

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

« 09 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Процессы тепломассопереноса в гетерогенных системах, часть 1

(наименование)

Форма обучения: _____ очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 144 (4)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления)

Направленность: _____ Химическая технология топлива и газа

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков в области механизмов и закономерностей процессов массо передачи в сложных технологических системах, включающих наряду с газовой и жидкой твердую фазу.

Задачи:- изучение физико-химических и математических моделей, описывающих механизмы массопередачи в гетерогенных средах, способов применения мате-матических уравнений, описывающих эти процессы;

- формирование умения использования изучаемых физических, матема-тических моделей и уравнений для описания конкретных технологических си-стем

- формирование навыков обоснованного расчёта элементов технологиче-ских процессов и всего процесса в целом с использованием программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- модели массопереноса, сопряженного с теплопереносом в гетерогенной среде;

- модели продольного и поперечного перемешивания сопряжённого с молекулярной диффузией в газовой и жидких средах;

- модели испарения, прямого и обратного осмоса, электрофореза, диффузионного разделения, электрохимического массопереноса и осаждения, растворения, химического осаждения, кристаллизации и гранулирования, сопряжённые с теплообменом, в газообразной и жидкой фазах.

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
ОПК-3	ИД-1ОПК-3	Знать теоретические основы выбора технологии и оборудования с учетом необходимой производительности, расхода материалов и энергетических ресурсов	Знает теоретические основы выбора оборудования и технологической оснастки с учетом норм выработки, расходов материалов и электроэнергии	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-2ОПК-3	Уметь рассчитать и разработать нормы выработки и расходные нормы на материальные и энергетические ресурсы, подбирать необходимое оборудование и оснастку для конкретного производства, указать контролирующие параметры технологического процесса в химической технологии	Умеет разработать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии; подбирать оборудование и технологическую оснастку для конкретного химического производства; определять контролирующие параметры технологического процесса в химической промышленности	Отчёт по практическому занятию
ОПК-3	ИД-3ОПК-3	Владеть навыками выбора контролирующих параметров в химической промышленности; подбора оборудования и технологической оснастки для конкретного химического производства с учетом норм выработки и расходных норм на материальные и энергетические ресурсы	Владеет навыками выбора контролирующих параметров в химической промышленности; подбора оборудования и технологической оснастки для конкретного химического производства с учетом норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Отчёт по практическому занятию
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знать требования к качеству химической продукции с учетом надежности, стоимости, безопасности жизнедеятельности, экологической чистоты	Знает требования качества продукции химической промышленности с учетом надежности, стоимости, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	Дифференцированный зачет
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	На основании с освоенными навыками работы с математическими моделями уметь находить оптимальные параметры проведения процесса и решения, позволяющие получать продукт высокого качества	Умеет находить оптимальные параметры проведения процесса и решения позволяющие получать продукт высокого качества	Дифференцированный зачет
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владеть навыками оптимальных параметров и технологий для производства химической промышленности с учетом требований	Владеет навыками определения оптимальных решения при создании продукции химической промышленности с учетом требований качества,	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности, экологической чистоты	надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	
ПКО-1	ИД-1ПК-01	Знать методы анализа научных данных в области процессов массопереноса	Знает методы анализа научных данных	Отчёт по практическому занятию
ПКО-1	ИД-2ПК-01	Уметь осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в области процессов тепло-массопереноса в химической промышленности	Умеет осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Отчёт по практическому занятию
ПКО-1	ИД-3ПК-01	Владеть навыками оформления результатов НИОКТР в области процессов тепло-массопереноса связанных с химической промышленностью	Владеет навыками оформления результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
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
1-й семестр				
Механизмы и процессы массопереноса в пористых телах.	2	0	2	12
Механизмы и процессы массопереноса в пористых телах.				
Теория однородно-пористого катализатора.	2	0	4	20
Теория однородно-пористого катализатора. Уравнение Зельдовича-Гиле. Система химических реакций на зерне катализатора с учётом массопереноса.				
Параметры продольного и поперечного массопереноса при смешении компонентов.	2	0	2	10
Параметры продольного и поперечного массопереноса при смешении компонентов. Определение продольного параметра Пекле в экспериментах с импульсным вводом индикатора.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Неизотермические процессы в зерне катализатора	2	0	2	10
Неизотермические процессы в зерне катализатора. Расчет распределения температуры по радиусу сферического зерна катализатора для хим. реакций различного типа.				
Расчёт теплопроводности в системах со сложной геометрией	2	0	2	20
Расчёт теплопроводности в системах со сложной геометрией. Расчёт оптимальной толщины теплоизоляции на цилиндрическом источнике тепла с целью минимизации эксплуатационных затрат.				
Теория процессов испарения жидких и твердых веществ	2	0	2	10
Уравнения Герца, Ленгмюра, Кнудсена. Расчет скорости испарения жидкости. Расчет скорости испарения металлических сплавов. Расчет скорости испарения с учетом защитного покрытия.				
Электрохимический перенос	2	0	2	12
Формирование металлических покрытий на электропроводных поверхностях. Гальванические покрытия. Кинетика электрохимического массопереноса. Устройство гальванических ванн. Химические составы промышленных электролитов. Факторы, влияющие на качество гальванических покрытий.				
Диффузионные процессы	2	0	2	14
Разделение веществ с помощью мембран. Прямой и обратный осмос. Электрофорез.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	18	108
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Настройка параметров уравнения Зельдовича-Тиле по экспериментальным данным.
2	Кинетический расчёт сложных реакций, протекающих в зерне катализатора без учета теплового эффекта
3	Вычисление параметров Пекле по экспериментальным данным. Построение кинетического уравнения реактора.
4	Кинетический расчёт химических реакций, протекающих в зерне катализатора, с учётом теплового эффекта
5	Расчёт оптимальной толщины теплоизоляции на трубопроводе для заданного теплоизолятора

