

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: Методы управления тепло и массообменными процессами
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология
(код и наименование направления)

Направленность: Химическая технология неорганических веществ и материалов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является углубленное изучение основных принципов управления, исследования и оптимизации тепло- и массообменных процессов, протекающих в химико-технологических и энерготехнологических аппаратах различной степени сложности

Задачи дисциплины:

- изучение: теоретических основ процессов передачи тепла теплопроводностью в сплошных, двухфазных, непродуваемых и продуваемых телах, основ процессов одновременной передачи тепла конвекцией и излучением с определением «вклада» данных процессов в суммарный процесс передачи энергии, основ процессов передачи массы в одной и нескольких фазах, основ процессов одновременной тепло- и массопередачи;
- формирование умения: решать задачи анализа и оптимизации процессов переноса тепла и массы, происходящие в технологическом оборудовании; работы в коллективе при решении расчетных задач при анализе работы и оптимизации режимов работы исследуемого объекта;
- формирование навыков: анализа и расчетов процессов тепло- и массопереноса с использованием метода их декомпозиции на элементарные процессы, оптимизации процессов тепло- и массопереноса; подготовки и проведения докладов на темы процессов тепло- и массопереноса.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные законы переноса тепла теплопроводностью в сплошных, двухфазных, продуваемых и непродуваемых телах;
- основные законы переноса тепла конвекцией и излучением;
- основные законы, лежащие в основе процессов массопереноса, протекающих в одной и нескольких 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
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	Знает основные законы, лежащие в основе процессов тепло- и массопередачи, протекающих в одной и нескольких фазах	Знает методы проведения теоретического анализа; способы обоснования оптимальных технологических параметров; методы математического моделирования, применяемые для описания технологических процессов;	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	Умеет решать задачи анализа и оптимизации процессов переноса тепла и массы, происходящие в технологическом оборудовании с использованием методов математического моделирования; Умеет работать в коллективе при исследовании свойств и оптимизации режимов работы исследуемого объекта	Умеет проводить теоретический анализ для обоснования оптимальных технологических параметров; применять методы математического моделирования;	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	Владеет навыками расчетов и оптимизации процессов тепло- и массопередачи с помощью специализированного программного обеспечения Design-II for Windows; Владеет навыками подготовки и проведения докладов на темы процессов тепло- и массопередачи	Владеет навыками проведения теоретического анализа при обосновании оптимальных технологических параметров и применения методов математического моделирования для описания технологических процессов.	Индивидуальное задание

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:	55	55	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	6	6	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	45	45	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	89	89	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
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
1-й семестр				
Введение. Общие вопросы теплопередачи и массопередачи	2	0	12	8
Цели и задачи изучения дисциплины. Теплопередача и массопередача. Типы элементарных процессов переноса энергии и массы. Установившиеся и неуставившиеся процессы. Движущая сила процессов. Основные уравнения теплопередачи и массопередачи (в интегральном виде), их анализ и оптимизация. Тепловой и материальный балансы. Дифференциальные уравнения Эйлера и Фурье. Одновременно происходящие: тепло-массообменные процессы без химической реакции и тепло-массообменные процессы с химической реакцией. Теория и основные критерии подобия. Основные типы оборудования для проведения теплообменных, массообменных и совмещенных процессов. Основные принципы расчета, анализа работы и конструирования тепло- и массообменного оборудования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические вопросы теплопередачи: теплопроводность	1	0	11	27
Теплопроводность в сплошных и двухфазных, непродуваемых и продуваемых телах (слоях). Основные методы расчета и определения. Установившиеся и неуставившиеся процессы. Основные принципы подбора типа тел для конкретных процессов. Постановка эксперимента по определению теплопроводности, создание соответствующих алгоритмов расчета.				
Теоретические вопросы теплопередачи: конвекция и излучение	1	0	11	27
Процессы передачи тепла конвекцией и излучением. Основные методы определения "вклада" процессов в суммарный процесс передачи энергии. Основные методы их управления. Установившиеся и неуставившиеся процессы. Основные принципы подбора материалов и оборудования. Постановка эксперимента по определению параметров процессов передач тепла конвекцией и излучением, создание соответствующих алгоритмов расчета.				
Теоретические вопросы массопереноса	2	0	11	27
Массообменные процессы, протекающие в одной и нескольких фазах: абсорбция, адсорбция, экстракция, ионный обмен и др. Теоретические основы и особенности массообменных процессов. Установившиеся и неуставившиеся процессы. Основные методы их управления. Одновременная тепло- и массопередача. Массопередача при одновременном протекании химической реакции. Основные методы расчета массообменных процессов и оптимального подбора соответствующего оборудования. Постановка эксперимента по определению основных параметров массообменных процессов, совмещенных процессов, создание соответствующих алгоритмов расчета.				
ИТОГО по 1-му семестру	6	0	45	89
ИТОГО по дисциплине	6	0	45	89

