

УТВЕРЖДАЮ
 Первый проректор,
 проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

«30» _____ июня _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03

Тепломассообменные процессы в промышленной экологии

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Инженерная защита окружающей среды

Уровень образования: бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	432	432	432
	Аудиторные занятия	187	136	40
	Лекции	68	34	12
	Лабораторные занятия	51	51	16
	Практические занятия	68	51	12
	Самостоятельная работа	146	224	374
	Промежуточная аттестация	99	72	18
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	4,5	5,6	6,7
	Зачет			
	Контрольная работа			6
	Курсовой проект (работа)	5	6	7
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		12	12	12

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная				6	6							
Очно-заочная					6	6						
Заочная					1	6	5					

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

На основании учебных планов № 1/1/645, 1/2/425, 1/3/427

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области тепломассообменных процессов, позволяющие применить знания, умения и личные качества для решения задач обеспечения техносферной безопасности

1.3. Задачи дисциплины

- Показать особенности процессов и аппаратов химической технологии.
- Рассмотреть конструкции аппаратов и методы их расчетов
- Показать пути интенсификации тепломассообменных процессов.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-20	Способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные	Первый

Планируемые результаты обучения

Знать:

Технологические процессы и режимы производства продукции в организации

Уметь:

Обеспечить решение задач профессиональной деятельности при реализации конкретных технологических процессов

Владеть:

Навыками решения задач профессиональной деятельности при реализации конкретных технологических процессов

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Органическая химия и основы биохимии (ПК-20);
- Аналитическая химия (ПК-20).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Гидравлика			
Тема 1. Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики	12	14	18
Тема 2. Гидродинамика. Основные уравнения движения жидкостей. Гидродинамическая структура потоков. Приложения теоремы Бернулли. Потери давления на трение и местные сопротивления.	13	15	18
Текущий контроль 1 (тестирование, задача)	1	1	
Учебный модуль 2. Перемещение жидкостей и газов			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 3. Перемещение жидкостей. Классификация насосов. Основные параметры насосов. Характеристики насосов, принципы действия, выбор.	20	20	22
Тема 4. Перемещение и сжатие газов. Процессы сжатия газов. Компрессоры. Работа сжатия и потребляемая мощность. Индикаторная диаграмма. Сравнение и области применения компрессорных машин различных типов.	11	14	16
Текущий контроль 2 (тестирование, задача)	1	1	
Учебный модуль 3. Гидромеханические методы разделения			
Тема 5. Осаждение. Классификация неоднородных систем и способы их разделения. Процесс отстаивания. Конструкции отстойников.	10	12	16
Тема 6. Фильтрация. Конструкции фильтров.	10	12	16
Тема 7. Перемешивание. Мощность, потребляемая мешалкой. Конструкции мешалок.	9	11	14
Текущий контроль 3 (тестирование, задача)	1	1	
Учебный модуль 4. Основы теплопередачи			
Тема 8. Основные понятия. Способы переноса теплоты. Теплопроводность. Уравнения теплопроводности.	14	14	20
Тема 9. Конвективная теплоотдача. Механизм переноса теплоты. Уравнение теплоотдачи. Тепловое подобие.	12	12	20
Тема 10. Основное уравнение теплопередачи. Средняя разность температур.	14	15	18
Текущий контроль 4 (тестирование, задача)	1	1	
Учебный модуль 5. Тепловые процессы			
Тема 11. Промышленные теплоносители. Процессы нагревания, охлаждения, конденсации. Расчёт и конструкции теплообменных аппаратов.	14	16	20
Тема 12. Процессы выпаривания. Уравнения материальных и тепловых балансов одно- и многокорпусной установок.	9	10	20
Тема 13. Температурные потери при выпаривании. Полезная разность температур и её распределение по корпусам. Устройство выпарных аппаратов. Расчёт выпарных установок.	9	10	15
Текущий контроль 5 (тестирование)	1	1	
Промежуточная аттестация по дисциплине (контрольная работа)			10
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	54	36	9
Учебный модуль 6. Массопередача			
Тема 14. Основы массопередачи. Общие положения. Уравнения массоотдачи и массопередачи. Подобие диффузионных процессов.	13	16	16
Тема 15. Критериальные уравнения массоотдачи. Методы расчета массообменной аппаратуры	14	17	17
Текущий контроль 5 (тестирование)	1	1	
Учебный модуль 7. Абсорбция, адсорбция			
Тема 16. Характеристика процессов. Материальный и тепловой баланс абсорбции. Десорбция. Расчет абсорберов. Схемы абсорбционных установок.	14	15	15
Тема 17. Адсорбция. Промышленные адсорбенты. Конструкции и расчёт адсорберов периодического и непрерывного действия.	14	15	14
Текущий контроль 6 (тестирование, задача)	1	1	
Учебный модуль 8. Перегонка и ректификация			
Тема 18. Фазовое равновесие жидкость-пар. Простая перегонка.	16	15	15
Тема 19. Ректификация. Уравнения рабочих линий для верхней и нижней частей колонны. Конструкции и расчет ректификационных колонн.	14	15	15
Текущий контроль (тестирование, задача)	1	1	
Учебный модуль 9. Экстракция			
Тема 20. Экстракция из растворов. Равновесие в системах жидкость-жидкость.	12	12	12
Тема 21. Расчёт процесса экстракции. Конструкции экстракторов.	12	13	12
Текущий контроль 9 (тестирование)	1	1	
Учебный модуль 10. Сушка			
Тема 22. Процессы сушки. Классификация. Диаграмма состояния влажного воздуха. Материальный и тепловой балансы процесса сушки. Расчёт	16	15	15

