

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

Химическая технология полимеров, неорганических веществ, биологически активных соединений и косметических средств

Квалификация выпускника
Бакалавр

Разработчик _____
(подпись)

23.05.2023 г.
(дата)

Копылов М.В.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ТОСППитБ
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)

_____ 23.05.23
(подпись) (дата)

Карманова О.В.
(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства полимерных материалов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательский, технологический.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности (18.03.01 Химическая технология).

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД1 _{ОПК-2} – Демонстрирует знания основ математики, физики, химии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ОПК-2} – Демонстрирует знания основ математики, физики, химии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Знает: основные процессы в профессиональной деятельности, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач профессиональной деятельности
	Умеет: решать конкретные задачи расчета для проектирования и оптимизации процессов и аппаратов в профессиональной деятельности
	Владеет: навыками математических, физических, физико-химических, химических методов для технологического оборудования в профессиональной сфере деятельности

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ООП ВО

Дисциплина относится к блоку 1 ООП и ее базовой части. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин «Математика», «Физика», «Прикладная механика», «Компьютерная и инженерная графика», «Электротехника и электроника».

Дисциплина является предшествующей для изучения «Моделирование химико-технологических процессов», Учебная практика (ознакомительная практика), Учебная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика).

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. часы	
		4 семестр	5 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	69,95	37	32,95
Лекции	33	18	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Лабораторные работы	33	18	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Консультации текущие	1,65	0,9	0,75
Проведение консультаций перед экзаменом	2	-	2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
Самостоятельная работа:	76,25	71	5,25
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	64,25	61	3,25
Подготовка к лабораторным занятиям	12	10	2
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	-	33,8

5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, ак. ч
1.	Введение	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов для решения задач профессиональной деятельности.	4
2.	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов	Методы исследования и моделирования технологических процессов. Физическое и математическое моделирование. Моделирование технических объектов (аппаратов) и технологических процессов пищевых технологий с использованием стандартных пакетов и САПР (КОМПАС 3D). Применение теории подобия при исследовании процессов и аппаратов. Геометрическое подобие. Инварианты и константы подобия. Физическое подобие. Три теоремы подобия и их практическое значение. Основные критерии геометрического подобия. Методы анализа размерностей. π - теорема. Использование пакета LabVIEW для проведения экспериментальных исследований процессов и аппаратов, сбор, обработка и анализ полученной информации.	20
3.	Гидравлические процессы	Жидкие технологические среды, как объект исследования. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда. Задачи гидродинамики. Характеристики движения	28

		жидкости. Математическое описание движения и равновесия. Уравнения энергии. Потери энергии. Гидравлические машины. Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Насосные установки. Способы регулирования работы динамического насоса на сеть. Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов.	
4.	Гидромеханические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Насосные установки. Способы регулирования работы динамического насоса на сеть. Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов. Классификация гидромеханических процессов. Сопrotивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Псевдооживление. Процесс фильтрования и аппараты для его реализации. Центрифугирование. Перемешивание.	55
5.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	3
6.	Тепловые процессы и аппараты	Основы теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообменные аппараты. Выпаривание для решения задач профессиональной деятельности.	10
7.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Растворение и кристаллизация. Сушка для решения задач профессиональной деятельности.	22,25
<i>Консультации текущие</i>			1,65
<i>Консультации перед экзаменом</i>			2
<i>Экзамен, зачет</i>			0,3

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ЛЗ, ак. ч	СРО, ак. ч
1.	Введение	2	-	2
2.	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов	4	2	14
3.	Гидравлические процессы	4	4	20
4.	Гидромеханические процессы	8	12	35
5.	Механические процессы	2	-	1
6.	Тепловые процессы и аппараты	5	4	1
7.	Массообменные процессы и аппараты	8	11	3,25

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
4 семестр			
1.	Введение	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов для решения задач профессиональной	2

2.	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов	Основные свойства жидкости. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения. Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда.	4
3.	Гидравлические процессы	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный. Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: потери по длине; местные потери. Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов.	4
4.	Гидромеханические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов. Основные параметры работы. Характеристики насосов. Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса. Регулирование работы динамического насоса на сеть. Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов. Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Движение жидкостью через зернистые и пористые слои. Псевдооживление. Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Разделение неоднородных сред в циклонах. Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания.	8
5 семестр			
5.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	2
6.	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача. Основы подобия тепловых процессов. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Теплообменные аппараты. Схема расчета теплообменников. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы для выпарной установки. Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках. Определение расхода греющего	5