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Расчет давления паров над металлическими сплавами. Расчет скорости испарения со свободной поверхности жидкости.
7	Расчет материального и теплового баланса промышленной гальванической ванны.
8	Расчет производительности установки опреснения воды методом обратного осмоса.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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.

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 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	Жоров Ю.М. Моделирование физико- химических процессов нефтепереработки и нефтехимии / Ю. М. Жоров. - Москва: Химия, 1978.	7

2	Углев Н. П. Теория химических реакторов: введение в основной курс : учебное пособие / Н. П. Углев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018.	60
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Аксельруд Г. А. Растворение твёрдых веществ / Г. А. Аксельруд, А. Д. Молчанов. - Москва: Химия, 1977.	2
2	Вассерман И. М. Химическое осаждение из растворов / И. М. Вассерман. - Ленинград: Химия, 1980.	1
3	Казакова Е. А. Гранулирование и охлаждение азотсодержащих удобрений / Е. А. Казакова. - Москва: Химия, 1980.	4
4	Казакова Е. А. Гранулирование и охлаждение в аппаратах с кипящим слоем / Е. А. Казакова. - Москва: Химия, 1973.	4
5	Матусевич Л. Н. Кристаллизация из растворов в химической промышленности / Л. Н. Матусевич. - М.: Химия, 1968.	3
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Таблицы физических величин : справочник / В. Г. Аверин [и др.]. - Москва: Атомиздат, 1976.	10
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Казакова Е. А. Гранулирование и охлаждение в аппаратах с кипящим слоем / Е. А. Казакова. - Москва: Химия, 1973.	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Аксельруд Г. А. Введение в капиллярно-химическую технологию / Г. А. Аксельруд, М. А. Альтшулер. - Москва: Химия, 1983.	2

