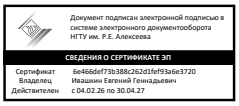
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ /Ж.В. Мацулевич/
подпись ФИО
“08”_июня_2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.5 Процессы и аппараты биотехнологии II

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Общая и прикладная биотехнология»
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 216/6

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой, зачет
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Плохов Сергей Владимирович, д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2021

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 августа 2021 г. № 736 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 28.10.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01.06.2021 № 9.

И.О. зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А. _____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 08.06.2021 № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный №

Начальник МО _____

(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ /Н.И. Кабанина/

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины 5
4. Структура и содержание дисциплины…… 9
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины…….. 18
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины…… 22
7. Информационное обеспечение дисциплины 23
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ…… 25
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине……. 26
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины……... 27
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины…… 30

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии II» является формирование у студентов основных понятий, знаний и навыков: в области технологических расчетов, подбора, принципа действия теплообменных аппаратов, а также аппаратов и устройств для перемещения и сжатия рабочих сред в биотехнологических производствах; в вопросах конструкции и эксплуатации указанного оборудования.

1.2. Задчи освоения дисциплины:

- изучить основные типы насосов, компрессорных машин и теплообменных аппаратов в биотехнологических производствах;
- сформировать у студентов общие принципы технологического расчета теплообменников, аппаратов для перемещения и сжатия рабочих сред;
- дать представление о современном состоянии, путях развития, роли в науке и технике теории подобия теплообменных процессов и процессов перемешивания;
- рассмотреть основные уравнения процессов перемешивания, теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи с позиции их использования в расчетах технологического оборудования биотехнологических производств;
- изучить основные методы проектирования, расчета и выбора по технической документации различных видов насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников при осуществлении биотехнологических производств;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта расчета теплообменных аппаратов и оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания технологических сред.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии II» включена в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», направленности (профиля) «Общая и прикладная биотехнология». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по данному направлению подготовки.

Дисциплина является этапом, продолжающим формирование компетенции студентов в области технологического расчета и проектирования оборудования биотехнологических производств. Она основана на базовых знаниях, полученных студентами при изучении химии, физики и математики на первом курсе и в первом семестре второго курса, где приобретаются необходимые знания по физическим величинам системы СИ и их размерностям, условиям равновесия и уравнениям движения твердых тел, по основам молекулярно-кинетической теории жидкостей и газов, основам дифференциального, интегрального исчисления и теории вероятностей. Для усвоения дисциплины студент должен владеть основными законами физики, общей и неорганической химии, органической химии; основными методами интегрирования; способами решения дифференциальных уравнений; приемами проведения алгебраических и логарифмических преобразований; навыками расчетов методами последовательных приближений и графического интегрирования. Дисциплина является продолжением курса «Процессы и аппараты биотехнологии» (4 семестр), в ходе которого приобретаются знания свойств жидкостей и газов, законов гидростатики, гидродинамики и современного

состояния теории гидравлического подобия; общих принципов расчета гидравлических и гидромеханических процессов и аппаратов.

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии II» является одной из основополагающих для изучения ряда общенаучных и специальных дисциплин, связанных с химией, биохимией и биотехнологией.

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии II», будет необходимы для освоения последующих курсов базового и вариативного цикла «Основы массопередачи в биотехнологии», «Биотехнологические производства», «Техническая биохимия», «Технология пищевой промышленности» и «Фармацевтическая химия и медицинская биотехнология», при прохождении технологической и преддипломной практик, а также при подготовке, выполнении и защите курсовых и выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Связь данной дисциплины со специализацией обучающегося реализуется при рассмотрении конкретных биотехнологических производств, их проектировании и расчете.

Особенностью дисциплины является проведение практических занятий, что позволяет приобрести студентам умения проводить технические и технологические расчеты, а также первичный научный анализ результатов. В практические задания введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность. Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими первичных навыков научного анализа результатов, в эти классические практические задания введены элементы научного исследования, как-то: а) самостоятельно выбрать метод расчета (решения); б) объяснить другие возможные методы расчета (решения) и выбрать самый рациональный; в) предсказать практическое значение выполненного расчета, его области применения, провести анализ полученного результата и т.д.

К активным методам обучения относятся выполнение сдача письменной самостоятельной работы с последующим ее анализом в форме обсуждения, поскольку такая работа предполагает выполнение творческих заданий (задач). Учащийся вступает в диалог с преподавателем в ходе обсуждения результатов и их интерпретации.

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии II» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты биотехнологии II» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС 3++по направлению подготовки (специальности) 19.03.01 «Биотехнология»:

а) профессиональных (ПК): ПК-4.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	***Семестры, формирования компетенций дисциплинами***							
	1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
ПК-4								
Основы массопередачи в биотехнологии (Б1.В.ОД.3)							✓	
Процессы и аппараты биотехнологии II (Б1.В.ОД.4)					✓	✓		
Технологическая практика (Б2.П.1)						✓		
Преддипломная практика (Б2.П.3)								✓
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине**			**Оценочные средства**	
					Текущего контроля	**Промежуточной аттестации**
ПК-4. Способен владеть и использовать знания устройства, принципа работы и выбора аппаратов для осуществления биотехнологического процесса при производстве биотехнологических продуктов, способен осуществлять технологический расчет оборудования	**Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический** Трудовая функция: D/01.6 (ПС 22.004) Организация ведения технологического процесса в рамках принятой в организации технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности Трудовая функция: B/01.6 (ПС 02.016) Разработка и внедрение технологического процесса для промышленного производства лекарственных средств					
	ИПК-4.1. Осуществляет технологический расчет и подбор оборудования для организации и осуществления процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности	***ЗНАТЬ*:** - схемы расчета насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	***УМЕТЬ:*** - осуществлять выбор оптимальных типовых конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	***ВЛАДЕТЬ:*** - типовыми методами расчета параметров насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	- Контрольные вопросы к практическим занятиям. - Задания к практическим занятиям.	Вопросы для письменного зачета (25 вариантов тестов и задач). Вопросы для устного зачета (25 билетов).

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	ИПК-4.2. Использует знания назначения, принципа действия и устройства оборудования для осуществления биотехнологического процесса при производстве биотехнологических продуктов	***ЗНАТЬ*:** - классификацию, теоретические основы, устройство и принцип работы оборудования для перемещения жидкостей, перемещения и сжатия газов, перемешивания, нагрева и охлаждения рабочих сред в биотехнологических производствах.	***УМЕТЬ:*** - осуществлять выбор оптимальных конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	***ВЛАДЕТЬ:*** - типовыми методами расчета режимов работы насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	- Контрольные вопросы к практическим занятиям. - Задания к практическим занятиям.	
	ИПК-4.3. Владеет способами и методами эксплуатации трубопроводов, насосов, компрессорных машин, теплообменников, поверхностных и барометрических.	***ЗНАТЬ*:** - рабочие режимы эксплуатации различных типов насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников, а также поверхностных и барометрических конденсаторов.	***УМЕТЬ:*** - поддерживать оптимальные показатели работы оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов.	***ВЛАДЕТЬ:*** - знаниями по устранению технологических неисправностей в работе оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов.	- Контрольные вопросы к практическим занятиям. - Задания к практическим занятиям.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего часов	в т.ч. по семестрам	
		5 сем	6 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**216**	**108**	**108**
1. Контактная работа:	**89**	**53**	**36**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	**85**	**51**	
занятия лекционного типа (Л)	**17**	**17**	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	**68**	**34**	**34**
лабораторные работы (ЛР)			
1.2. Внеаудиторная, в том числе	**4**	**2**	**2**
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	**4**	**2**	**2**
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	**127**	**55**	**72**
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	**127**	**55**	**72**
Подготовка к экзамену (контроль)			

