрабатывать проекты по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности на промышленных предприятиях	Владеет навыками разрабатывать проекты и программы мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в организациях и на промышленных предприятиях	Курсовая работа
ПК-3.2	ИД-1пк-3.2	Знает отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области очистки сточных вод; технологии очистки сточных вод	Знает отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области очистки сточных вод; технологии очистки сточных вод; нормативно-правовое обеспечение водоснабжения и водоотведения; профессиональные компьютерные программные средства, необходимые для проектирования сооружений	Защита лабораторной работы
ПК-3.2	ИД-2пк-3.2	Умеет рассчитывать технологических и технических решений линии очистки воды	Умеет рассчитывать технологических и технических решений линии очистки воды и определять необходимое основное и вспомогательное техническое и технологическое оборудование	Контрольная работа
ПК-3.2	ИД-3пк-3.2	Владеет навыками обосновывать методы очистки сточных вод посредством использования специальных знаний и экспертных источников информации	Владеет навыками обосновывать методы очистки сточных вод посредством использования специальных знаний и экспертных источников информации	Защита лабораторной работы
ПК-3.3	ИД-1пк-3.3	Знает отечественные и зарубежные достижения	Знает отечественные и зарубежные достижения	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		науки и техники по методам и технологиям утилизации отходов производства	науки и техники в области обращения с отходами; технологии утилизации отходов производства и потребления; методы государственного и экономического регулирования организаций переработчиков отходов;	
ПК-3.3	ИД-2пк-3.3	Умеет обобщать и использовать в работе современные направления развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере обращения с отходами	Умеет обобщать и использовать в работе современные направления развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере обращения с отходами; оценивать социально-экономическую и экологическую эффективность внедрения обращения с отходами	Курсовая работа
ПК-3.3	ИД-3пк-3.3	Владеет навыками разрабатывать подходы, включая нестандартные, в области обезвреживания и переработки отходов производства и потребления посредством использования специальных знаний и экспертных источников информации	Владеет навыками разрабатывать подходы, включая нестандартные, в области обезвреживания и переработки отходов производства и потребления посредством использования специальных знаний и экспертных источников информации	Курсовая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- 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)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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
7-й семестр				
Методы очистки и обезвреживания технологических и вентиляционных выбросов предприятий от токсичных газов	8	4	0	20
Очистка и обезвреживание технологических и вентиляционных выбросов предприятий абсорбционными методами. Очистка и обезвреживание технологических и вентиляционных выбросов предприятий абсорбционными методами. Каталитические и термические методы очистки газовых выбросов.				
Теоретические основы процессов очистки сточных вод от взвешенных и коллоидных примесей	2	4	0	20
Анализ основных источников загрязнений гидросферы. Сточные воды. Классификация методов очистки сточных вод. Физико-химические основы процессов очистки сточных вод от мелковзвешенных, коллоидных и эмульгированных примесей методом.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Физико-химические основы процессов очистки сточных вод от растворимых органических и неорганических примесей.	5	24	0	25
Реагентные методы очистки и обеззараживания сточных вод. Адсорбционные методы глубокой очистки сточных вод. Очистка сточных вод от ионных примесей методом ионного обмена. Физико-химические основы применения мембранных методов очистки воды				
теоретические основы процессов инженерной защиты литосферы от загрязнений	1	4	0	25
Физико-химические основы процессов защиты почв, недр, подземных вод от загрязнений.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	36	0	90
ИТОГО по дисциплине	16	36	0	90

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Техника безопасности при выполнении лабораторных работ. Абсорбционная очистка газовых выбросов от аммиака, диоксида углерода
2	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.
3	Коагуляционная очистка сточных и природных вод. Определение оптимальной дозы коагулянта. Влияние величины рН на коагуляцию.
4	Обеззараживание воды хлорсодержащими реагентами. Определение оптимальной дозы хлора.
5	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.
6	Применение метода ионного обмена для снижения жесткости природной воды, очистки воды от дихромат-ионов.
7	Очистка сточных вод от мелковзвешенных примесей методом напорной флотации
8	Обратноосмотическая очистка сточных вод от ионных примесей

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Физико-химические основы методов и технологий очистки технологических газов и газовых выбросов от сероводорода и меркаптанов

