

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 « ____ » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Технологические аспекты биотехнологических производств	Код модуля 1135374
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП1 Биотехнология ТОП2 Пищевая биотехнология
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 193 от 11.03.2015 г.

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Гольцев Владимир Арисович	к.т.н., доцент	доцент	Теплофизики и информатики в металлургии	
2	Ермаков Сергей Анатольевич	д.т.н., профессор	профессор	Машины и аппараты химических производств	

Руководитель проектной группы модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ

А.Б. Даринцева

Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

Согласовано:

Дирекция отдела образовательных программ

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

М.А. Безматерных

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

1.1. Объем модуля, 11 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к базовой части образовательной программы. Включает дисциплины: «Процессы и аппараты биотехнологических производств» и «Системы управления биотехнологическими процессами». Изучение дисциплин модуля направлено на освоение студентами основных процессов, протекающих в химических аппаратах биотехнологических производств, знакомство с основным оборудованием, приемами управления биотехнологическими процессами.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной – по выбору студента (ВС)	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
<i>По очной форме обучения</i>									
1. (Б) Процессы и аппараты биотехнологических производств	5, 6	68	17	51	136	152	Экзамен, 18; зачет, 4	288	8
2. (Б) Системы управления биотехнологическими процессами	6	17		34	51	57	Зачет, 4	108	3
Всего на освоение модуля		85	17	85	187	209	26	396	11
<i>По заочной форме обучения</i>									
1. (Б) Процессы и аппараты биотехнологических производств	5, 6	14	10	14	38	250	Экзамен, 18; зачет, 4	288	8
2. (Б) Системы управления биотехнологическими процессами	6	6		8	14	94	Зачет, 4	108	3
Всего на освоение модуля		20	10	22	52	344	26	396	11

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1. Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Процессы и аппараты биотехнологических производств; Системы управления биотехнологическими процессами
3.2. Кореквизиты	Процессы и аппараты биотехнологических производств; Системы управления биотехнологическими процессами

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОП результаты обучения-РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОП, формируемые при освоении модуля
19.03.01/01.01	РО-О6. Способность использовать знания при анализе и расчете основных биотехнологических процессов	<ul style="list-style-type: none">• способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);• способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);• способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия (ПК-7);• готовностью использовать современные системы автоматизированного проектирования (ПК-13).

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК-7	ПК-4	ПК-7	ПК-13
1	(Б) Процессы и аппараты биотехнологических производств	+	+	+	
2	(Б) Системы управления биотехнологическими процессами			+	+

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к программе модуля
«Технологические аспекты биотехнологических производств»

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю
Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю
Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технологические аспекты биотехнологических производств	Код модуля 1135374
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 193 от 11.03.2015 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Гольцев Владимир Арисович	к.т.н., доцент	доцент	Теплофизики и информатики в металлургии	

Руководитель модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Системы управления биотехнологическими процессами» освещает вопросы, связанные с получением информации о ходе химико-технологического процесса.

Цель изучения дисциплины – знакомство с основами теории автоматического управления, методами анализа и синтеза систем управления биотехнологическими процессами, принципами построения систем автоматизации в биотехнологиях. Она способствует формированию у студентов практических навыков, достаточных для профессиональной деятельности в области эксплуатации систем автоматизации в установках и оборудовании для проведения биотехнологических процессов.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия (ПК-7);
- готовностью использовать современные системы автоматизированного проектирования (ПК-13).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы теории автоматического управления;
- элементную базу средств контроля и управления;
- принципы построения систем автоматического управления биотехнологическими процессами;
- назначение, принципы построения и структуру систем автоматического управления процессами биотехнологий

Уметь:

- формулировать требования к системам автоматического управления биотехнологиями;
- проектировать элементы и комплектовать системы автоматического регулирования;
- применять современную компьютерную технику и программное обеспечение для решения такого класса задач;
- применять системы автоматического управления биотехнологическими процессами и объектами в биотехнологиях.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- по владению инструментальными средствами для расчета локальных систем управления в биотехнологиях;
- по владению методами анализа систем автоматического управления и их влияния на качество получаемой продукции;
- по владению методиками расчета локальных систем управления технологическими параметрами, определения свойств объекта управления, выбора типовых законов управления и их параметров настройки.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				6
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	7,65	57
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				6
1.	Аудиторные занятия	14	14	14
2.	Лекции	6	6	6
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	8	8	8
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	94	2,1	94
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Общие сведения об устройствах получения информации о процессе	Общие сведения об устройствах получения информации. Чувствительные элементы (датчики физических величин). Измерительные и корректирующие преобразователи. Входные и выходные величины. Статическая и динамическая характеристика датчика. Порог чувствительности. Основные и дополнительные погрешности датчика. Нормирующие преобразователи. Структурная организация преобразователей. Измерительные устройства, их классификация по виду вырабатываемой измерительной информации. Средства воздействия на процесс. Сигналы дистанционной передачи информации аналоговые и дискретные. Естественный и унифицированный сигнал.
P2	Идентификация объекта регулирования	Определение параметров объекта регулирования. Математическая модель объекта.