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
5 СЕМЕСТР									
ПК-4: ИПК-4.1 ИПК-4.2 ИПК-4.3	**Раздел 1 Гидромеханические процессы**								
	Тема 1.1. Гидравлическое сопротивление трубопроводов**.**	1			1	подготовка к лекциям [1.1] с. 44-49; [2.2] с. 23-24	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 1.1 Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Контрольные вопросы и решение задач. Домашняя контрольная работа.			2	2	подготовка к занятию [3.1] с. 3-4; [1.2] с. 84-92 подготовка к КР [1.3] с. 72-78; [2.1] с. 40-45	анализ контрольных вопросов, задач и письменной контрольной работы в форме группового обсуждения и диалога		
	Тема 1.2. Движение тел в жидкостях.	0,5			1	подготовка к лекциям [1.2] с. 95-101	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 1.2 Движение тел в жидкостях. Контрольные вопросы.			2	1	подготовка к занятию: [3.1] с. 4; [1.3] с.79-84	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 1.3. Движение жидкостей и газов через неподвижные слои.	0,5			1	подготовка к лекциям [1.2] с. 101-106	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 1.3 Движение жидкостей и газов через неподвижные слои. Контрольные вопросы.			2	2	подготовка к занятию: [3.1] с. 4-5; [1.3] с.84-88	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Тема 1.4. Гидродинамика псевдоожиженных слоев.	0,5			1	подготовка к лекциям [1.2] с.106-111	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 1.4. Гидродинамика псевдоожиженных слоев. Контрольные вопросы.			2	1	подготовка к занятию: [3.1] с.5; [1.3] с.88-91	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 1 разделу	**2,5**		**8**	**10**				
	Раздел 2 Гидродинамика двухфазных потоков с подвижной границей раздела								
	Тема 2.1 Движение газов через жидкости (барботаж).	0,5			1	подготовка к лекциям [1.2] с. 111-114	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 2.1 Движение газов через жидкости (барботаж). Контрольные вопросы.			2	1	подготовка к занятию: [3.1] с. 5. [1.3] с.91-95	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.2 Пленочное течение жидкостей.	0,5			1	подготовка к лекциям [1.2] с. 114-117	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 2.2 Пленочное течение жидкостей. Контрольные вопросы.			2	1	подготовка к занятию [3.1] с. 5, [1.3] с. 95-97	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Тема 2.3 Структура потока и распределение времени пребывания частиц жидкости в аппарате.	1,5			1	подготовка к лекциям [1.2] с. 117-126	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 2.3 Структура потока и распределение времени пребывания частиц жидкости в аппарате. Контрольные вопросы.			2	1	подготовка к занятию: [3.1] с. 6; [1.3] с.98-106	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 2 разделу	**2,5**		**6**	**6**				
	Раздел 3 Перемещение жидкостей. Насосы.								
	Тема 3.1 Центробежные насосы.	2			3	подготовка к лекциям [1.1] с. 59-65, 70-72: [2.1] с. 65-69	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие № 3.1 Центробежные насосы. Контрольные вопросы и решение задач. Домашняя контрольная работа.			3	2	подготовка к занятию [3.1] с. 6-7; [1.2] с. 127-139 подготовка к КР [1.3] с. 107-122	анализ контрольных вопросов, задач и письменной контрольной работы в форме группового обсуждения и диалога		
	Тема 3.2 Поршневые насосы.	3			2	подготовка к лекциям [1.2] с. 140-144	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 3.2 Поршневые насосы. Контрольные вопросы и решение задач. Домашняя контрольная работа.			3	4	подготовка к занятию [3.1] с. 8-9 подготовка к КР [1.3] с. 122-128; [2.1] с. 71-74	анализ контрольных вопросов, задач и письменной контрольной работы в форме группового обсуждения и диалога		
	Практическое занятие № 3.3 Конструкции насосов различных типов. Контрольные вопросы.			3	4	подготовка к занятию: [3.2] с. 3-4; [1.1] с.65-70; [1.3] с. 128-136	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 3 разделу	**5**		**9**	**15**				
	Раздел 4 Перемещение и сжатие газов								
	Тема 4.1 Компрессорные машины и их характеристики.	2			2	подготовка к лекциям [2.2] с. 27-31	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие № 4.1 Компрессорные машины и их характеристики. Контрольные вопросы и решение задач. Домашняя контрольная работа.			2	4	подготовка к занятию [3.1] с. 9-10; [1.3] с. 137-143 подготовка к КР [1.2] с. 152-157; [2.1] с. 68-71, 77-86	анализ контрольных вопросов, задач и письменной контрольной работы в форме группового обсуждения и диалога		
	Тема 4.2 Поршневые компрессоры.	3			2	подготовка к лекциям [1.1] с.73-75; [1.2] с. 157-165	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 4.2 Поршневые компрессоры. Контрольные вопросы.			2	2	подготовка к занятию: [3.1] с. 10; [1.3] с. 143-152	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Практическое занятие № 4.3 Конструкции компрессорных машин. Контрольные вопросы.			2	4	подготовка к занятию [3.2] с. 4; [1.1] с.75-78; [1.2] с. 165-175	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 4 разделу	**5**		**6**	**14**				
	Раздел 5 Перемешивание в жидких средах								
	Тема 5.1 Механическое перемешивание.	2			4	подготовка к лекциям [1.2] с. 246-258	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическое занятие № 5.1 Механическое перемешивание. Контрольные вопросы.			2	5	подготовка к занятию: [3.1] с. 10-11; [1.3] с. 159-171	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие № 5.2 Пневматический и другие способы перемешивания. Контрольные вопросы.			3	1	подготовка к занятию: [3.2] с. 5; [1.1] с. 258-259; [1.3] с. 171-172	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 5 разделу	**2**		**5**	**10**				
ИТОГО по 5 семестру		**17**		**34**	**55**				
6 СЕМЕСТР									
ПК-4: ИПК-4.1 ИПК-4.2 ИПК-4.3	**Раздел 1 Общие сведения о тепловых процессах и аппаратах биотехнологии. Теплопроводность**								
	Практическое занятие № 1.1 Способы распространения тепла и теплопередача. Контрольные вопросы.			2	10	подготовка к занятию: [3.] с. 3; [1.2] с.260-264; [1.4] с. 7-11; [2.2] с. 52-53;.	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Практическое занятие № 1.2 Теплопроводность. Контрольные вопросы и решение задач.			4	10	подготовка к занятию: [3.3] с. 3; [1.4] с.11-18; [2.1] с. 149-150	анализ контрольных вопросов и задач в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 1 разделу			**6**	**20**				
	Раздел 2 Конвективный теплообмен								
	Практическое занятие № 2.1 Общие закономерности конвективного теплообмена. Контрольные вопросы.			6	10	подготовка к занятию: [3.3] с. 3; [1.4] с. 18-25; [2.2] с. 61-65	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие № 2.2 Критериальные уравнения теплоотдачи в различных условиях. Контрольные вопросы.			4	10	подготовка к занятию: [3.4] с. 3-4; [1.2] с.283-295; [1.4] с. 25-36	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 2 разделу			**10**	**20**				
	Раздел 3 Принципы проектирования массообменного оборудования биотехнологических производств.								
	Практическое занятие № 3.1 Теплопередача при постоянной температуре теплоносителей. Контрольные вопросы.			3	6	подготовка к занятию: [3.3] с. 4; [1.2] с.296-300; [1.4] с. 36-41	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Практическое занятие № 3.2 Теплопередача при переменных температурах и различных взаимных движениях теплоносителей. Контрольные вопросы и решение задач. Домашняя контрольная работа.			3	6	подготовка к занятию [3.3] с. 4-5; [1.4] с. 41-49 подготовка к КР [1.2] с. 300-305; [2.2] с. 168-172	анализ контрольных вопросов, задач и письменной контрольной работы в форме группового обсуждения и диалога		
	Практическое занятие № 3.3 Нагревающие и охлаждающие агенты. Контрольные вопросы.			2	8	подготовка к занятию: [3.4] с. 4-5; [1.2] с. 310-326; [1.4] с. 50-55	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 3 разделу			**8**	**20**				
	Раздел 4 Теплообменные аппараты								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий[12]	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) [13]	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)[14]
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие № 4.1 Конструкции теплообменников и их элементов. Контрольные вопросы.			4	6	подготовка к занятию: [3.3] с. 5; [1.2] с.326-340; [1.4] с. 56-64	анализ контрольных вопросов в форме группового обсуждения и диалога		
	Практическое занятие № 4.2 Схемы расчетов теплообменных аппаратов. Контрольные вопросы и решение задач. Домашняя контрольная работа.			6	6	подготовка к занятию [3.3] с. 6-7; [1.4] с. 65-78 подготовка к КР [1.2] с. 340-346; [1.2] с. 213-246	анализ контрольных вопросов, задач и письменной контрольной работы в форме группового обсуждения и диалога		
	Итого по 4 разделу			**10**	**12**				
ИТОГО по 6 семестру				**34**	**72**				
ИТОГО по дисциплине		**17**		**68**	**127**				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к практическим и лабораторным занятиям, представленных в п. 6.3.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле (зачет с оценкой, 5 семестр) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При промежуточном контроле (зачет, 6 семестр) успеваемость студентов оценивается показателями «зачтено» или «не зачтено». Показатель «зачтено» соответствует критериям «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» таблицы 6, а показатель «не зачтено» соответствует критерию «неудовлетворительно» таблицы 6.