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
процесса сушки.			
Тема 23. Специальные виды сушки и типы сушилок.	11	12	10
Текущий контроль 10 (тестирование)	1	1	
Промежуточная аттестация по дисциплине (курсовой проект)	30	30	30
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	45	36	9
ВСЕГО:	432	432	432

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	4	4	5	4	5	1
2	4	4	5	4	5	1
3	4	4	5	4	5	1
4	4	2	5	2		
5	4	2	5	2	5	1
6	4	2	5	2	6	1
7	4	2	5	2		
8	4	2	5	2	6	1
9	4	2	5	2		
10	4	2	5	2		
11	4	2	5	2	6	1
12	4	4	5	4	6	1
13	4	2	5	2		
14	5	4			7	1
15	5	4				
16	5	4			7	1
17	5	4				
18	5	4			7	1
19	5	4				
20	5	2				
21	5	2				
22	5	4			7	1
23	5	2				
ВСЕГО:		68		34		12

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование практических занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Практические приложения основного уравнения гидростатики	4	3	5	2	5	1
2	Приложения теоремы Бернулли	4	3	5	2	5	1
3	Насосы. Расчет насосной установки	4	4	5	4	5	2
5	Отстаивание	4	4	5	2		
6	Фильтрование	4	4				
11	Расчет и конструкции теплообменных аппаратов.	4	8	5	5	6	2

Номера изучаемых тем	Наименование практических занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
12	Материальные и тепловые балансы одно- и многокорпусной выпарных установок.	4	4	5	2		
13	Расчёт выпарных установок.	4	4			6	2
14	Способы выражения состава фаз	5	4	6	4	7	1
15	Уравнение массоотдачи. Подобие процессов переноса массы	5	6	6	6	7	1
16	Абсорбция	5	6	6	6		
17	Адсорбция	5	4	6	4		
19	Расчет ректификационной колонны	5	8	6	8	7	2
22	Расчет сушилок	5	6	6	6		
ВСЕГО:			68		51		12

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Определение силы гидростатического давления	4	2	5	2	6	2
2	Определение режима течения жидкости.	4	2	5	2		
3	Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений и трения.	4	2	5	2	6	2
3	Испытание центробежного насоса.	4	2	5	2		
3	Испытание шестерённого насоса.	4	3	5	3	6	2
6	Экспериментальное определение констант фильтрования.	4	3	5	3		
8, 9, 10	Изучение процесса теплопередачи.	4	3	5	3	6	2
18	Изучение процесса простой перегонки	5	5	6	7		
19	Изучение процесса ректификации бинарных смесей	5	7	6	6	7	4
20	Изучение процесса экстракции.	5	8	6	7		
22	Изучение процесса сушки в кипящем слое	5	7	6	7	7	4
23	Изучение процесса конвективной сушки материалов	5	7	6	7		
ВСЕГО:			51		51		16

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсового проекта

- закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентом по теоретической и лабораторным частям курса;
- привитие студентам навыков самостоятельной работы по решению комплексной задачи, а также по составлению технической документации;
- рассмотреть вопросы современного состояния и перспективы развития тепломассообменных процессов, применяемых в промышленной экологии;
- показать знание технических данных, способов управления технологической установкой;
- произвести расчет и проектирование установки в соответствии с темой курсового проекта.