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Кузьминых К. Г. Методы исследований характеристик твёрдых катализаторов : учебное пособие / К. Г. Кузьминых, В. З. Пойлов, Е. О. Кузина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2586	локальная сеть; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Абрамов, А.А. Собрание сочинений : учебное пособие / А.А. Абрамов. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Том 6 : Флотация. Физико-химическое моделирование процессов — 2010. — 607 с.	https://e.lanbook.com/reader/book/74367/#1	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Углев Н.П. Теория химических реакторов. Введение в основные разделы курса/Н.П. Углев; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т.- Пермь: Из-во ПНИПУ.-183 с.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4340	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / Т.Г. Ахметов, В.М. Бусыгин, Л.Г. Гайсин, Р.Т. Ахметова ; под редакцией Т.Г. Ахметова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 452 с.	https://e.lanbook.com/reader/book/119611/#1	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.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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	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/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук ACER Extensa 7620-G -3A2G25Mi, инвентарный № 0478200	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть): Монитор: AOC 185LM00013 Мышь: OKLICK 105M Клавиатура: OKLICK 100M BLACK PS/2 Системный блок: Процессор – Intel Pentium CPU G2030 3.00GHz Материнская плата – ASUS P8B75-V Оперативная память – 4 ГБ Жесткий диск – 500 ГБ	10

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
«Процессы тепломассопереноса в гетерогенных системах, часть 1»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	18.04.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Химическая технология неорганических веществ и материалов Химическая технология топлива и газа Химическая технология целлюлозно- бумажного производства
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Химические технологии
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет: 1 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. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические 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 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 практическим работам и зачета. 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		Промежуточный	
	ТО	ТВ	ПЗ			Зачет
Усвоенные знания						
3.1 Знать теоретические основы выбора технологии и оборудования с учетом необходимой производительности, расхода материалов и энергетических ресурсов	С1		ТВ			ТВ
3.2 Знать требования к качеству химической продукции с учетом надежности, стоимости, безопасности жизнедеятельности, экологической чистоты	С2		ПЗ			ТВ
3.3 Знать методы анализа научных данных в области процессов массопереноса	С3		ПЗ			
Освоенные умения						
У.1 Уметь рассчитать и разработать нормы выработки и расходные нормы на материальные и энергетические ресурсы, подбирать необходимое оборудование и оснастку для конкретного производства, указать контролируемые параметры технологического процесса в химической технологии	С1		ПЗ			
У.2 На основании с освоенными навыками работы с математическими моделями уметь находить оптимальные параметры проведения процесса и	С2		ПЗ			ПЗ

решения, позволяющие получать продукт высокого качества						
У.3 Уметь осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в области процессов тепло-массопереноса в химической промышленности	С3		ПЗ			
Приобретенные владения						
В.1 Владеть навыками выбора контролирующих параметров в химической промышленности; подбора оборудования и технологической оснастки для конкретного химического производства с учетом норм выработки и расходных норм на материальные и энергетические ресурсы	С1		ПЗ			
В.2 Владеть навыками оптимальных параметров и технологий для производства химической промышленности с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности, экологической чистоты	С2		ПЗ			ПЗ
В.3 Владеть навыками оформления результатов НИОКР в области процессов тепло- массопереноса связанных с химической промышленностью	С3		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 зачета, проводимая с учётом 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 практическим 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

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 практических работ.

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 8 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

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

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации 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.

2.4.2. 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.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Анализ основных теоретических выражений, описывающих массоперенос в объёме вещества и в капиллярах.

2. Диффузионная модель химического реактора. Вывод уравнения.

3. Вывод уравнения Зельдовича-Тиле для гранулы сферического однородно-пористого катализатора.

4. Преобразование общего уравнения баланса химического реактора в одномерное, зависящее от продольного параметра Пекле.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Численное решение одномерного дифференциального уравнения второго порядка для химического реактора.

2. Численное решение системы дифференциальных уравнений для химической реакции на зерне пористого катализатора с учётом теплового эффекта химической реакции и теплопроводности материала зерна.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Определение критерия Пекле по экспериментальным данным.

2. Определение параметров процесса экстракции, сопряжённой с химическими реакциями, по экспериментальным данным.

3. Расчёт химического реактора с использованием функции распределения времени пребывания, полученной расчётным путём по экспериментальным данным.

2.4.2.2. 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.

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 зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.