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо» /** «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично» /** «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-4. Способен владеть и использовать знания устройства, принципа работы и выбора аппаратов для осуществления биотехнологического процесса при производстве биотехнологических продуктов, способен осуществлять технологический расчет оборудования	*ИПК-4.1. Осуществляет технологический расчет и подбор оборудования для организации и осуществления процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности*	Не знает схемы расчета насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Не умеет осуществлять выбор оптимальных типовых конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Не владеет типовыми методами расчета, трубопроводов, параметров насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств, теплообменников различных типов, поверхностных и барометрических конденсаторов	Частично знает схемы расчета насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Умеет осуществлять с ошибками выбор оптимальных типовых конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Частично владеет типовыми методами расчета, трубопроводов, параметров насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств, теплообменников различных типов, поверхностных и барометрических конденсаторов	Хорошо знает схемы расчета насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. С небольшими неточностями умеет осуществлять выбор оптимальных типовых конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Хорошо владеет типовыми методами расчета, трубопроводов, параметров насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств, теплообменников различных типов, поверхностных и барометрических конденсаторов.	Знает в совершестве схемы расчета насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Уверенно умеет осуществлять выбор оптимальных типовых конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Уверенно владеет навыками расчета, трубопроводов, параметров насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств, теплообменников различных типов, поверхностных и барометрических конденсаторов..

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо» /** «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично» /** «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	ИПК-4.2. Использует знания назначения, принципа действия и устройства оборудования для осуществления биотехнологического процесса при производстве биотехнологических продуктов	Не знает классификацию, теоретические основы, устройство и принцип работы оборудования для перемещения жидкостей, перемещения и сжатия газов, перемешивания, нагрева и охлаждения рабочих сред в биотехнологических производствах. Не умеет осуществлять выбор оптимальных конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Не владеет типовыми методами расчета режимов работы насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	Имеет представление о классификации, теоретических основах, устройстве и принципе работы оборудования для перемещения жидкостей, перемещения и сжатия газов, перемешивания, нагрева и охлаждения рабочих сред в биотехнологических производствах. С ошибками умеет осуществлять выбор оптимальных конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Частично владеет типовыми методами расчета режимов работы насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	Хорошо знает классификацию, теоретические основы, устройство и принцип работы оборудования для перемещения жидкостей, перемещения и сжатия газов, перемешивания, нагрева и охлаждения рабочих сред в биотехнологических производствах. Достаточно хорошо и умело осуществляет выбор оптимальных конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Хорошо владеет типовыми методами расчета режимов работы насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.	Отлично знает классификацию, теоретические основы, устройство и принцип работы оборудования для перемещения жидкостей, перемещения и сжатия газов, перемешивания, нагрева и охлаждения рабочих сред в биотехнологических производствах. Без ошибок умеет проводить выбор оптимальных конструкций насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов. Отлично владеет типовыми методами расчета режимов работы насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников различных типов.

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо»** / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично»** / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	ИПК-4.3. Владеет способами и методами эксплуатации трубопроводов, насосов, компрессорных машин, теплообменников, поверхностных и барометрических конденсаторов.	Не знает рабочие режимы эксплуатации различных типов насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников, а также поверхностных и барометрических конденсаторов. Не умеет поддерживать оптимальные показатели работы оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов. Не владеет знаниями по устранению технологических неисправностей в работе оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов.	Частично знает рабочие режимы эксплуатации различных типов насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников, а также поверхностных и барометрических конденсаторов. Умеет с ошибками поддерживать оптимальные показатели работы оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов. Частично владеет знаниями по устранению технологических неисправностей в работе оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов.	Хорошо знает рабочие режимы эксплуатации различных типов насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников, а также поверхностных и барометрических конденсаторов. Умеет с небольшими неточностями поддерживать оптимальные показатели работы оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов. Хорошо владеет знаниями по устранению технологических неисправностей в работе оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов.	Отлично знает рабочие режимы эксплуатации различных типов насосов, компрессорных машин, перемешивающих устройств и теплообменников, а также поверхностных и барометрических конденсаторов. Умеет легко и уверенно поддерживать оптимальные показатели работы оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов. Отлично владеет знаниями по устранению технологических неисправностей в работе оборудования для перемещения, сжатия и перемешивания рабочих сред, теплообменного оборудования и конденсаторов различных типов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд имеет электронный доступ или укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1. Бородулин, Д.М. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии: учебное пособие. / Д.М. Бородулин, М.Т. Шулбаева, Е.А. Сафонова, Е.А. Вагайцева – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2020. – 292 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература) — ISBN 978-5-8114-5136-4. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/132259 (дата обращения: 10.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1.2. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. / А.Г. Касаткин - 14-е изд. стер. - М.: Химия, М: АльянС, 2017 – 752 с.

1.3. Плохов, С.В. Перемещение и перемешивание технологических сред в биотехнологических производствах: Учеб. пособие / С.В. Плохов, И.Г. Трунова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2017. - 173 с.: ил. - ISBN 978-5-502-00892-1

1.4. Плохов С.В. Организация теплообмена в биотехнологических производствах: учеб. пособие / С.В. Плохов, И.Г. Трунова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2018. – 79 с.: ил. - ISBN 978-5-502-01020-7

6.2. Справочно-библиографическая литература

2.1. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков - 10-е изд. стер. – Л.: Химия, М: АльянС, 2016 – 576 с.

2.2. Мочалов, Г.М. Базовые процессы химической технологии: Учебное пособие/ Г.М. Мочалов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Б.и.], 2014. - 116 с.: ил. - ISBN 978-5-502-00577-7.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных и практических учебных занятий по данной дисциплине:

6.3.1 Методические указания, разработанные преподавателями:

3.1. Плохов С.В. Процессы и аппараты биотехнологии II. Методические указания к практическим занятиям. - Н. Новгород: НГТУ, 2015, 11 с. (электронный вариант).

3.2. Плохов С.В. Процессы и аппараты биотехнологии II. Методические указания по организации и планированию самостоятельной работы. - Н. Новгород: НГТУ, 2015, 5 с. (электронный вариант).