		пара и поверхности теплообмена. Многократное выпаривание. Сущность и преимущества многократного решения задач профессиональной деятельности.	
7.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость. Молекулярная и турбулентная диффузия. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Критерии диффузионного подобия. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Абсорбция. Особенности массопередачи в системах с твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, нестационарность массопереноса в твердых телах. Способы массопередачи в системах с твердой фазой. Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Пути интенсификации массообменных процессов. Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора. Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса. Пути интенсификации процесса. Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки. Материальный и тепловой балансы конвективной сушилки. Действительная и теоретическая сушилки. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Продолжительность первого и второго периода сушки. Классификация и конструкции сушилок. Сушка для решения задач профессиональной деятельности.	8

5.2.2 Практические занятия (не предусмотрены)

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
4 семестр			
1.	Введение	-	-
2.	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов пищевых технологий	Относительный покой жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси цилиндрическом сосуде для решения задач профессиональной деятельности	2
3.	Гидравлические процессы	Изучение режимов движения жидкости	4
4.	Гидромеханические процессы	Испытание центробежного вентилятора	4
		Изучение гидродинамики взвешенного слоя	4
		Определение констант процесса фильтрации	4
5 семестр			

5.	Механические процессы	-	-
6.	Тепловые процессы и аппараты	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
7.	Массообменные процессы и аппараты	Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	4
		Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки для решения профессиональных задач	3

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
4 семестр			
1.	Введение	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
2.	Современные научные методы исследования процессов и аппаратов	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям Подготовка к лабораторным занятиям	14
3	Гидравлические процессы	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям Подготовка к лабораторным занятиям	20
4	Гидромеханические процессы	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям Подготовка к лабораторным занятиям	35
5 семестр			
5	Механические процессы	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	1
6	Тепловые процессы и аппараты	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	1
7	Массообменные процессы и аппараты	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям Подготовка к лабораторным занятиям	3,25

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учебник для студентов вузов (гриф УМО) / А. Н. Остриков [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2020. - 640 с.

2. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

6.2 Дополнительная литература

1. Расчет и проектирование массообменных аппаратов: Учебное пособие / Под научной ред. Профессора А.Н. Острикова. – СПб.: Издательство «Лань» - 2015. – 352 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56170>

2. Расчет и проектирование теплообменников [Текст]: учебник / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, А.С. Попов, И.Н. Болгова; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 440 с.

3. Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Баранов. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98234>.

4. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992>.

5. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терёхина. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : , 2018. — 360 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105819>

6. Лашинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Текст]: справочник. - 4-е изд., стер. - М.: Альянс, 2013. - 752 с.

7. Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Электрон.дан. – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа:<http://e.lanbook.com/book/5820>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] :практи-кум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, про-цессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

Материалы педагогической диагностики по дисциплине «Процессы и аппараты» [Текст] : учебное пособие / А. Н. Остриков, И.Н. Болгова, И.С. Наумченко [и др.]; Воронеж. Гос. Ун-т инж. Технол. - Воронеж, 2019. - 340 с. - Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2062>

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихсяна всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2488> - Загл. с экрана.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsuet.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-	https://education.vsuet.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – н-р, ОС Windows, ОС ALT Linux.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

<p>Учебная аудитория № 111 для проведения занятий лекционного типа, практических, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса. Лабораторные установки: «Абсорбция углекислого газа водой», «Расход мощности на перемешивание», Установки для изучения гидродинамики потоков жидкости и газов: «Гидродинамика зернистого слоя», «Гидродинамика колпачковой тарелки», «Осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде», «Осаждение твердых частиц в жидкой среде», «Определение констант процесса фильтрования», «Барабанный вакуум-фильтр», «Простая перегонка», «Исследование теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе», Стенд колонных аппаратов. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук RoverBookW 500L; экран. Microsoft Windows XP Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. КОМПАС 3DLT v12 (бесплатное ПО) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
<p>Учебная аудитория № 115 для проведения занятий лекционного типа, практических, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса. Лабораторные установки: «Изучение режимов движения жидкости», «Относительный покой жидкости во вращающемся вокруг цилиндрической оси цилиндрическом сосуде», «Испытание вакуум-насоса», «Испытание центробежного вентилятора», «Испытание центробежно-вихревого насоса», «Нормальное испытание центробежного насоса», «Стенд Бернулли». Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук RoverBookW 500L; экран. Microsoft Windows XP Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. КОМПАС 3DLT v12 (бесплатное ПО) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
<p>Учебная аудитория № 117 для проведения занятий лекционного типа, практических, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса. Макет вакуум-выпарной установки с выносной греющей камерой. Макет массообменного аппарата. Стенды: «Трехкорпусная вакуум-выпарная установка», «Ректификационная установка непрерывного действия», «Основные виды фильтровальных материалов», «Используемые виды насадок в массообменных аппаратах», «Различные виды контактных устройств массообменных аппаратов». Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук RoverBookW 500L; экран.</p>