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчетная работа по разработке конструкции многослойной теплоизоляционной стенки печи обжига с целью достижения максимальных теплоизоляционных параметров при минимальной стоимости конструкции с использованием MS Excel

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Расчетная работа по оптимизации варианта расположения и теплоизоляции технологического трубопровода для подачи природного газа на предприятие с целью снижения текущих затрат на перекачку с использованием Design-II for Windows и MS Excel
3	Расчетная работа по определению влияния технологических параметров работы котла, в котором сжигается газовое топливо и вырабатывается перегретый пар, на режимы его работы с использованием Design-II for Windows и MS Excel
4	Расчетная работа по разработке вариантов технологической схемы для очистки потока технологических газов от заданного компонента методами абсорбции/ректификации с определением наиболее эффективного варианта технологической схемы с использованием Design-II for Windows и MS Excel

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 рекомендуются 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	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2014.	49
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Аэров М. Э. Аппараты со стационарным зернистым слоем. Гидравлические и тепловые основы работы / М. Э. Аэров, О. М. Тодес, Д. А. Наринский. - Ленинград: Химия, 1979.	5
2	Блох А. Г. Теплообмен излучением : справочник / А. Г. Блох, Ю. А. Журавлев, Л. Н. Рыжков. - Москва: Энергоатомиздат, 1991.	2
3	Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов : пер. с англ. / О. Левеншпиль. - Москва: Химия, 1969.	2
4	Пористые проницаемые материалы : справочник / С. В. Белов [и др.]. - Москва: Металлургия, 1987.	9
5	Рид Р. К. Свойства газов и жидкостей : справочное пособие : пер. с англ. / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. - Ленинград: Химия, 1982.	13
6	Саулин Д. В. Design-II для Windows. Описание модулей оборудования и примеры их использования : конспект лекций / Д. В. Саулин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	48
7	Саулин Д. В. Энерготехнология химических производств : конспект лекций / Д. В. Саулин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	40
8	Теплотехника : учебник для вузов / А. П. Баскаков [и др.]. - Москва: Энергоатомиздат, 1991.	63
9	Шервуд Т. К. Массопередача : пер. с англ. / Т. К. Шервуд, Р. Л. Пигфорд, Ч. Р. Уилки. - Москва: Химия, 1982.	4
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Саулин Д. В. Design-II for Windows. Описание модулей оборудования : учебное пособие для вузов / Д. В. Саулин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	9
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Миснар А. Теплопроводность твердых тел, жидкостей, газов и их композиций : пер. с фр / А. Миснар. - Москва: Мир, 1988.	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	Саулин Д. В. Математическое моделирование химико-технологических систем : конспект лекций / Д. В. Саулин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=3013	локальная сеть; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Саулин Д. В. Энерготехнология химических производств : конспект лекций / Д. В. Саулин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2796	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Айнштейн ВГ Захаров МК Носов ГА Захаренко ВВ Зиновкина ТВ Таран АЛ Костанян АЕ Процессы и аппараты химической технологии Общий курс Книга 1 : учебник	https://e.lanbook.com/reader/book/111193/#1	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Айнштейн ВГ Захаров МК Носов ГА Захаренко ВВ Зиновкина ТВ Таран АЛ Костанян АЕ Процессы и аппараты химической технологии Общий курс Книга 2 : учебник	https://e.lanbook.com/reader/book/111194/#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
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	WinSim DESIGN II Academic Version (лиц.согл. от 21.06.2017)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	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
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
«Методы управления тепло и массообменными процессами»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Химическая технология неорганических
веществ и материалов