4.2. Тематика курсовой работы (проекта)

Расчет тепло- или массообменной промышленной установки

1. Расчет выпарной установки
2. Расчет абсорбционной установки
3. Расчет адсорбционной установки
4. Расчет ректификационной установки

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Результаты представляются в виде расчётно-пояснительной записки, объемом 20–25 страниц, содержащей следующие обязательные элементы:

- отчет;
- графическая часть – принципиальная технологическая схема установки, чертеж общего вида основного аппарата.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4	Тестирование, задача	4	4	5	4		
5	Тестирование	4	1	5	1		
6, 9, 10	Тестирование	5	3	6	3		
7, 8	Тестирование, задача	5	2	6	2		
1-5	Контрольная работа					6	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	4	37	5	50	5	20
	5	19	6	40	6	81
					7	45
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	4	40	5	62	5	8
	5	20	6	42	6	100
					7	80
Выполнение домашних заданий					6	10
Выполнение курсовых проектов	5	30	6	30	7	30
Подготовка к экзамену	4	54	5	36	6	9
	5	45	6	36	7	9
ВСЕГО:		245		296		392

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Проблемная лекция, разбор конкретных ситуаций	17	8	3
Лабораторные	Проведение учебного эксперимента на лабораторной	12	12	4

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
занятия	установке (самостоятельно или в составе рабочей группы, под руководством дежурного инженера)			
Практические занятия	Дискуссия	17	12	3
ВСЕГО:		46	32	10

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций и практических (семинарских) занятий, выполнение промежуточного теста и решение задачи	10	1 семестр: – 1 балл за каждое лекционное занятие (17 лекций в 4 семестре), максимум 17 баллов; – 2 балла за каждое практическое занятие (17 занятий в 4 семестре), максимум 34 балла; –1 балл за правильный ответ на вопрос текущего контроля (всего 5 вопросов в тесте, пять тестов в 4 семестре), максимум 25 баллов; – 5 баллов за задачу (всего 5 задач), максимум 25 баллов
2	Выполнение, защита лабораторной работы	30	– 5 баллов за получение допуска и выполнение лабораторной работы (8 лабораторных работ в 4 семестре), максимум 40 баллов; – 12 баллов за оформление отчета и защиту (8 лабораторных работ в семестре), максимум 60 баллов
2	Сдача экзамена	60	– ответ на теоретический вопрос 30 баллов (2 вопроса - полнота ответа, владение терминологией, умение представить процесс в виде блок схемы, затраченное время), максимум 60 баллов; – выполнение практико-ориентированного задания (1 задание), максимум 40 баллов

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций и практических (семинарских) занятий, выполнение промежуточного теста и решение задачи	10	2 семестр: – 1 балл за каждое лекционное занятие (17 лекций в семестре), максимум 17 баллов; – 2 балла за каждое практическое занятие (17 занятий в 5 семестре), максимум 34 балла; –1 балл за правильный ответ на вопрос текущего контроля (всего 5 вопросов в тесте, пять тестов в 5 семестре), максимум 25 баллов; – 12 баллов задача (2 задачи), максимум 24 балла
2	Выполнение, защита		– 8 баллов за получение допуска и выполнение ла-

	лабораторной работы	20	бораторной работы (5 лабораторных работ в семестре), максимум 40 баллов; - 12 баллов за оформление отчета и защиту (5 лабораторных работ в семестре), максимум 60 баллов
3	Выполнение и защита курсового проекта	30	- 50 баллов за качество выполнения (верные расчеты, оформление, выводы, заключение), максимум 50 баллов; - 50 баллов за защиту (доклад, иллюстрационный материал, ответы на вопросы), максимум 50 баллов
4	Сдача экзамена	40	- ответ на теоретический вопрос 30 баллов (2 вопроса - полнота ответа, владение терминологией, умение представить процесс в виде блок схемы, затраченное время), максимум 60 баллов; - выполнение практико-ориентированного задания (1 задание), максимум 40 баллов