P3	Синтез и исследование системы автоматического регулирования	Показатели качества регулирования. Законы автоматического регулирования. Выбор закона регулирования. Расчет оптимальных параметров настройки регулятора. Информационная технология исследования системы автоматического регулирования.
P4	Комплектация типовых систем автоматического регулирования	Первичные измерительные преобразователи (датчики) для измерения важнейших технологических параметров – температуры, давления, уровня, расхода, состава вещества. Программируемые логические контроллеры. Исполнительные механизмы и регулирующие органы. Устройства человеко-машинного интерфейса. Программное обеспечение.
P5	Реализация автоматизированных систем управления объектами и технологическими процессами на базе микропроцессорной техники	Основные типовые узлы автоматического управления (температуры, давления, соотношения расходов). Автоматика безопасности. Совместное функционирование узлов систем автоматического регулирования. Автоматизация технологических процессов и объектов.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)				Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
P1	Общие сведения об устройствах получения информации о процессе	4,4	2	2		2,4	0,4	0,4												2	1								
P2	Идентификация объекта регулирования	22,8	4	2	2	18,8	0,8	0,4	0,4	18					1														
P3	Синтез и исследование системы автоматического регулирования	35	14	4	10	21	3	1	2	18					1														
P4	Комплектация типовых систем автоматического регулирования	26,4	20	6	14	6,4	4,4	1,4	3											2	1								
P5	Реализация автоматизированных систем управления объектами и технологическими процессами на базе микропроцессорной техники	15,4	11	3	8	4,4	2,4	0,8	1,6											2	1								
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	51	17	0	34	53	11	4	0	7				36	0	0	0	0	0	6	6	0						
	Всего по дисциплине (час.):	108	51			57	В т.ч. промежуточная аттестация																4	0	0	0			

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)		Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет
P1	Общие сведения об устройствах получения информации о процессе	6	1	1		5	3	3													2	1					
P2	Идентификация объекта регулирования	22	1	1		21	3	3							1												
P3	Синтез и исследование системы автоматического регулирования	27	2	1	1	25	7	3	4						1												
P4	Комплектация типовых систем автоматического регулирования	29	6	1	5	23	21	3	18												2	1					
P5	Реализация автоматизированных систем управления объектами и технологическими процессами на базе микропроцессорной техники	20	4	2	2	16	14	6	8												2	1					
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	14	6	0	8	90	48	18	0	30	0	36	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0				
	Всего по дисциплине (час.):	108	14			94	В т.ч. промежуточная аттестация																4	0	0	0	

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

По очной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Датчики температуры с естественными выходными сигналами	4
P4	2	Исследование работы многоканального измерителя температуры УКТ–38	2
P2, P3	3	Исследование работы систем позиционного регулирования на базе контроллера ПЛК–150	4
P5	4	Бесконтактное измерение температуры	4
P3, P4	5	Исследование работы датчиков и регулятора уровня	4
P4	6	Изучение методов и средств измерения расхода газов и жидкостей	4
P3, P4	7	Исследование работы автоматической системы регулирования на базе ПЛК «Siemens S7 300» и SCADA системы WinCC	4
P5	8	Изучение программируемого логического контроллера ПЛК150 и работа в интегрированном пакете CoDeSys	4
P3	9	Исследование работы автоматической системы регулирования на базе регулятора TPM 10PIC	4
Всего:			34

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Датчики температуры с естественными выходными сигналами	1
P4	2	Исследование работы многоканального измерителя температуры УКТ–38	1
P5	3	Бесконтактное измерение температуры	2
P3, P4	4	Исследование работы датчиков и регулятора уровня	2
P4	5	Изучение методов и средств измерения расхода газов и жидкостей	2
Всего:			8

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено.

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Для очной и заочной формы обучения:

РГР1. Синтез и исследование системы автоматического регулирования

РГР2. Комплектация системы автоматического регулирования и построение функциональной схемы по ГОСТ 21404-85.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Для очной и заочной формы обучения:

КР1. Законы автоматического регулирования и показатели качества регулирования.

КР2. Технические средства получения первичной технологической информации.

КР3. Типовые узлы систем автоматического регулирования металлургических агрегатов.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2												
P3	*											
P4	*											
P5				*				*				