3.3. Плохов С.В. Процессы и аппараты биотехнологии (проект). Методические указания к практическим занятиям. - Н. Новгород: НГТУ, 2015, 7 с. (электронный вариант).

3.4. Плохов С.В. Процессы и аппараты биотехнологии (проект). Методические указания по организации и планированию самостоятельной работы. - Н. Новгород: НГТУ, 2015, 5 с. (электронный вариант).

6.3.2 Методические указания, разработанные НГТУ

3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20. Дата обращения 23.09.2015.

3.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl /ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20.

3.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

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

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://elib.tolgas.ru./ - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://znanium.com/. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://polpred.com/. – Загл. с экрана.*
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.viniti.ru. – Загл. с экрана.*

8. *Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://uisrussia.msu.ru/. – Загл. с экрана.*

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по	http://www.philosophy.ru/

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
	философии	
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» https://www.nntu.ru/sveden/accenv/

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	**1331/1** учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая - 1 шт.; 2. Таблица Д.И. Менделеева - 1 шт. 3. Рабочее место преподавателя 4. Рабочее место студента - 20 чел.	
2	**1334-4** Мультимедийная аудитория (компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест); 2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран 5. Стенд образовательный «Интегральные микросхемы. Печатные платы»	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)
3	**1342** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 22 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)
4	**1221** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)		

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

-балльно-рейтинговая технология оценивания (при наличии);

- контрольная работа;

- тест.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамену).

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их

выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций; -

связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;

- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;
- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;
- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;
- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;
- записывать надо сжато;
- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в

лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.

Практические занятия позволяют студентам приобрести умения проводить технические и технологические расчеты, а также первичный научный анализ результатов. В практические занятия введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность. Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими первичных навыков научного исследования, в эти классические практические занятия введены элементы научного исследования, как-то:

а) самостоятельно выбрать метод расчета (решения);

б) объяснить другие возможные методы расчета (решения) и выбрать самый рациональный;

в) предсказать практическое значение выполненного расчета, его области применения, провести анализ полученного результата и т.д.

К активным методам обучения относится сдача письменной самостоятельной работы с последующим ее анализом в форме обсуждения, поскольку такая работа предполагает выполнение творческих заданий (задач). Учащийся вступает в диалог с преподавателем в ходе обсуждения результатов и их интерпретации.

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с изучения или повторения теоретического материала по теме, ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы.

Выполнение каждого задания практических занятий и обсуждение каждого контрольного вопроса студент сопровождает кратким конспектом, в котором приводятся решения задач и основные теоретические положения, обсуждаемые на занятиях.

При оценивании практических занятий учитывается следующее:

- рациональность выбора метода расчета:
- качество выполнения решения;
- способность обосновать другие возможные методы расчета (решения);
- качество устных ответов на контрольные вопросы занятия;
- активность при обсуждении решений (расчетов) и контрольных вопросов.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

Темы, предназначенные для самостоятельного изучения, и контрольные вопросы к ним представлены в методических указаниях [3.2, 3.4] подраздела 6.3.1

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях библиотеки вуза. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы

при изучении дисциплины.

10.5. Методические указания для выполнения контрольных работ

При изучении курса «Процессы и аппараты биотехнологии II» проводится 6 домашних контрольных работ по разделам дисциплины. В 5 семестре предусмотрено 4 домашних контрольных работы, а в 6 семестре проводится 2 домашних контрольных работы.

В 5 семестре в контрольную работу № 1 входят задачи по расчету гидравлического сопротивления трубопроводов из учебного пособия [2.1] (задачи 1.25-1.35) и из методических указаний [3.1] (задачи к практическому занятию по теме 1.1).

В контрольную работу № 2 входят задачи по расчету центробежных насосов из учебного пособия [2.1] (задачи 2.8-2.11) и из методических указаний [3.1] (задачи к практическому занятию по теме 3.1).

В контрольную работу № 3 входят задачи по расчету поршневых насосов из учебного пособия [2.1] (задачи 2.1-2.7) и из методических указаний [3.1] (задачи к практическому занятию по теме 3.2).

В контрольную работу № 4 входят задачи по расчету характеристик компрессорных машин из учебного пособия [2.1] (задачи 2.14-2.30) и из методических указаний [3.1] (задачи к практическому занятию по теме 4.1).

В 6 семестре в контрольную работу № 1 входят задачи по теплопередаче при переменных температурах и различных взаимных движениях теплоносителей из учебного пособия [2.1] (задачи 4.12-4.22) и из методических указаний [3.3] (задачи к практическому занятию по теме 3.2).

В контрольную работу № 2 входят задачи по расчету теплообменных аппаратов из учебного пособия [2.1] (задачи 4.44-4.47) и из методических указаний [3.1] (задачи к практическому занятию по теме 4.2).

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Контрольные вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к практическим занятиям и по организации и планированию самостоятельной работы [3.1 - 3.4], представленных в п. 6.3.1.

Примеры типовых заданий:

11.1.1. Типовые задачи к практическим (семинарским) занятиям

Занятие № 14-16 (Тема 3.2, 5 семестр)

Решение задач по расчету поршневых насосов

1. Решение задач по расчету поршневых насосов (по выбору преподавателя из учебного пособия [2.1] или из методических указаний к практическим занятиям [3.1])

<u>ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ:</u>

1. Поршневой насос, делающий 150 об/мин, перекачивает воду, нагретую до 60 ºС. Потери во всасывающей линии в сумме составляют 6,5 м вод. ст. Атмосферное давление 736 мм рт. ст. На какой высоте над уровнем воды должен быть установлен насос? Принять напор насыщенного водяного пара h_t=2,02 м.

2. Поршневым насосом простого действия с диаметром поршня 160 мм и ходом поршня 200 мм необходимо подавать 430 $дм^3$/мин жидкости относительной плотности 0,93 из сборника в аппарат, в котором избыточное давление 0,32 МПа. Давление в сборнике атмосферное. Геометрическая высота подъема 19,5 м. Потери напора во всасывающей и в нагнетательной линии 1,7 и 8,6 м. Какую частоту вращения надо дать насосу и какой мощности электродвигатель установить, если принять коэффициент подачи насоса 0,85, передачи и электродвигателя по 0,95?

Занятие № 10-11 (Тема 3.2, 6 семестр)

Решение задач по теплопередаче при переменных температурах и различных взаимных движениях теплоносителей

1. Решение задач по теплопередаче при переменных температурах и различных взаимных движениях теплоносителей (по выбору преподавателя из учебного пособия [2.1] или из методических указаний к практическим занятиям [3.3])

ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ:

1. Стенка аппарата состоит из двух слоев толщиной 500 и 250 мм. Температура внутри аппарата 1300ºС, а наружного воздуха 25ºС. Определить потери теплоты с 1 $м^2$ поверхности стенки и на границе слоев (t_3). Принять, Вт/($м^2$·К): α_1=34,8 и α_2=16,2. Коэффициенты теплопроводности слоев, Вт/(м·К): λ_1=1,16 и λ_2=0,58.
2. Начальная и конечная температуры горячего теплоносителя составляют 300ºС и 200ºС, а холодного теплоносителя 25ºС и 175ºС. Определить среднюю разность температур при движении теплоносителей прямотоком.
3. Определить среднюю разность температур в теплообменнике со смешанным током теплоносителей, если начальная и конечная температура горячего теплоносителя 80 и 40ºС, а холодного теплоносителя 10 и 34ºС.

11.1.2. Типовые контрольные вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

ЗАНЯТИЕ 11-13 (Тема 3.1, 5 семестр)

Центробежные насосы

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ:

1. Классификация и основные параметры насосов.
2. Напор и высота всасывания насоса.
3. Измерение полного напора насоса
4. Кавитационные и инерционные потери.
5. Принцип действия центробежных насосов.
6. Основное уравнение центробежных машин Эйлера.
7. Действительный напор и производительность центробежного насоса.
8. Законы пропорциональности и характеристики центробежных насосов.
9. Работа насосов на сеть и совместная работа насосов.