	Microsoft Windows XP Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. КОМПАС 3DLT v12 (бесплатное ПО) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
--	--

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины в виде приложения.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов Акад. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		4 семестр	5 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	180	81	54
Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:	25,1	11,5	13,6
Лекции	6	4	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Лабораторные работы	12	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0	0
Консультации текущие	1,2	0,6	0,6
Рецензирование контрольных работ	1,6	0,8	0,8
Проведение консультаций перед экзаменом	2	-	2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
Самостоятельная работа:	144,2	92,6	51,6
Контрольная работа	20	10	10
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	104,2	72,6	31,6
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий,	20	10	10
Подготовка к зачету/экзамену (контроль)	10,7	3,9	6,8

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Процессы и аппараты

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД1 _{опк-2} – Демонстрирует знания основ математики, физики, химии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{опк-2} – Демонстрирует знания основ математики, физики, химии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Знает: основные процессы в профессиональной деятельности, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач профессиональной деятельности
	Умеет: решать конкретные задачи расчета для проектирования и оптимизации процессов и аппаратов в профессиональной деятельности
	Владеет: навыками математических, физических, физико-химических, химических методов для технологического оборудования в профессиональной сфере деятельности

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение.	ИД1 _{опк-2}	Банк тестовых заданий	1, 2, 3, 22-26	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	69-70	Собеседование с преподавателем
			Кейс-задание	31	Проверка преподавателем
2	Современные научные методы исследования и моделирования процессов и аппаратов	ИД1 _{опк-2}	Банк тестовых заданий	6, 11, 22-26	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	71-73	Собеседование с преподавателем
			Кейс-задание	31	Проверка преподавателем
3	Гидравлические процессы	ИД1 _{опк-2}	Банк тестовых заданий	1, 2, 3, 6, 8, 9, 11, 14	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	32-41, 45,	Собеседование с преподавателем
			Кейс-задание	29, 30, 67-68	Проверка преподавателем
			Кейс-задание	30	Проверка преподавателем
4	Гидромеханические процессы	ИД1 _{опк-2}	Банк тестовых заданий	20, 22	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	42-43	Собеседование с преподавателем
5	Механические процессы	ИД1 _{опк-2}	Банк тестовых заданий	10, 12, 17, 21	Бланочное или компьютерное тестирование

			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	44-50	Собеседование с преподавателем
			Кейс-задание	29, 61-66	Проверка преподавателем
6	Тепловые процессы и аппараты	ИД1 _{ОПК-2}	Банк тестовых заданий	4, 13, 15	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	51-53	Собеседование с преподавателем
			Кейс-задание	27, 28	Проверка преподавателем
7	Массообменные процессы и аппараты	ИД1 _{ОПК-2}	Банк тестовых заданий	4, 5, 7, 8, 16, 18, 19	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	32, 54-60	Собеседование с преподавателем

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программой

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, и предусматривает возможность последующего собеседования (экзамена или зачета).

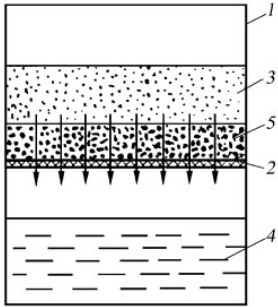
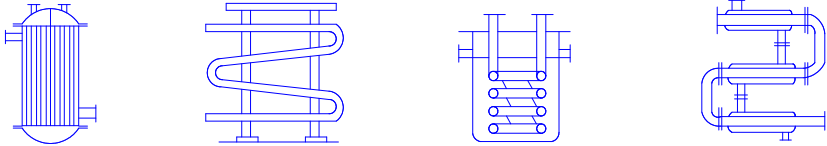
Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

- 8 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 3 контрольных заданий на проверку навыков.