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале
86 - 100	5 (отлично)
75 – 85	4 (хорошо)
61 – 74	
51 - 60	3 (удовлетворительно)
40 – 50	
17 – 39	2 (неудовлетворительно)
1 – 16	
0	

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010.— 544 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22539>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Иваненко И.И. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иваненко И.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 150 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18992.html>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

2. Шаханов, В.Д. Курсовое проектирование по дисциплине «Процессы и аппараты химических производств»: учеб. пособие. – СПб.: СПГУТД, 2012 -115 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1136.
3. Теплообменные процессы в промышленной экологии [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Шаханов В. Д. – СПб.: СПбГУПТД, 2017.– 20 с.– Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017898, по паролю.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Спицкий, С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. – СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.
2. Караулова, И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
2. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL:http://sutd.ru/studentam/extramural_student/.
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks. URL:<http://iprbookshop.ru/>.
4. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД. URL:<http://publish.sutd.ru/>.
5. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Pro Russian Upgrade Open No Level Academic;
6. Office Professional Plus 2007 Russian Academic No Level;
7. Mathcad Education – University Edition.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для успешного освоения обучающимися дисциплины «Тепломассообменные процессы в промышленной экологии» имеются лабораторные установки:

- ✚ Определение силы гидростатического давления.
- ✚ Определение вязкости технологических растворов.
- ✚ Определение режима течения.
- ✚ Экспериментальное определение гидравлических сопротивлений в трубопроводе.
- ✚ Испытание центробежного насоса.
- ✚ Изучение гидродинамики взвешенного слоя.
- ✚ Экспериментальное определение констант фильтрования.
- ✚ Изучение процесса теплопередачи.
- ✚ Определение температурной депрессии водно-солевых растворов.
- ✚ Изучение процессы ректификации бинарных растворов.
- ✚ Изучение процесса конвективной сушки материалов.
- ✚ Изучение процесса однократной экстракции

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Раздаточный материал с рисунками аппаратов. Стенды: «Насосы и их детали», «Контактные устройства массообменных аппаратов». Модели аппаратов.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекция – это логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в учебном процессе помочь освоить фундаментальные проблемы курса, предложить новейшие достижения научной мысли. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ: <ul style="list-style-type: none">• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
Лабораторные	Выполнение лабораторных работ – это неотъемлемая часть процесса получе-

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
занятия	<p>ния любых научных знаний. На таких занятиях студенты получают практические умения и навыки работы с приборами, на лабораторных установках учатся самостоятельно проводить опыты и делать соответствующие выводы по их результатам. Это способствует лучшему усвоению и закреплению пройденного теоретического материала.</p> <p>Подготовка к работе требует внимательного изучения необходимой литературы. Осознание цели работы. Необходимо ответить на вопросы, представленные в методических указаниях. После выполнения эксперимента обсудить полученные результаты и сделать выводы.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, а также подготовки к экзамену.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом практико-ориентированного задания, перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-20 / первый этап	<p>Характеризует основные параметры технологических процессов промышленной экологии, описывает конструктивные параметры типовых аппаратов и систем как объектов управления</p> <p>Использует существенные параметры технологического процесса для целей моделирования, управления, энерго- и ресурсосбережения</p> <p>Выполняет анализ основных параметров технологического процесса для оценки эффективности управленческих решений по защите окружающей среды, энерго- и ресурсосбережению, используя расчеты по математическим моделям</p>	<p>Вопросы для устного собеседования,</p> <p>Практико-ориентированное задание</p>	<p>Перечень вопросов к экзамену (70 вопросов)</p> <p>Практико-ориентированные задания (12 заданий)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
		Устное собеседование	Курсовой проект