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
2	Физико-химические основы методов и технологий очистки технологических газов и газовых выбросов от сернистого газа.
3	Физико-химические основы методов и технологий очистки технологических газов и газовых выбросов от монооксида углерода.
4	Физико-химические основы методов и технологий очистки технологических газов и газовых выбросов от хлорсодержащих соединений.
5	Физико-химические основы методов и технологий очистки газовых выбросов от оксидов азота.
6	Физико-химические основы методов и технологий очистки сточных вод от нефтепродуктов.
7	Физико-химические основы методов и технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.
8	Физико-химические основы методов и технологий очистки сточных вод от ионов хрома (VI)
9	Применение методов коагуляции и флокуляции для очистки сточных вод.
10	Применение метода флотации для очистки сточных вод.
11	Применение электрохимических методов для очистки сточных вод
12	Физико-химические основы метода жидкофазного окисления и его применение для очистки сточных вод
13	Применение термических методов в технологиях очистки сточных вод.
14	Физико-химические основы методов и технологий очистки сточных вод от циансодержащих соединений.
15	Физико-химические основы методов и технологий обезвреживания радиоактивных жидких отходов.
16	Применение мембранных методов и технологий в водоподготовке и очистке сточных вод
17	Применение адсорбционных методов в водоподготовке и очистке сточных вод
18	Применение метода озонирования в водоподготовке и очистке сточных вод
19	Анализ способов обеззараживания воды. Хлорсодержащие реагенты. Современные технологии обеззараживания воды.
20	Физико-химические основы методов упаривания, перегонки и ректификации для очистки сточных вод
21	Физико-химические основы адсорбционных методов очистки газовых выбросов. Рекуперация летучих растворителей.

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, 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 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
1. Основная литература		
1	Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / Ю. В. Воронов. - Москва: Изд-во АСВ, 2009.	40
2	Родионов А. И. Технологические процессы экологической безопасности (основы энвайронменталистики) : учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. - Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000.	24
3	Родионов А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов : Основы проектирования технологических процессов : учебное пособие для вузов / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьев. - М.: Химия, КолосС, 2007.	4
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Вавельский М. М. Защита окружающей среды от химических выбросов промышленных предприятий / М. М. Вавельский, Ю. М. Чебан. - Кишинев: Штиинца, 1990.	2
2	Ветошкин А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - Москва Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.	2
3	Родионов А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов : Основы проектирования технологических процессов : учебное пособие для вузов / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьев. - М.: Химия, КолосС, 2007.	4
4	Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. - Москва: Изд-во АСВ, 2004.	27
2.2. Периодические издания		
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	Экология и промышленность России : общественный научно-технический журнал / Российская академия наук ; Московский государственный институт стали и сплавов (Технологический университет) ; ЗАО Калвис. - Москва: Калвис, 1996 - .	
3	Экология производства : научно-практический журнал / Министерство природных ресурсов Российской Федерации; Отраслевые ведомости. - Москва: Отрасл. ведомости, 2004 - .	
4	Экология промышленного производства : межотраслевой научно-практический журнал по отечественным и зарубежным материалам / Всероссийский научно-исследовательский институт межотраслевой информации - федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности. - Москва: ВИМИ, 1993 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Санитарные правила содержания территорий населенных мест : СанПиН 42-128-4690-88. - М.: Минздрав России, 2004.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Управление отходами. Сточные воды и биогаз полигонов захоронения твёрдых бытовых отходов : монография / Я. И. Вайсман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ветошкин А. Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов : учебное пособие / Ветошкин А. Г. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-124600	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Коротаев В.Н. Управление техногенными отходами	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks180686	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Глушанкова И. С. Химия воды и основы очистки природных и сточных вод физико-химическими методами : учебно-методическое пособие / И. С. Глушанкова, Л. В. Рудакова, Т. В. Нурисламова. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2018.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4495	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

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	компьютер, MSWindows-10, видеопроектор,	2
Лабораторная работа	Комплект лабораторного оборудования для проведения лабораторных работ	10
Лекция	Видеопроектор, компьютер, MSWindows-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 подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Промышленная экология и
рациональное природопользование