3.1 Тесты (банк тестовых заданий)

3.1.1 ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
А (на выбор одного правильного ответа)	
1	Идеальной жидкостью называется а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение; б) жидкость, подходящая для применения; в) жидкость, способная сжиматься; г) жидкость, существующая только в определенных условиях.
2	Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется а) открытым сечением; б) живым сечением; в) полным сечением; г) площадь расхода.
3	Расход жидкости бывает: а) массовый; б) объемный; в) весовой; г) центробежный.
4	Вторичный пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд, называется: а) греющим паром; б) экстра-паром; в) глухим паром.
5	Сушка материалов является а) тепловым процессом; б) диффузионным процессом; в) тепломассообменным процессом.
Б (на выбор нескольких правильных)	
6	В критериальные уравнения, описывающие теплоотдачу при турбулентном движении жидкости в трубе ($Re > 10^4$) входят:

	а) Nu – критерий Нуссельта; б) Pr – критерий Прандтля; в) Re – критерий Рейнольдса; г) Ku – критерий Кутателадзе; д) Gr – критерий Грасгофа. Ответ: а, б, в
7	В материале может содержаться влага а) адсорбционная; б) осмотическая; в) связанная в микрокапиллярах; г) химически связанная. Ответ: а, б, в, г.
8	Гидродинамические режимы работы тарельчатых колонных аппаратов а) пленочный; б) подвисяния; в) эмульгирования; г) пузырьковый. Ответ: а, б, г.
В (на последовательность)	
9	Укажите правильную последовательность определения коэффициента гидравлического трения λ при турбулентном режиме 1) определение λ для гидравлически гладких труб; 2) определение толщины вязкого подслоя δ ; 3) определение абсолютной шероховатости труб Δ ; 4) сравнение δ и Δ ; 5) выбор формулы для расчета λ . с
10	Выберете правильную последовательность обозначения позиций элементов схемы фильтра: 1-фильтр, 2-фильтровальная перегородка, 3-осадок, 4-фильтрат, 5-суспензия.  Ответ: 1, 2, 5, 4, 3.
Г (на соответствие)	
11	Установите соответствие между критерием Рейнольдса и режимом движения жидкости: а) 20 000; б) 1 200; в) 3 200. 1) ламинарный; 2) турбулентный; 3) переходный. Ответ: а-2; б-1; в-3.
12	Укажите соответствие зависимости коэффициента сопротивления от критерия Рейнольдса и режима осаждения: а) ламинарный; б) переходный; в) автомодельный. $1) \xi = \frac{24}{Re};$ $2) \xi = \frac{18,5}{Re^{0,6}};$ $3) \xi = const.$ Ответ: а-1, б-2, в-3.
13	На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между картинкой и названием.  1 а) кожухотрубчатый; б) оросительный; 2 в) змеевиковый; г) типа «труба в трубе». 3 4 Ответ: 1-а, 2-б, 3-в, 4-г
Д (открытого типа)	
14	... напора в местных сопротивлениях вычисляются по формуле Вейсбаха.

	Ответ: Потери.
15	Коэффициент ... характеризует скорость протекания процесса передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку. Ответ: теплопередачи.
16	... - это процесс удаления влаги из материала путем ее испарения и отвода образующихся паров. Ответ: Сушка.
17	... - это система, состоящая из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц. Ответ: суспензия.
18	... — это процесс разделения двойных или многокомпонентных смесей за счёт противоточного массообмена между паром и жидкостью. Ответ: Ректификация.
19	Движущей силой процесса ... является стремление системы к уменьшению поверхностного натяжения. Ответ: адсорбции.
20	В процессах получения суспензий эффективность ... характеризуется степенью равномерности распределения твёрдой фазы в объёме аппарата. Ответ: перемешивания.
21	Взвешенный слой за внешнее сходство с поведением обычной капельной жидкости (текучесть, способность принимать форму того сосуда, в который она помещена) называют Ответ: псевдооживленным.