ЗАНЯТИЕ 7-8 (Тема 2.2, 6 семестр)

Критериальные уравнения теплоотдачи в различных

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ:

1. Критериальные уравнения теплоотдачи при вынужденном движении теплоносителя внутри труб в условиях установившегося турбулентного режима.

2. Критериальные уравнения теплоотдачи при вынужденном движении 3. теплоносителя внутри труб в условиях в условиях переходного и ламинарного режима.

3. Критериальные уравнения теплоотдачи при вынужденном движении теплоносителя снаружи труб в кольцевом канале и в межтрубном пространстве пучка труб.

4. Критериальные уравнения теплоотдачи при механическом перемешивании и пленочном течении жидкостей в различных режимах.

5. Критериальные уравнения теплоотдачи в различных режимах естественной конвекции.

6. Теплоотдача при конденсации паров.

7. Коэффициент теплоотдачи пара, конденсирующегося на горизонтальной и вертикальной поверхности, и при конденсации паро-газовой смеси.

8. Теплоотдача в различных режимах кипения жидкостей.

9. Теплообмен при контакте жидкости с газом и в неподвижном зернистом слое.

10. Теплообмен в псевдоожиженном (кипящем) слое. Ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи.

11.1.3. Типовые тестовые задания (5 семестр)

1. Что включают в себя условия однозначности процесса?
   1) Форму и размеры системы;
   2) Существенные для данного процесса физические константы участвующих в нем веществ;
   3) Начальные и граничные условия по скорости, концентрации и другим параметрам;
   4) Всё выше перечисленное.

2. По какой формуле вычисляется коэффициент трения при турбулентном движении жидкости по трубопроводу в области смешанного трения?
   1) $\lambda = \frac{B}{Re}$; 2) $\lambda = \frac{0{,}316}{\sqrt[4]{Re}}$; 3) $\lambda = 0{,}11(e + \frac{68}{Re})^{0{,}25}$; 4) $\lambda = 0{,}11e^{0{,}25}$.

3. Какой режим отсутствует при движении жидких пленок по вертикальной поверхности?
   1) Ламинарное течение с гладкой поверхностью раздела с паром;
   2) Ламинарное течение с волнистой поверхностью раздела фаз;
   3) Турбулентное течение;
   4) Автомодельная область.

4. Каким показателем оценивается эффективность использования насосом энергии?
   1) Производительность (подача); 2) Напор; 3) КПД; 4) Мощность.

5. Какой вид имеет уравнение центробежных машин Эйлера?
   1) $H_т = \frac{\omega_1^2-\omega_2^2}{2g} + \frac{u_1^2-u_2^2}{2g} + \frac{c_1^2-c_2^2}{2g}$;
   2) $H_т = \frac{u_2 c_2 \cos\alpha_2 - u_1 c_1 \cos\alpha_1}{g}$;
   3) $H_т = \frac{u_2 c_2 \cos\alpha_2}{g}$;
   4) $H_т = \frac{u_2^2}{g}(1 - \frac{\omega_2}{u_2}\cos\beta_2)$.

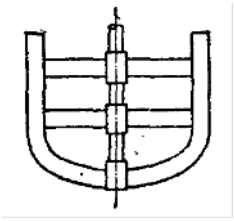
6. По какой формуле вычисляется напор насоса, перекачивающего жидкость по горизонтальному трубопроводу между емкостями с одинаковым давлением?

1) $H = h_{\text{п}}$; 2) $H = H_{\text{г}} + h_{\text{п}}$; 3) $H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_{\text{п}}$; 4) $H = H_{\text{г}} + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_{\text{п}}$.

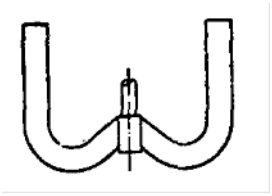
7. Как движется жидкость при тангенциальном течении, создаваемом мешалкой?

1) От мешалки к стенкам аппарата перпендикулярно оси вращения мешалки;
2) Параллельно оси вращения мешалки;
3) По концентрическим окружностям, параллельным плоскости вращения мешалки;
4) По двум или сразу всем, указанным выше направлениям.

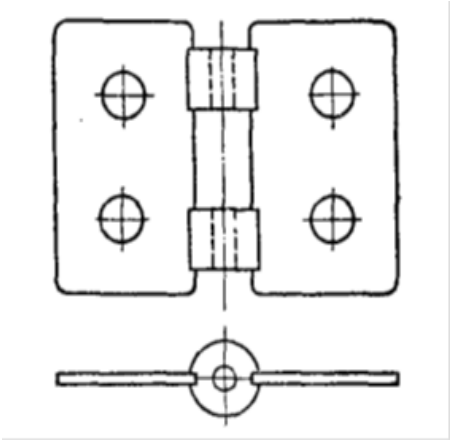
8. На каком рисунке изображена рамная мешалка?



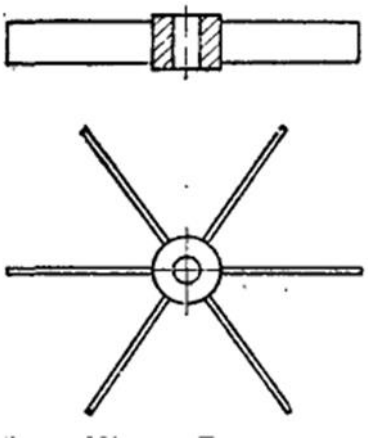
а)



б)



в)



г)

1) а; 2) б; 3) в; 4) г.

9. По какой формуле определяется число оборотов мешалки при приготовлении суспензий?

1) $n_0 \cdot \tau = C_\tau = const$; 2) $Re_{\text{м}} = \frac{n_0 \cdot d^2 \cdot \rho_{\text{см}}}{\mu_{\text{см}}} = C_1 \cdot Ar \cdot \left(\frac{d_{\text{ч}}}{d}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^k$;

3) $Re_{\text{м}} = \frac{n_0 \cdot d^2 \cdot \rho_{\text{см}}}{\mu_{\text{см}}} = C_2 \cdot Ar^{0.315} \cdot \left(\frac{Re_{\text{м}}}{We_{\text{м}}}\right)^{0,185} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^l$;

4) из паспорта на электродвигатель.

Задача 1

По трубе диаметром d с абсолютной шероховатостью стенки Δ протекает вода с кинематической вязкостью ν и расходом Q. Установить режим движения и определить значение коэффициента гидравлического трения λ.
Значения d и Δ принять по предпоследней цифре шифра по таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d\cdot10^2$, м	25	20	40	50	20	25	40	50	20	25
$\Delta\cdot10^3$, м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,5

Значения Q и ν принять по последней цифре шифра по таблице 1.2.

Таблица 1.2

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\nu\cdot10^6$, м^2/с	0,91	1,01	0,66	0,56	1,01	0,91	0,66	0,56	1,01	0,91
$Q\cdot10^2$, м^3/с	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8

Задача 2

Центробежный насос подает воду с подачей Q из колодца в напорный бак с избыточным давлением $P_и$ по трубе диаметром d и длиной L на высоту $H_г$. Определить к.п.д. насоса ($\eta_н$), если мощность на его валу N_e=5,9 кВт, коэффициент трения в трубопроводе λ, а сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum\xi$.
Значения Q, d, L, λ и $\sum\xi$ принять по предпоследней цифре шифра по таблице 2.1

Таблица 2.1

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q\cdot10^2$, м^3/с	2,80	2,64	2,50	2,36	2,22	2,28	2,36	2,50	2,64	2,80
$d\cdot10^3$, м	100	120	140	150	140	120	100	125	140	150
L, м	6.6	42,3	150	250	176	43	8,3	19,1	88,5	129
$\lambda\cdot10^3$	22	23	24	25	26	27	28	27	25	24
$\sum\xi$	6	9	10	11	12	13	8	15	16	17

Значения $P_и$ и $H_г$ принять по последней цифре шифра по таблице 2.2.