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Охрана окружающей среды

Форма обучения: Очная

Курс: 3 Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 7 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся 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 (7-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, усвоенных 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
Усвоенные знания						
31 теоретические основы процессов защиты человека и природной среды от техногенных загрязнений;		ТО1		КР2		ТВ
32 основные технологические параметры процессов очистки газов, сточных вод физико-химическими методами в зависимости от их состава	С1	ТО1		КР1	КР	ТВ
33 теоретическое обоснование выбора метода очистки газовых выбросов и сточных вод от техногенных загрязнений;		ТО2		КР2	КР	ТВ
34 основы систематизации научно-технической информации в области процессов инженерной защиты окружающей среды от техногенных загрязняющих веществ;		ТО3				
35 основы проведения анализа, обсуждения результатов исследований процессов инженерной защиты окружающей среды от техногенных загрязняющих веществ			ОЛР			
36 методологические подходы к описанию результатов исследования, составления отчетов о проведении НИР			ОЛР			
Освоенные умения						
У1 обоснованно выбирать способ очистки газовых выбросов, сточных вод в зависимости от состава			ОЛР	КР1	КР	ПЗ

загрязняющих веществ						
У2 проводить теоретический анализ процессов защиты окружающей среды от техногенных загрязнений;			ОЛР	КР1	КР	ПЗ
У3 проводить расчеты и обосновывать технологические параметры процессов очистки газовых выбросов, сточных вод, утилизации и переработки техногенных отходов;		ПР		КР2 ИЗ	КР	ПЗ
У4 систематизировать научно-техническую информацию в области процессов инженерной защиты окружающей среды от техногенных загрязняющих веществ;					КР	
У5 проводить патентный поиск по исследуемой проблеме;					КР	
У6 проводить анализ и обсуждение результатов исследований процессов инженерной защиты окружающей среды от техногенных загрязняющих веществ			ОЛР			
У7 обрабатывать и описывать результаты исследования процессов инженерной защиты окружающей среды			ОЛР			
Приобретенные владения						
В1 навыками работы с научно-технической информацией в области процессов инженерной защиты окружающей среды от техногенных					КР	КЗ
В2 приемами теоретического анализа и обоснование процессов и технологий защиты техносферы;					КР	КЗ
В3 навыками расчетов технологических параметров процессов очистки газовых выбросов, сточных вод, утилизации и переработки техногенных отходов;			ОЛР ИЗ			КЗ
В4 навыками проведения патентного поиска по исследуемой проблеме;					КР	
В5 приемами проведения анализа и обсуждения результатов исследований процессов инженерной защиты окружающей среды от техногенных загрязняющих веществ;			ОЛР			
В6 навыками написания отчета по проведенной исследовательской работе			ОЛР			

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.

Типовые задания при проведении тестирования

1. Основным фактором, влияющим на эффективность очистки газовых выбросов методом физической абсорбции, является

1) температура; 2) растворимость газа в жидкости (абсорбенте); 3) концентрация; 4) давление

2. Изотерма адсорбции газообразных органических веществ на микропористых сорбентах описывается следующим уравнением:

$$1). A = A_{\max} \cdot \frac{K \cdot P}{1 + K \cdot P}; \quad 2) A_i = K \cdot P_i$$

$$3) A = W_o / v \cdot \exp \left[- \left(\frac{RT}{E \cdot \beta} \right)^2 \cdot \left(\ln \frac{P_s}{P} \right)^2 \right] \quad 4) A = K \cdot P^{1/n}$$

3. Обессоливание воды методом обратного осмоса проводят при давлении

1) равном атмосферному; 2) равном осмотическому; 3) выше осмотического; 4) ниже осмотического.

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 8 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 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы теории управления проектами», вторая КР – по модулю 2 «Практика управления проектами».

Типовые задания первой КР:

1. Основные факторы, влияющие на эффективность очистки газовых выбросов методом физической абсорбции
2. Газ, имеющий состав (об. %): H_2 - 36,5; CO - 50,0, CO_2 - 10,5; N_2 - 3,0 очищают от CO_2 водной отмывкой. Объемная скорость газа составляет $1000 \text{ (н) м}^3/\text{ч}$. Коэффициент абсорбции CO_2 при заданных условиях - 0,88. Определите состав газа после его абсорбционной очистки (об. %).
3. Экспериментально установлено, что при пропускании паровоздушной смеси, содержащей пары четыреххлористого углерода с известной постоянной скоростью через слой активированного угля (АУ) продолжительность адсорбции составила: при длине слоя сорбента 10 см – 220 мин., при длине слоя сорбента 20 см – 505 мин. Определите коэффициент защитного действия слоя АУ (К) и время потери защитного действия слоя.
4. Определите, какой объем газа, содержащего бензол (концентрация – 40,4 г/м³), можно очистить 1 т сорбента, считая, что динамическая емкость сорбент

Типовые задания второй КР:

1. В растворе, какого соединения с концентрацией 10 г/л осмотическое давление будет наибольшим: раствор хлорида натрия; раствор сульфата калия; раствор сахара; раствор фенола.
2. Факторы, влияющие на эффективность коагуляционной очистки сточных вод.
3. Определите теоретическое значение ХПК сточной воды, содержащей 50 мг/л фенола.