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
А (на выбор одного правильного ответа)	
22	При составлении математического описания какого процесса, пользуются следующими допущениями: – структура потока в аппарате соответствует режиму идеального смешения; – режим смешения в аппарате установившийся; – внутри аппарата отсутствуют источники и стоки вещества и теплоты; – число смешиваемых потоков равно двум, при необходимости смешения большего числа потоков в схему можно включить несколько последовательно соединенных смесителей; – теплоемкости потоков i -го компонента рассчитываются при температуре этого потока. а) перемешивания; б) сушки; в) абсорбции.
Б (на выбор нескольких правильных)	
23	Математическая модель конвективного теплообмена может быть выражена следующими математическими зависимостями: а) $Nu=f(Gr, Re, Pe, l/l_0)$ б) $Nu=f(Gr, Re, Pr, l/l_0)$ в) $Nu=f(Gr, Re)$ г) $Nu=f(Gr, Pe)$ Ответ: а, б.
В (на последовательность)	
24	Современная методология науки выделяет три этапа математизации знаний, расставьте их в правильной последовательности: а) математическая обработка эмпирических (экспериментальных) данных; б) моделирование; в) относительно полные математические теории. Ответ: а, б, в.
Г (на соответствие)	
25	Установите соответствие между названием вида модели и ее описанием. а) модели словесные. б) модели графические. в) функциональные модели г) модели математические. 1. Речь является уникальной системой кодирования информации. С помощью речи можно описать любые предметы и процессы, однако это можно сделать только при помощи человека, то есть эти модели являются субъективными. Построить по словесному описанию действующую модель практически невозможно; 2. Рисунки, чертежи и блок-схемы содержат большой объем информации, но и они являются статическими моделями, оживающими только через восприятие их человеком; 3. Описывают функции, выполняемые основными составными частями предприятия. Они разрабатываются для того, чтобы получить общее представление о процессе. Для примера рассмотрим общий план части типового цементного завода (рис. 1.1). Назначением этой части завода является получение однородного материала определенного химического состава с соответствующими размерами зерен для подачи его в сушильную печь. Сырье по-

	<p>дается из хранилища в сырьевую мельницу, смешивается в гомогенизаторе и отправляется в сушильную печь.</p> <p>4. Математическое моделирование является методом качественного или количественного описания объектов или процессов, при этом реальный объект, процесс или явление упрощается, схематизируется и описывается определенным уравнением. В большинстве случаев математическая модель представляет собой уравнение регрессии, то есть геометрическое место точек математических ожиданий условных распределений целевой функции.</p> <p>Ответ: 1-а, 2-б, 3-в, 4-г.</p>
Д (открытого типа)	
26	<p>Моделью ... смешения описываются процессы, происходящие в цилиндрических аппаратах со сферическим дном в условиях больших скоростей перемешивания и при наличии отражающих перегородок.</p> <p>Ответ: идеального.</p>

3.2 Кейс-задания

3.2.1 ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Задание: Дать развернутые ответы на следующие задания

Номер вопроса	Условие задачи (формулировка задания)
27	<p>Ситуация. В аппарате требуется охладить от температуры $t_n = 90$ до температуры $t_k = 50$ жидкость массовым расходом $G = 9000$ кг/ч с теплоемкостью c. Начальная температура охлаждающей воды $t_1 = 18$, удельная теплоемкость воды $c_b = 4190$ Дж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи $K = 270$.</p> <p>Задание: Определить необходимую поверхность теплообмена и расход воды при прямотоке и противотоке. Описать схемы движения теплоносителей и определение среднего температурного напора.</p> <p>Ответ: Определяем тепловую нагрузку аппарата</p> $Q = Gc(t_n - t_k) = \frac{9000}{3600} \cdot 2900 \cdot (90 - 50) = 290000 \text{ Вт.}$ <p>Задаваясь температурой воды на выходе из аппарата $t_2 = 40$ °С, определим расход воды из уравнения теплового баланса</p> $Q = Wc_b(t_2 - t_1),$ <p>откуда</p> $W = \frac{Q}{c_b(t_2 - t_1)}. \quad (1)$ <p>По формуле (1)</p> $W = \frac{290000}{4190(40 - 18)} = 3,1 \text{ кг/с.}$ <p>Рассчитаем средний температурный напор при прямотоке и противотоке.</p> <p>Прямоток:</p> <p>$t_n = 90$ °С $t_k = 50$ °С</p> <p>$t_1 = 18$ °С $t_2 = 40$ °С</p> <p>$\Delta t_6 = 72$ °С ; $\Delta t_m = 10$ °С ;</p> $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{72}{10} = 7,2 > 2, \text{ тогда } \Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,31g \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}} = \frac{72 - 10}{2,31g \frac{72}{10}} = 31,4 \text{ °С.}$ <p>Противоток:</p> <p>$t_n = 90$ °С $t_k = 50$ °С</p>

$$t_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C} \qquad t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_6 = 50 \text{ }^\circ\text{C}; \qquad \Delta t_m = 32 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{50}{32} = 1,56 < 2, \text{ тогда } \Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2} = \frac{50 + 32}{2} = 41 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Определим необходимую поверхность теплообмена при прямотоке и противотоке по формуле, вытекающей из основного уравнения теплопередачи

$$F = \frac{Q}{\Delta t_{cp} K}, \tag{2}$$

где Q – тепловая нагрузка аппарата, Вт; Δt_{cp} – средний температурный напор, $^\circ\text{C}$; K – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

По формуле (2):
прямоток:

$$F = \frac{290000}{31,4 \cdot 270} = 34,2 \text{ м}^2;$$

противоток:

$$F = \frac{290000}{41 \cdot 270} = 26,2 \text{ м}^2.$$

Результаты расчёта показывают, что при противотоке обеспечивается большая средняя разность температур, а поверхность теплообмена при этом требуется меньшая.