Таблица 2.2

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_и\cdot10^{-7}$, Па	40	45	50	58	64	72	84	96	99	102
$h_г$, м	11,0	10,5	10,0	9,2	8,6	7,8	6,6	5,4	5,1	4,8

Примечание: линия всасывания у насоса отсутствует.

11.1.4. Типовые задания для зачета (6 семестр)

Задача 1

Начальная и конечная температуры горячего теплоносителя составляют 300ºС и 200ºС, а холодного теплоносителя 25ºС и 175ºС. Определить среднюю разность температур при движении теплоносителей противотоком и сравнить с прямотоком.

Задача 2

В аппарате требуется охладить жидкость от температуры $t_Н$ до температуры $t_К$. Массовый расход жидкости G с теплоёмкостью c. Начальная температура охлаждающей воды t_1, а конечная t_2 удельная теплоёмкость воды $c_в$=4190 Дж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи K. Определить необходимую поверхность теплообмена F и расход воды (W) при прямотоке и противотоке.
Значения величин $t_Н$, $t_К$, G и c принять по последней цифре зачетной книжки из таблицы 1.

Таблица 1

Последняя цифра номера зачетной книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_н$,°С	100	95	90	85	80	95	77	88	92	97
$t_к$,°С	60	55	50	45	43	57	41	46	53	62
$G\cdot10^{-2}$, кг/ч	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
$c\cdot10^{-2}$, Дж/кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

Значения остальных величин принять по предпоследней цифре зачетной книжки из таблицы 2.

Таблица 2

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_1,ºС	12	15	18	20	22	25	11	13	16	19
t_2,ºС	34	37	25	28	30	32	29	31	26	24
$K\cdot10^{-1}$, Вт/(м^2·К)	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

11.1.5. Типовые задания для контрольной работы

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2 (5 СЕМЕСТР)
ТЕМА «ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ»

1. Жидкость в количестве 40 м^3/ч перекачивается по трубопроводу диаметром 108х4 мм в бак на высоту 20 м. Длина горизонтального участка трубопровода 430 м. Относительная плотность жидкости 0,96, а динамическая вязкость 3,43 Па·с. Вычислить необходимую мощность центробежного насоса.

2. Центробежный насос подает воду с подачей Q из колодца в напорный бак с избыточным давлением $P_и$ по трубе диаметром d и длиной L на высоту $h_г$. Определить полный к.п.д. насоса, если мощность на его валу N_e=5,9 кВт, коэффициент трения в трубопроводе λ, а сумма коэффициентов местных сопротивлений ∑ξ.

Значения Q, d, L, λ и ∑ξ принять по предпоследней цифре шифра по таблице 1.1

Таблица 1.1

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q\cdot10^2$, м^3/с	2,80	2,64	2,50	2,36	2,22	2,28	2,36	2,50	2,64	2,80
$d\cdot10^3$, м	100	120	140	150	140	120	100	125	140	150
L, м	6.6	42,3	150	250	176	43	8,3	19,1	88,5	129
$\lambda\cdot10^3$	22	23	24	25	26	27	28	27	25	24
∑ξ	6	9	10	11	12	13	8	15	16	17

Значения $P_и$ и $h_г$ принять по последней цифре шифра по таблице 1.2.

Таблица 1.2

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_и\cdot10^{-7}$, Па	40	45	50	58	64	72	84	96	99	102
$h_г$, м	11,0	10,5	10,0	9,2	8,6	7,8	6,6	5,4	5,1	4,8

3. Центробежный насос перекачивает воду с температурой t и подачей Q. Всасывающая труба насоса диаметром d и длиной L имеет суммарный коэффициент местных сопротивлений ∑ξ и коэффициент трения λ. Определить максимальную высоту установки насоса $h_{вс}$ над уровнем воды в колодце, учитывая, что давление на входе в насос должно быть на $15\cdot10^3$ Па выше давления парообразования P_t. Атмосферное давление принять $P_{ат}$.

Значения Q, d, L, λ и ∑ξ принять по предпоследней цифре шифра по таблице 3.1.

Таблица 3.1

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q\cdot10^2$, м^3/с	8,3	8,9	9,2	9,7	10,3	10,9	11,4	12,2	14,5	16,6
$d\cdot10^3$, м	80	85	90	92	94	96	98	100	110	115
L, м	13,8	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8
$\lambda\cdot10^3$	21	22	23	24	25	26	27	28	27	26
∑ξ	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	7,5	8,0	9,0

Значения t и $P_{ат}$ принять по последней цифре шифра из таблицы 3.2.

Таблица 3.2

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_{ат}$, ГПа	984	997	1004	1017	1024	997	1010	1004	1017	984
t, ºС	10	15	20	25	30	35	40	35	30	25

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 (6 СЕМЕСТР)
ТЕМА «ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И РАЗЛИЧНЫХ ВЗАИМНЫХ ДВИЖЕНИЯХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ»

1. Начальная и конечная температуры горячего теплоносителя составляют 300ºС и 200ºС, а холодного теплоносителя 25ºС и 175ºС. Определить среднюю разность температур при движении теплоносителей противотоком.

2. В аппарате требуется охладить жидкость от температуры $t_Н$ до температуры $t_К$. Массовый расход жидкости G с теплоёмкостью C. Начальная температура охлаждения воды t_1, удельная теплоёмкость воды $C_в$=4190 Дж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи K. Определить необходимую поверхность теплообмена и расход воды при прямотоке и противотоке.

Значения всех величин принять по последней цифре шифра из таблицы 1.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_н$,°С	100	95	90	85	80	95	77	88	92	97
$t_к$,°С	60	55	50	45	43	57	41	46	53	62
$G\cdot10^2$, кг/ч	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
$C\cdot10^2$, Дж/кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
t_1,ºС	12	15	18	20	22	25	11	13	16	19
$K\cdot10$. Вт/(м^2·К)	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет с оценкой (5 семестр) проводится в устной (по билетам) или письменной форме (тесты с задачами) по всему материалу изучаемого в 5 семестре курса «Процессы и аппараты биотехнологии II»

Билет содержит 2 вопроса из разных тем курса.

БИЛЕТЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ

Билет № 1

1. Виды потерь давления и напора в трубопроводах и их характеристика.
2. Диффузионная модель реальной структуры потока.

Билет № 2

1. Потери давления и напора на трение при ламинарном движении жидкости по трубопроводам различной формы сечения.
2. Классификация и основные параметры насосов.

Билет № 3

1. Уравнение Гагена-Пуазейля.
2. Напор и высота всасывания насоса.

Билет № 4

1. Потери на трение при турбулентном движении жидкости. Критериальное уравнение.
2. Измерение полного напора насоса

Билет № 5

1. Коэффициент трения при движении жидкости в режиме гладкого, смешанного трения и в автомодельном режиме.
2. Кавитационные и инерционные потери.

Билет № 6

1. Коэффициент местного сопротивления. Виды местных сопротивлений на трубопроводах.
2. Принцип действия центробежных насосов.

Билет № 7

1. Потери напора и давления на преодоление местных сопротивлений.
2. Основное уравнение центробежных машин Эйлера.

Билет № 8

1. Определение общих потерь напора и давления при движении жидкостей по трубопроводам.
2. Действительный напор и производительность центробежного насоса.

Билет № 9

1. Виды гидромеханического движения в аппаратах. Гидравлическое сопротивление при движении твердых частиц в жидкостях.
2. Законы пропорциональности и характеристики центробежных насосов.

Билет № 10

1. Сила сопротивления среды, потеря давления и коэффициент сопротивления при различных режимах движения твердых частиц.
2. Работа насосов на сеть и совместная работа насосов.