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

2.2.2. Индивидуальные задания

Согласно РПД запланировано 3 индивидуальных практических задания.

Типовые индивидуальные задания:

1. Конвертерный газ очищают от CO_2 водной отмывкой при температуре 20 °С и давлении 1 МПа. Рассчитайте состав газа после его абсорбционной очистки, если при объемной скорости газа $4000 \text{ (н) м}^3/\text{ч}$, расход воды на абсорбцию равен $300 \text{ м}^3/\text{ч}$. Рассчитайте производительность абсорбционной установки по CO_2 , если

десорбция проводится при 100 °С и 0,1 МПа. Коэффициент абсорбции при 100 °С принять равным 0,08. Состав газа (об. %): Н₂- 36,5; СО –50,0, СО₂ – 10,5; N₂ – 1,5; СН₄ – 1,5.

2. При адсорбции аммиака активированным углем (АУ) при температуре 273 К получены следующие результаты:

$P \cdot 10^{-3}$ (Па)	10,5	21,6	42,7	65,6	85,2
A (мг/г)	60,4	90,3	115,7	127,0	132,4

Постройте изотерму адсорбции аммиака на АУ в координатах уравнения Ленгмюра. Определите константы в уравнении Ленгмюра и величину адсорбции при давлении P_1 ; Рассчитайте, какой объем газа, содержащего C_0 (мг/м³) загрязняющего вещества В можно очистить 1 т сорбента. Определите время фильтроцикла, если объемная скорость газового потока – 1500 м³/час; динамическая емкость сорбента составляет 85% от максимальной статической емкости, степень очистки газа В – 99%.

3. Определите теоретическое значение ХПК сточной воды, содержащей 100 мг/л толуола и 150 мг/л бензола.

2.2.3. Защита курсовой работы

Типовые темы и задания на выполнение курсовой работы приведены в РПД. Защита курсовой работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

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 усвоенных 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. Физико-химические основы абсорбционных методов очистки газов Химическая абсорбция. Основы расчета термодинамических и кинетических параметров абсорбционных процессов. Десорбционные процессы. Приведите примеры применения метода
2. Электрохимические методы очистки сточных вод. Электрокоагуляция. Электрофлотация. Окисление и восстановление примесей на электродах. Применение метода для очистки сточных вод.

3. Физико-химические основы флотации; применение метода для очистки сточных вод. Промышленные флотореагенты.

4. Адсорбционные методы очистки отходящих газов. Природа адсорбционных сил. Физическая и химическая адсорбция. Изотерма адсорбции. Уравнение Генри. Теории Ленгмюра, БЭТ. Определение площади поверхности сорбентов и катализаторов

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и владений

1. Газ, содержащий 2,5 об. % CO_2 очищают орошением водным раствором моноэтаноламина при 20°C . Какое количество CO_2 поглощается 1 м³ раствора абсорбента, если процесс ведется при 3,0 МПа, а коэффициент абсорбции равен 41,8.

2. Определите расход сульфата алюминия (кг/час), необходимого для осветления речной воды на очистных сооружениях производительностью 100 000 м³/сут, если оптимальная доза коагулянта составляет 0,23 моль/м³.

3. Экспериментально установлено, что при пропускании паровоздушной смеси, содержащей 10 г/м³ паров четыреххлористого углерода, со скоростью 10 м/мин через слой АУ с диаметром частиц 3 мм продолжительность адсорбции составила: при длине слоя сорбента 10 см – 220 мин., при длине слоя сорбента 20 см – 505 мин. Определите: коэффициент защитного действия слоя АУ (К), потерю времени защитного действия слоя (t_0), продолжительность поглощения для слоя АУ 1 м.

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

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

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

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.*

2.3.2. 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 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.