Ситуация. Требуется сконденсировать в кожухотрубчатом конденсаторе пары этилового спирта в количестве $G = 270 \text{ кг/ч}$, при атмосферном давлении, концентрацией 96,5 % мас. Спирт выходит при температуре конденсации. Охлаждающим агентом является вода, её начальная температура $t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, конечная – $t_k = 44 \text{ }^\circ\text{C}$. Коэффициент теплопередачи $K = 610$. $t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 921,1 \text{ кДж/кг}$ – удельная теплота конденсации паров этилового спирта при атмосферном давлении и концентрации спирта 96,5 % мас.

Задание. Определить, достаточен ли имеющийся латунный теплообменник, площадь поверхности заданного теплообменника $F_3 = 2,03 \text{ м}^2$

Ответ:

Задача заключается в определении необходимой для конденсации G паров спирта площади теплообменника и сравнении её с заданной.

Расчётная площадь поверхности теплообменника определяется из основного уравнения теплопередачи

Тепловая нагрузка аппарата при использовании в качестве горячего теплоносителя пара определяется по формуле

$$Q = Gr$$

где $r = 921,1 \text{ кДж/кг}$ – удельная теплота конденсации паров этилового спирта при атмосферном давлении и концентрации спирта 96,5 % мас. [13].

По формуле (6)

$$Q = 270 \cdot 921,1 / 3600 = 69,1 \text{ кВт}.$$

Определим средний температурный напор, выбрав температуру паров спирта при заданных условиях [6] $t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\overrightarrow{t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{пары спирта} \quad t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\overleftarrow{t_k = 44 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{вода} \quad t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\Delta t_6 = t_{\text{конд}} - t_n = 78,3 - 20 = 58,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_m = t_{\text{конд}} - t_k = 78,3 - 44 = 34,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Отношение $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{58,3}{34,3} = 1,7 < 2$, тогда

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2} = \frac{58,3 + 34,3}{2} = 46,3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Определим площадь поверхности теплообменника по формуле (2).

$$F_{\text{расч}} = \frac{69,1 \cdot 10^3}{610 \cdot 46,3} = 2,45 \text{ м}^2.$$

Таким образом, площадь поверхности заданного теплообменника $F_3 = 2,03 \text{ м}^2$ меньше необходимой площади $F = 2,45 \text{ м}^2$, т. е. заданный аппарат недостаточен для конденсации

	270 кг/ч паров спирта.
29	<p>Ситуация. Для осуществления технологического процесса было предложено два варианта трубопровода разного диаметра. Вариант первый предполагает использование труб большего диаметра, что подразумевает большие капитальные затраты $Ск1 = 200000$ руб., однако ежегодные затраты будут меньше и составят $Се1 = 30000$ руб. Для второго варианта выбраны трубы меньшего диаметра, что снижает капитальные затраты $Ск2 = 160000$ руб., но увеличивает затраты на ежегодное техническое обслуживание до $Се2 = 36000$ руб. Оба варианта рассчитаны на $n = 10$ лет эксплуатации.</p> <p>Задание. Необходимо определить наиболее экономическое выгодное решение</p> <p>Ответ: Очевидно, что второй вариант более выгоден за счет меньших капитальных затрат, однако в первом случае есть преимущество за счет меньших текущих затрат. Воспользуемся формулой для определения срока окупаемости дополнительных капитальных затрат за счет экономии на обслуживание: $по = (Ск1 - Ск2) / (Се2 - Се1) = (200000 - 160000) / (36000 - 30000) = 8$ лет. Отсюда следует, что при сроке эксплуатации до 8 лет экономическое преимущество будет на стороне второго варианта за счет меньших капитальных затрат, однако общие суммарные затраты обоих проектов сравняются на 8-й год эксплуатации, и дальше более выгодным окажется первый вариант. 31 Поскольку планируется эксплуатировать трубопровод в течение 10 лет, то преимущество стоит отдать первому варианту.</p>
30	<p>Ситуация: Дан трубопровод диаметром 0,2 м, по которому движется поток воды с расходом $90 \text{ м}^3/\text{ч}$. Температура воды равна $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, при которой динамическая вязкость составляет $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, а плотность $998 \text{ кг}/\text{м}^3$.</p> <p>Исходные данные: $d = 0,2 \text{ м}$; $Q = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$; $\rho = 998 \text{ кг}/\text{м}^3$.</p> <p>Задание. Необходимо установить режим течения воды в трубе.</p> <p>Ответ: Режим течения может быть определен по значению критерия Рейнольдса (Re), для расчета которого предварительно необходимо определить скорость потока воды в трубе (v). Величину v можно рассчитать из уравнения расхода для трубы круглого сечения: $Q = v \cdot (\pi \cdot d^2) / 4$, откуда $v = Q \cdot 4 / (\pi \cdot d^2) = [90 / 3600] \cdot [4 / (3,14 \cdot 0,2^2)] = 0,8 \text{ м}/\text{с}$. Используя найденное значение скорости потока, рассчитаем для него значение критерия Рейнольдса: $Re = (\rho \cdot v \cdot d) / \mu = (998 \cdot 0,8 \cdot 0,2) / (1 \cdot 10^{-3}) = 159680$. Критическое значение критерия Рейнольдса $Re_{кр}$ для труб круглого сечения равняется 2300. Полученное значение критерия больше критического значения ($159680 > 2300$), следовательно, режим потока турбулентный.</p>