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
		Устное собеседование	Курсовой проект
86 - 100	5 (отлично)	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.</p> <p>Качество исполнения всех элементов практико-ориентированного задания полностью соответствует всем требованиям.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся всесторонне и глубоко разработал тему на основе широкого круга источников технической литературы и нормативно-технической документации, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы, нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсового проекта не допущены погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов.</p>
75 – 85	4 (хорошо)	<p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.</p> <p>Индивидуальное практико-ориентированное задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме выполнил курсовой проект, проявил самостоятельность, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсового проекта допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов.</p>
61 – 74		<p>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.</p> <p>Имеются отдельные несущественные ошибки при выполнении практико-ориентированного задания и отступления от правил оформления работы.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме выполнил курсовой проект, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсового проекта допущены небольшие погрешности, допущены нарушения или небрежность в оформлении работы.</p>
51 - 60	3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам.</p> <p>Практико-ориентированное задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся в целом выполнил курсовой проект, представил решение всех задач, но проявил недостаточную самостоятельность, и потребовалась существенная помощь преподавателя; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения).</p>
40 – 50		<p>Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам,</p>	<p>Обучающийся в целом выполнил курсовой проект, представил решение всех заданий проекта, но проявил недостаточную самостоятельность, и потребо-</p>

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
		Устное собеседование	Курсовой проект
		незнание (путаница) важных терминов. Практико-ориентированное задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	вместо существенной помощи преподавателя; пояснительная записка оформлена небрежно.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов практико-ориентированного задания, а также многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающимся представлен частично выполненный проект (решены не все задания проекта), предусмотренные методической литературой,
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Практико-ориентированное задание не выполнено. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающимся представлен частично выполненный проект (решены не все задания проекта), при этом содержащий грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании студентом разрабатываемой им темы.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Курсовой проект не выполнен, пояснительная записка не представлена.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Гидравлика-наука о законах жидкости. Ее составные части.	1
2	Основные физические параметры жидкости, их размерность, физический смысл.	1
3	Основные законы гидростатики: Эйлера, Паскаля и основной закон сохранения энергии в гидростатике.	1
4	Основные законы движения жидкостей: дифференциальные уравнения движения-неразрывности, Навье-Стокса, Бернулли и Гагена-Пуазейля.	2
5	Потери энергии (напора) по длине при различных условиях движения жидкости. Определение коэффициентов трения.	2
6	Местные гидравлические сопротивления. Причины потери напора (энергии) в местном сопротивлении.	2
7	Применение теории подобия при решении гидродинамических задач.	2
8	Практическое применение основных законов гидродинамики.	2
9	Гидродинамические режимы движения жидкости.	2
10	Гидравлический расчет трубопровода. Характеристика трубопровода.	2
11	Насосы. Классификация. Параметры работы насосов (производительность, напор, мощность, коэффициент полезного действия).	3