Билет № 11

1. Скорость осаждения. Максимальный и минимальный диаметр частиц.
2. Принцип действия и типы поршневых насосов.

Билет № 12

1. Связь критериев Рейнольдса и Архимеда при движении твердых частиц в жидкостях.
2. Производительность поршневых насосов и коэффициент подачи (объемный к.п.д.).

Билет № 13

1. Сопротивление зернистого слоя в условиях внутренней задачи гидравлики.
2. Подача поршневых насосов и способы улучшения ее равномерности.

Билет № 14

1. Общий коэффициент сопротивления при различных режимах движения жидкости через твердые слои.
2. Индикаторная диаграмма насосов простого действия. Индикаторная мощность.

Билет № 15

1. Выражение эквивалентного диаметра каналов через удельную поверхность и порозность зернистого слоя.
2. Специальные центробежные и поршневые насосы.

Билет № 16

1. Эквивалентный диаметр каналов в условиях внешней задачи гидравлики. Фактор формы.
2. Ротационные насосы: шестеренчатые, пластинчатые винтовые.

Билет № 17

1. Истинная и фиктивная скорость потока жидкости.
2. Осевые и вихревые насосы.

Билет № 18

1. Критерий Рейнольдса и сопротивление твердого слоя в условиях внешней и внутренней задачи гидравлики и при фильтровании.
2. Струйные насосы, газлифты и Монтежю.

Билет № 19

1. Режимы работы твердых слоев при движении через них жидкостей или газов.
2. Сравнение и области применения насосов различных типов.

Билет № 20

1. Сопротивление твердого слоя в режиме псевдоожижения и число псевдоожижения.
2. Степень сжатия, классификация и характеристики процессов сжатия компрессорных машин.

Билет № 21

1. Критерии Рейнольдса и скорости начала псевдоожижения и свободного витания.
2. К.п.д. компрессорных машин.

Билет № 22

1. Порозность псевдоожиженного слоя.
2. Типы поршневых компрессоров.

Билет № 23

1. Виды двухфазных потоков. Критерий Вебера.
2. Индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Мертвое пространство.

Билет № 24

1. Барботаж. Основные характеристики газо-жидкостного потока (пены).
2. Теоретическая и действительная производительность, коэффициент подачи.

Билет № 25

1. Критический расход газа, диаметр пузырей и критерий Рейнольдса при различных режимах движения газа.
2. Предельная степень сжатия.

Билет № 26

1. Влияние диаметра пузырей на их форму.
2. Схемы многоступенчатого сжатия, его индикаторная и энтропийная диаграммы.

Билет № 27

1. Критерий Рейнольдса, эквивалентный диаметр и линейная массовая скорость орошения при движении пленки жидкости под действием силы тяжести.
2. Поршневые и центробежные вентиляторы, газодувки и компрессоры

Билет № 28

1. Режимы движения пленок жидкости и значения критериев Рейнольдса для них.
2. Роторные компрессорные машины.

Билет № 29

1. Средняя скорость и толщина плёнки при различных режимах течения.
2. Виды и характеристики вакуум-насосов.

Билет № 30

1. Приведенная толщина пленки и критерий Галилея.
2. Сравнение и области применения компрессорных машин различных типов.

Билет № 31

1. Физическая модель стекания пленки при контакте с газом. Точка захлебывания и брызгоунос.
2. Физическая модель перемешивания и критериальное уравнение процесса.

Билет № 32

1. Поле скоростей жидкости в аппарате. Время пребывания частиц жидкости в аппарате и выходные кривые (кривые отклика).
2. Модифицированные критерии, критерий мощности и критериальные уравнения перемешивания.

Билет № 33

1. Время пребывания частиц в аппаратах идеального вытеснения, идеального смешения и смешанного типа.
2. Классификация мешалок по типу создаваемого потока жидкости. Конструкции лопастных мешалок.

Билет № 34

1. Зависимости концентрации индикатора от времени пребывания частиц в аппаратах идеального смешения.
2. Пропеллерные и турбинные мешалки.

Билет № 35

1. Зависимости концентрации индикатора от времени пребывания частиц в реальных аппаратах.
2. Специальные (барабанные, дисковые и вибрационные) мешалки.

Билет № 36

1. Ячеечная модель реальной структуры потока.
2. Перемешивание сжатым газом и схема расчета пневматических мешалок.

Перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой (5 семестр)
(ПК-4: ИПК-4.1, ИПК- 4.2, ИПК-4.3):

1. Виды потерь давления и напора в трубопроводах и их характеристика.
2. Потери давления и напора на трение при ламинарном движении жидкости по трубопроводам различной формы сечения.
3. Уравнение Гагена-Пуазейля.
4. Потери на трение при турбулентном движении жидкости. Критериальное уравнение.
5. Коэффициент трения при движении жидкости в режиме гладкого, смешанного трения и в автомодельном режиме.
6. Коэффициент местного сопротивления. Виды местных сопротивлений на трубопроводах.
7. Потери напора и давления на преодоление местных сопротивлений.
8. Определение общих потерь напора и давления при движении жидкостей по трубопроводам.
9. Виды гидромеханического движения в аппаратах. Гидравлическое сопротивление при движении твердых частиц в жидкостях.
10. Сила сопротивления среды, потеря давления и коэффициент сопротивления при различных режимах движения твердых частиц.
11. Скорость осаждения. Максимальный и минимальный диаметр частиц.
12. Связь критериев Рейнольдса и Архимеда при движении твердых частиц в жидкостях.

13. Сопротивление зернистого слоя в условиях внутренней задачи гидравлики.
14. Общий коэффициент сопротивления при различных режимах движения жидкости через твердые слои.
15. Выражение эквивалентного диаметра каналов через удельную поверхность и порозность зернистого слоя.
16. Эквивалентный диаметр каналов в условиях внешней задачи гидравлики. Фактор формы.
17. Истинная и фиктивная скорость потока жидкости.
18. Критерий Рейнольдса и сопротивление твердого слоя в условиях внешней и внутренней задачи гидравлики и при фильтровании.
19. Режимы работы твердых слоев при движении через них жидкостей или газов.
20. Сопротивление твердого слоя в режиме псевдоожижения и число псевдоожижения.
21. Критерии Рейнольдса и скорости начала псевдоожижения и свободного витания.
22. Порозность псевдоожиженного слоя.
23. Виды двухфазных потоков. Критерий Вебера.
24. Барботаж. Основные характеристики газо-жидкостного потока (пены).
25. Критический расход газа, диаметр пузырей и критерий Рейнольдса при различных режимах движения газа.
26. Влияние диаметра пузырей на их форму.
27. Критерий Рейнольдса, эквивалентный диаметр и линейная массовая скорость орошения при движении пленки жидкости под действием силы тяжести.
28. Режимы движения пленок жидкости и значения критериев Рейнольдса для них.
29. Средняя скорость и толщина плёнки при различных режимах течения.
30. Приведенная толщина пленки и критерий Галилея.
31. Физическая модель стекания пленки при контакте с газом. Точка захлебывания и брызгоунос.
32. Поле скоростей жидкости в аппарате. Время пребывания частиц жидкости в аппарате и выходные кривые (кривые отклика).
33. Время пребывания частиц в аппаратах идеального вытеснения, идеального смешения и смешанного типа.
34. Зависимости концентрации индикатора от времени пребывания частиц в аппаратах идеального смешения.
35. Зависимости концентрации индикатора от времени пребывания частиц в реальных аппаратах.
36. Ячеечная модель реальной структуры потока.
37. Диффузионная модель реальной структуры потока.
38. Классификация и основные параметры насосов.
39. Напор и высота всасывания насоса.
40. Измерение полного напора насоса
41. Кавитационные и инерционные потери.
42. Принцип действия центробежных насосов.
43. Основное уравнение центробежных машин Эйлера.
44. Действительный напор и производительность центробежного насоса.
45. Законы пропорциональности и характеристики центробежных насосов.
46. Работа насосов на сеть и совместная работа насосов.
47. Принцип действия и типы поршневых насосов.
48. Производительность поршневых насосов и коэффициент подачи (объемный к.п.д.).
49. Подача поршневых насосов и способы улучшения ее равномерности.
50. Индикаторная диаграмма насосов простого действия. Индикаторная мощность.
51. Специальные центробежные и поршневые насосы.
52. Ротационные насосы: шестеренчатые, пластинчатые винтовые.
53. Осевые и вихревые насосы.