Задание: Дать развернутые ответы на следующие задания

Номер вопроса	Условие задачи (формулировка задания)
31	<p>Ситуация. Характер течения среды в трубопроводе и при обтекании препятствий способен сильно отличаться от жидкости к жидкости. Одним из важных показателей является вязкость среды, характеризующаяся таким параметром, как коэффициент вязкости. Ирландский инженер-физик Осборн Рейнольдс провел серию опытов в 1880 г., по результатам которых ему удалось вывести безразмерную величину, характеризующую характер потока вязкой жидкости, названную критерием Рейнольдса и обозначаемую Re.</p> <p>Задание. Описать критерий Рейнольдса и возможность его использования в процессе моделирования.</p> <p>Ответ: $Re = (v \cdot L \cdot \rho) / \mu$, где ρ — плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$; v — скорость потока, $\text{м}/\text{с}$; L — характерная длина элемента потока, м; μ — динамический коэффициент вязкости, $\text{Па} \cdot \text{с}$.</p> <p>То есть критерий Рейнольдса характеризует отношение сил инерции к силам вязкого трения в потоке жидкости. Изменение значения этого критерия отображает изменение соотношения этих типов сил, что, в свою очередь, влияет на характер потока жидкости. В связи с этим принято выделять три режима потока в зависимости от значения критерия Рейнольдса. При $Re < Re_{кр}$ наблюдается уже устойчивый режим, характеризующийся беспорядочным изменением скорости и направления потока в каждой отдельной его точке, что в сумме дает выравнивание скоростей потока по всему объему. Такой режим называется турбулентным. Число Рейнольдса зависит от задаваемого насосом напора, вязкости среды при рабочей температуре, а также размерами и формой сечения трубы, через которую проходит поток. Критерий Рейнольдса является критерием подобия для течения вязкой жидкости.</p> <p>То есть с его помощью возможно моделирование реального процесса в уменьшенном размере, удобном для изучения. Это крайне важно, поскольку зачастую бывает крайне</p>

сложно, а иногда и вовсе невозможно изучать характер потоков жидкости в реальных аппаратах из-за их большого размера