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
12	Центробежный насос. Устройство и принцип действия.	3
13	Поршневой насос. Устройство и принцип действия.	3
14	Процессы сжатия газов.	4
15	Компрессоры, вентиляторы, газодувки. Назначение,	4
16	Поршневые компрессоры. Индикаторная диаграмма.	4
17	Классификация неоднородных смесей и способы из разделения.	5
18	Осаждение частиц под действием силы тяжести. Коэффициент сопротивления при различных условиях обтекания частицы жидкостью.	5
19	Влияние формы частицы и стесненного осаждения на скорость движения частиц.	5
20	Конструкции отстойников.	5
21	Фильтрование. Скорость фильтрования.	6
22	Конструкции фильтров периодического и непрерывного действия.	6
23	Центрифугирование. Фактор разделения. Индекс производительности.	6
24	Конструкции центрифуг периодического и непрерывного действия.	6
25	Перемешивание. Мощность, затрачиваемая на механическое перемешивание.	7
27	Теплопередача. Способы теплопереноса (теплопроводность, конвекция, тепловое излучение-сущность каждого способа).	8
28	Тепловой баланс.	8
29	Уравнение теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.	8
30	Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи.	8
31	Уравнение теплопередачи при постоянных температурах теплоносителей.	9
32	Уравнение теплопередачи при переменных температурах.	9
33	Средняя разность температур при прямотоке и противотоке.	9
34	Конструкции теплообменных аппаратов.	10
35	Способы интенсификации процесса теплопередачи.	11
36	Основные принципы оптимального проектирования теплообменной аппаратуры.	11
37	Выпаривание. Варианты проведения процесса.	12
38	Производительность выпарного аппарата по выпаренной воде.	12
39	Расход греющего пара в однокорпусной выпарной установки.	13
40	Расход теплоты по корпусам в многокорпусной выпарной установки.	13
41	Температурные потери при выпаривании.	13
42	Общая и полезная разность температур в многокорпусной выпарной установке.	13
43	Конструкции выпарных аппаратов.	13
44	Массообменные процессы. Классификация массообменных процессов. Движущие силы массообменных процессов.	14
45	Массопередача. Фазовое равновесие. Материальный баланс. Уравнение рабочей линии.	14
46	Перенос вещества в фазе. Молекулярная и турбулентная диффузия. Уравнения. Коэффициенты.	14
47	Уравнение массоотдачи. Коэффициента массоотдачи.	15
48	Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи .	15
49	Средняя движущая сила процесса массопередачи.	15
50	Число единиц переноса. Высота единиц переноса.	15
51	Абсорбция. Равновесие газ – жидкость. Материальный баланс.	16
52	Выбор абсорбента. Уравнение рабочей линии. Расход абсорбента.	16
53	Конструкции абсорберов.	16
54	Адсорбция. Равновесие при адсорбции. Промышленные адсорбенты.	17
55	Стадии процесса адсорбции. Расход пара на десорбцию.	17
56	Конструкции абсорберов непрерывного и периодического действия.	17
57	Равновесие жидкость – пар в идеальных и реальных системах.	18
58	Физико-химические основы процессов перегонки. Простая перегонка. Материальный баланс.	18
59	Варианты проведения процесса перегонки.	18
60	Физико-химические основы ректификации. Материальный баланс ректификационной колонны.	19
61	Уравнение рабочей линии для верхней части ректификационной колонны.	19
62	Уравнение рабочей линии для нижней части ректификационной колонны.	19
63	Ректификационная установка непрерывного действия.	19
64	Экстракция. Равновесие жидкость-жидкость. Варианты проведения процесса экстракции.	20

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
65	Расчет однократной экстракции.	20
66	Конструкции экстракторов.	21
67	Сушка. Классификация процессов сушки.	22
68	Диаграмма состояния влажного воздуха. Параметры влажного воздуха. Процессы охлаждения и нагревания воздуха.	22
69	Варианты проведения процесса сушки.	22
70	Конструкции конвективных и контактных сушилок.	23

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Определить силу избыточного гидростатического давления на вертикальную прямоугольную стенку в закрытом сосуде. Высота стенки 2 м, ширина 8 м, поверхностное избыточное давление 50 КПа.	960 КПа
2	Точка присоединения открытого пьезометра заглублена на 4 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,3 атм. Определите высоту подъема воды в открытом пьезометре.	7 м
3	Паропровод длиной 40 м диаметром 51×2,5 мм изолирован слоем пробки толщиной 30 мм. Температура поверхности внутри паропровода 175 °С, поверхности изоляции снаружи – 45 °С. Определить количество теплоты, теряемое в 1 час поверхностью паропровода. Коэффициенты теплопроводности стали и изоляции равны соответственно 46,5 Вт/(м·К) и 1,05 Вт/(м·К).	$1,7563 \cdot 10^4$ кДж.
4	Горячий концентрированный раствор, выходящий из выпарного аппарата с температурой 106 °С, используется для подогрева до 50 °С холодного разбавленного раствора, поступающего на выпарку с температурой 15 °С. В теплообменнике концентрированный раствор охлаждается до 60 °С. Определите температурный напор при прямоточном движении растворов.	36,8 °С
5	При проведении ректификации количество пара поступающего из колонны в дефлегматор составляет 3000 кг/ч, количество дистиллята – 1000 кг/ч, количество исходной смеси – 5000 кг/ч. Определите флегмовое число.	2,0

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска, обучающегося к сдаче (экзамена, зачета и / или защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения (экзамена, зачета и / или защиты курсовой работы)

- время на подготовку по билету составляет 30 минут;
- время на выполнение практико-ориентированного задания – 20 минут