Квалификация выпускника: «Магистр»

Выпускающая кафедра: Химические технологии

Форма обучения: Очная

Курс: 1

Семестр: 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 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 (1-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические 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 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		Промежуточный	
	ТО	ТВ	ПЗ	КР	Экзамен	
Усвоенные знания						
3.1 Знает основные законы, лежащие в основе процессов тепло- и массопередачи, протекающих в одной и нескольких фазах	С1		ТВ		ТВ	
Освоенные умения						
У.1 Умеет решать задачи анализа и оптимизации процессов переноса тепла и массы, происходящие в технологическом оборудовании с использованием методов математического моделирования; Умеет работать в коллективе при исследовании свойств и оптимизации режимов работы исследуемого объекта	С2		ПЗ		ПЗ	
Приобретенные владения						
В.1 Владеет навыками расчетов и оптимизации процессов тепло- и массопередачи с помощью специализированного программного обеспечения Design-II for Windows; Владеет навыками подготовки и проведения докладов на темы процессов тепло- и массопередачи	С3		ПЗ		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.

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), 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 для оценивания знаний по дисциплинарным частям компетенций (табл. 1.1) производится посредством оценки докладов студентов по темам дисциплины и последующего собеседования с ними по обозначенным темам, а также при выполнении ими практических занятий. Результаты по 4-балльной шкале оценивания 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 4 практических работы. 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.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является 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* и практические задания (ПЗ) для проверки освоенных *умений* и 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.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Теплопроводность в сплошных и двухфазных, непродуваемых и продуваемых телах (слоях).
2. Особенности установившихся и неуставившихся процессов теплопередачи.
3. Процессы передачи тепла конвекцией и излучением. Основные методы определения "вклада" процессов в суммарный процесс передачи энергии..
4. Установившиеся и неуставившиеся процессы передачи тепла конвекцией и излучением.
5. Массообменные процессы, протекающие в одной и нескольких фазах: абсорбция, адсорбция, экстракция, ионный обмен и др.
6. Массопередача при одновременном протекании химической реакции.
7. Основные методы расчета массообменных процессов и оптимального подбора соответствующего оборудования.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Произвести расчет и обосновать необходимость защиты теплоизоляции трубопровода от влаги при его расположении на воздухе ($t=20^{\circ}\text{C}$, $\lambda=0,034\text{Вт/мК}$, ветер 5 м/сек). Теплоизоляция маты прошивные (150 кг/м^3): $\lambda_{\text{А}}=0,064\text{Вт/мК}$, $\lambda_{\text{Б}}=0,070\text{Вт/мК}$ (А-сухой, Б- влажный);

2. Произвести расчет, определить и объяснить влияние загрязнения экономайзера и воздухоподогревателя (снижение коэффициента теплопередачи) на КПД котла, его производительность и режимы работы теплообменного оборудования;

3. Произвести расчет, определить и объяснить влияние недожога топлива (наличия СО в дымовых газах) на КПД котла, его производительность и режимы работы теплообменного оборудования.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Подготовить и провести доклад на тему: Теплопроводность в сплошных и двухфазных, непродуваемых и продуваемых телах (слоях);

2. Подготовить и провести доклад на тему: Процессы передачи тепла конвекцией и излучением. Основные методы определения "вклада" процессов в суммарный процесс передачи энергии;

3. Подготовить и провести доклад на тему: Теоретические основы и особенности массообменных процессов.

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 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.