3.3 Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Номер вопроса	Текст вопроса
32	Местные сопротивления. Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов
33	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов.
34	Основные параметры работы насосов. Характеристики насосов.
35	Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса.
36	Регулирование работы динамического насоса на сеть.
37	Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов.
38	Устройство центробежного вентилятора. Роль «улитки», конфузора, диффузора.
39	Рабочие характеристики вентиляторов. Рабочая точка.
40	Мощность двигателя и КПД вентиляторной установки.
41	Зависимость режима работы вентилятора от числа оборотов.
42	Измельчение твердых материалов. Дробилки для крупного и тонкого измельчения.
43	Измельчение твердых материалов. Сортирование и смешение твердых материалов.
44	Расчет скорости свободного и стесненного осаждения частиц в гравитационном поле. Конструкции отстойников. Определение основных размеров.
45	Расчет гидравлического сопротивления слоя. Расчет скорости псевдооживления, витания и уноса. Однородное и неоднородное псевдооживление. Пневно- и гидротранспорт зернистого твердого сырья.
46	Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания. Фильтрующие перегородки. Сжимаемые и несжимаемые осадки.
47	Классификация и основные типы фильтровальной аппаратуры, используемой для производства продуктов питания. Фильтры периодического и непрерывного действия для разделения суспензий.
48	Оптимизация продолжительности цикла фильтрования, фильтры для очистки газов от пылей. Основы расчета фильтров периодического и непрерывного действия.
49	Центрифуги фильтрующие и отстойные периодического и непрерывного действия. Сепараторы. Основы расчета осадительных центрифуг. Основы расчета фильтрующих центрифуг. Мокрая очистка газов. Электрофильтры
50	Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Гидродинамические структуры потока в аппаратах с механическим перемешиванием.
51	Теплообменные аппараты. Классификация и конструкции основных поверхностных теплообменников. Конструкции смесительных теплообменников. Схема расчета теплообменников.
52	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
53	Оптимальное число корпусов. Распределение полезной разности температур по корпусам. Конструкции выпарных аппаратов и их классификация.
54	Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Расчет рабочей высоты массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным контактом фаз (насадочные, пленочные). Число единиц переноса. Высота единицы переноса. Способы расчета числа единиц переноса.
55	Аппараты со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые). Степень изменения концентрации (теоретическая тарелка). Кинетическая кривая. Графоаналитический расчет числа тарелок. Коэффициент полезного действия колонного аппарата. Расчет диаметра аппаратов. Пути интенсификации массообменных процессов.
56	Пути интенсификации массообменных процессов. Десорбция и способы ее проведения. Абсорберы. Их классификация.
57	Классификация ректификационных аппаратов и их расчет.
58	Влияние условной кристаллизации на качественные характеристики кристаллов. Основные конструктивные типы кристаллизаторов. Пути интенсификации процесса.
59	Классификация и конструкции конвективных сушилок. Распылительные сушилки.
60	Контактная сушка. Специальные методы сушки. Сублимационная сушка. Сушка инфракрасными лучами. Сушка токами высокой частоты
61	Экспериментальное определение сопротивления зернистых слоев. Схема лабораторной установки, порядок проведения эксперимента.
62	Примеры практического использования неподвижных и взвешенных зернистых слоев.
63	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения.
64	Формула производительности отстойников. Расчет отстойников.
65	Конструкции отстойников.
66	Типы фильтровальных перегородок и требования, предъявляемые к материалам фильтрованных перегородок.
67	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости.
68	Уравнения движения реальной и идеальной жидкостей.

Номер вопроса	Текст вопроса
69	Методы анализа процессов пищевых производств
70	Методы моделирования процессов пищевых производств
71	Программное обеспечение моделирования процессов пищевых производств.
72	Теоремы подобия.
73	Критерии подобия. Критериальные уравнения.

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости

5. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критерием и шкал оценки

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<p>ОПК-2 - Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности ИД2_{ОПК-2} – Демонстрирует знания основ математики, физики, химии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности</p>					
Знать основные процессы в профессиональной деятельности, соответствующие аппараты и методы их расчета при решении задач профессиональной деятельности	Тест для экзамена	Результат тестирования	более 75% правильных ответов	отлично	освоена (повышенный)
			60-75% правильных ответов	хорошо	освоена (повышенный)
			50-60% правильных ответов	удовлетворительно	освоена (базовый)
			менее 50% правильных ответов	не удовлетворительно	не освоена (недостаточный)
	Тест для зачета	Результат тестирования	более 50% правильных ответов	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	не зачтено	не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание процессов и аппаратов применительно к профессиональной деятельности	обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов	не зачтено	не освоена (недостаточный)
	Собеседование (экзамен)	Знание методик решения стандартных задач механики жидкости и газа применительно к профессиональной деятельности для использования этих закономерностей для основных процессов и аппаратов, методов их расчета	обучающийся грамотно решил кейс-задания, задачу, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, задачу, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, задач, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, задач в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Уметь решать конкретные задачи расчета для проектирования и	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение решать стандартные задачи механики жидкости и газа применительно к	студент активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)

оптимизации процессов и аппаратов в профессиональной деятельности		профессиональной деятельности	студент выполняет роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Владеть навыками математических, физических, физико-химических, химических методов для технологического оборудования в профессиональной сфере деятельности	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)