54. Струйные насосы, газ-лифты и Монтежю.
55. Сравнение и области применения насосов различных типов.
56. Степень сжатия, классификация и характеристики процессов сжатия компрессорных машин.
57. К.п.д. компрессорных машин.
58. Типы поршневых компрессоров.
59. Индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Мертвое пространство.
60. Теоретическая и действительная производительность, коэффициент подачи.
61. Предельная степень сжатия.
62. Схемы многоступенчатого сжатия, его индикаторная и энтропийная диаграммы.
63. Поршневые и центробежные вентиляторы, газодувки и компрессоры
64. Роторные компрессорные машины.
65. Виды и характеристики вакуум-насосов.
66. Сравнение и области применения компрессорных машин различных типов.
67. Физическая модель перемешивания и критериальное уравнение процесса.
68. Модифицированные критерии, критерий мощности и критериальные уравнения.
69. Классификация мешалок по типу создаваемого потока жидкости. Конструкции лопастных мешалок.
70. Пропеллерные и турбинные мешалки.
71. Специальные (барабанные, дисковые и вибрационные) мешалки.
72. Перемешивание сжатым газом и схема расчета пневматических мешалок.

Зачет (6 семестр) проводится в устной (по билетам) или письменной форме по всему материалу изучаемого в 6 семестре курса «Процессы и аппараты биотехнологии II»

Билет содержит 2 вопроса из разных тем курса.

БИЛЕТЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ

Билет № 1

1. Способы переноса тепла и принципы расчета теплообменных аппаратов.
2. Теплоотдача при кипении жидкости.

Билет № 2

1. Тепловые балансы.
2. Основное уравнение теплопередачи для плоской стенки.

Билет № 3

1. Основное уравнение теплопередачи и температурный градиент.
2. Связь коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи.

Билет № 4

1. Закон теплопроводности Фурье.
2. Основное уравнение теплопередачи для цилиндрической стенки.

Билет № 5

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности (уравнение Фурье).

2. Виды взаимного движения теплоносителей.

Билет № 6

1. Теплопроводность плоской стенки.
2. Теплопередача и средняя разность температур при прямотоке теплоносителей.

Билет № 7

1. Теплопроводность цилиндрической стенки.
2. Средняя разность температур при противотоке, смешанном и перекрестном токе.

Билет № 8

1. Физическая модель конвективного теплообмена.
2. Выбор взаимного направления движения теплоносителей.

Билет № 9

1. Закон теплоотдачи Ньютона.
2. Требования к нагревающим и охлаждающим агентам.

Билет № 10

1 Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Фурье-Кирхгофа).
2. Нагревающие агенты в тепловых процессах.

Билет № 11

1. Тепловое подобие граничных условий. Критерий Нуссельта.
2. Охлаждающие агенты и конденсация паров.

Билет № 12

1. Критерии Фурье, Пекле и Прандтля.
2. Конструкции трубчатых теплообменников.

Билет № 13

1. Общие критериальные уравнения теплоотдачи. Критерии Архимеда и Грасгофа.
2. Устройство змеевиковых и пластинчатых теплообменников.

Билет № 14

1. Критериальные уравнения теплоотдачи при движении теплоносителя внутри труб.
2. Оребренные, спиральные теплообменники и устройства для обогрева и охлаждения аппаратов.

Билет № 15

1. Критериальные уравнения теплоотдачи при движении теплоносителя снаружи труб.

2. Расчет трубчатых теплообменных аппаратов.

Билет № 16

1. Теплоотдача в аппаратах с механическим перемешиванием.
2. Схема расчета змеевиковых теплообменных аппаратов.

Билет № 17

1. Теплоотдача при движении теплоносителей в каналах пластинчатых теплообменников и при пленочном течении.
2. Принципы расчета пластинчатых теплообменников.

Билет № 18

1. Теплоотдача в условиях естественной конвекции.
2. Расчет поверхностных конденсаторов.

Билет № 19

1. Теплоотдача в случаях различных видов конденсации пара.
2. Схема расчета тепловых аппаратов смешения (барометрического конденсатора).

Билет № 20

2. Теплопроводность плоской стенки.
2. Теплопередача и средняя разность температур при прямотоке теплоносителей.

Билет № 21

2. Теплопроводность цилиндрической стенки.
2. Средняя разность температур при противотоке, смешанном и перекрестном токе.

Билет № 22

2. Физическая модель конвективного теплообмена.
2. Выбор взаимного направления движения теплоносителей.

Билет № 23

2. Закон теплоотдачи Ньютона.
2. Требования к нагревающим и охлаждающим агентам.

Билет № 24

2 Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Фурье-Кирхгофа).
2. Нагревающие агенты в тепловых процессах.

Перечень вопросов для подготовки к зачету (6 семестр)
(ПК-4: ИПК-4.1, ИПК- 4.2, ИПК-4.3):

1. Способы переноса тепла и принципы расчета теплообменных аппаратов.
2. Тепловые балансы.
3. Основное уравнение теплопередачи и температурный градиент.
4. Закон теплопроводности Фурье.
5. Дифференциальное уравнение теплопроводности (уравнение Фурье).
6. Теплопроводность плоской стенки.
7. Теплопроводность цилиндрической стенки.
8. Физическая модель конвективного теплообмена.
9. Закон теплоотдачи Ньютона.
10. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Фурье-Кирхгофа).
11. Тепловое подобие граничных условий. Критерий Нуссельта.
12. Критерии Фурье, Пекле и Прандтля.
13. Общие критериальные уравнения теплоотдачи. Критерии Архимеда и Грасгофа.
14. Критериальные уравнения теплоотдачи при движении теплоносителя внутри труб.
15. Критериальные уравнения теплоотдачи при движении теплоносителя снаружи труб.
16. Теплоотдача в аппаратах с механическим перемешиванием.
17. Теплоотдача при движении теплоносителей в каналах пластинчатых теплообменников и при пленочном течении.
18. Теплоотдача в условиях естественной конвекции.
19. Теплоотдача в случаях различных видов конденсации пара.
20. Теплоотдача при кипении жидкости.
21. Основное уравнение теплопередачи для плоской стенки.
22. Связь коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи.
23. Основное уравнение теплопередачи для цилиндрической стенки.
24. Виды взаимного движения теплоносителей.
25. Теплопередача и средняя разность температур при прямотоке теплоносителей.
26. Средняя разность температур при противотоке, смешанном и перекрестном токе.
27. Выбор взаимного направления движения теплоносителей.
28. Требования к нагревающим и охлаждающим агентам.
29. Нагревающие агенты в тепловых процессах.
30. Охлаждающие агенты и конденсация паров.
31. Конструкции трубчатых теплообменников.
32. Устройство змеевиковых и пластинчатых теплообменников.
33. Оребренные, спиральные теплообменники и устройства для обогрева и охлаждения аппаратов.
34. Расчет трубчатых теплообменных аппаратов.
35. Схема расчета змеевиковых теплообменных аппаратов.
36. Принципы расчета пластинчатых теплообменников.
37. Расчет поверхностных конденсаторов.
38. Схема расчета тепловых аппаратов смешения (барометрического конденсатора).