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**
9. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Волчкевич, Леонид Иванович. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие / Л.И. Волчкевич.— Москва: Машиностроение, 2007 .— 380 с.
<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=726>.
2. Сажин, Сергей Григорьевич. Приборы контроля состава и качества технологических сред: / С.Г. Сажин.— Москва : Лань, 2012 .— 432 с. :
<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3552>.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Фрайден Дж. Современные датчики: Справочник – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.; 2006.
2. Фишер-Криппс А.С. Интерфейсы измерительных систем. Справочное руководство – М.: Изд. дом «Технологии», 2006. – 336 с.
3. Болтон У. Карманный справочник инженера – метролога. – М.: Издательский дом «ДОДЭКА XXI», 2002. – 384 с.
4. Шарин, Юрий Сергеевич. Проектирование элементов и систем автоматизированного производства : Учеб. пособие для средн. спец. учеб. заведений. Ч. 1. Контроль размеров при обработке / Ю. С. Шарин, Б. А. Якимович, Ю. И. Тулаев .— М. : Машиностроение, 1995 .— 112 с. — (Для техникумов) .— рекомендовано в качестве учебного пособия .— ISBN 5-217-02612-X : 6500.00.
5. Теория автоматического управления: Учебник для вузов машиностр. специальностям вузов / В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов и др.: Под ред. Ю.М. Соломенцева .— 2-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 1999 .— 268 с. — Авт. указ. на обороте тит. л. — без грифа.
6. Суханов, Евгений Леонидович. Автоматизация технологических процессов : конспект лекций и справ. данные / Е.Л. Суханов ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2004 .— 139 с.
7. Рей, Уиллис Хармон. Методы управления технологическими процессами / Пер. с англ. А.М. Шафира; Под ред. С.А. Малого .— М. : Мир, 1983 .— 368 с.
8. Чесноков, Юрий Николаевич. Автоматизация проектирования систем и средств управления : Конспект лекций / Ю.Н. Чесноков; Науч. ред. В. В. Муханов; Урал. гос. техн. ун-т .— Екатеринбург : УГТУ, 1998 .— 97 с. — ISBN 5-230-06510-9 : 10.00.
9. Теория автоматического управления : Учебник для вузов / Под ред. Ю.М. Соломенцева .— М. : Машиностроение, 1992 .— 267 с.

9.2. Методические разработки

1. Суханов Е.Л. Автоматизация технологических процессов: Конспект лекций и справочные данные / Е.Л. Суханов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 142 с.
2. Суханов Е.Л. Современные средства контроля и управления технологическими процессами. Методическое пособие / Е.Л. Суханов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 42 с.
3. Суханов Е.Л. Автоматизация промышленных печей и систем очистки газов: Учебное пособие / Е.Л. Суханов. – Екатеринбург: УГТУ, 2009. – 109 с.
4. Датчики температуры с естественными выходными сигналами: методические указания к лабораторной работе № 1 / сост. В.В. Луговкин. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 23 с.

5. Исследование работы многоканального измерителя температуры УКТ–38: методические указания к лабораторной работе № 3 / сост. В.В. Луговкин. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 23 с.
6. Исследование работы систем позиционного регулирования на базе контроллера ПЛК–150: методические указания к лабораторной работе № 10 / сост. В.А. Гольцев. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 21 с.
7. Поверка измерителя-регулятора температуры ТРМ–12: методические указания к лабораторной работе № 4 / сост. В.В. Луговкин. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 19 с.
8. Бесконтактное измерение температуры: методические указания к лабораторной работе №2 / сост. В.А. Гольцев. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 21 с.
9. Исследование работы датчиков и регулятора уровня: методические указания к лабораторной работе №8/ сост. В.В. Луговкин. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 20 с.
10. Изучение методов и средств измерения расхода газов и жидкостей: методические указания к лабораторной работе № 5 / сост. Г.В. Воронов. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 18 с.
11. Изучение преобразователя унифицированного сигнала в цифровой код РМ 1: методические указания к лабораторной работе № 6/ сост. В.В. Луговкин. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 17 с.
12. Исследование работы автоматической системы регулирования на базе регулятора ТРМ 10PIC: методические указания к лабораторной работе № 12 / сост. В.В. Луговкин. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 22 с.
13. Исследование работы автоматической системы регулирования на базе ПЛК «Siemens S7 300» и SCADA системы WinCC: методические указания к лабораторной работе № 13/ сост. В.А. Гольцев. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 20 с.
14. Изучение программируемого логического контроллера ПЛК-150 и работа в интегрированном пакете CoDeSys: методические указания к лабораторной работе № 19 / сост. В.А. Гольцев. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 26 с.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office в составе Word, Excel;

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;
- www.nbmgu.ru/search – Научная библиотека Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова.
- <http://lib.urfu.ru/> – Зональная научная библиотека УрФУ
- Web-портал по средствам и системам компьютерной автоматизации www.asutp.ru;
- Web-портал компании ОВЕН (средства и системы промышленной автоматизации) www.owen.ru;
- Web-портал ОАО "Московский завод тепловой автоматики" www.mzta.ru;
- Web-портал компании Метран www.metran.ru;
- Web-портал ООО «Торговый дом «Теплоприбор»» www.tpchel.ru;
- Web-портал компании "Данфосс" www.danfoss.ru;
- Web-портал компании «Авитек-Плюс» (автоматизированные измерительные технологические комплексы) www.avitec.ru;
- Web-портал ОАО ИПФ СИБНА («Сибнефтеавтоматика») www.sibna.ru;
- Web-портал компании МЕТТЕК (масспектрометры и газоаналитические комплексы) www.mettek.ru;
- Web-портал компании «Взлет» (приборы учета расхода жидкостей и тепловой энергии) www.vzljot.ru;
- Web-портал группы компаний ТЕКОН (средства и системы промышленной автоматизации) www.tecon.ru;

- Web-портал компании Omron (средства автоматизации) omron.ru;
- Web-портал компании РТСофт (средства и системы промышленной автоматизации) www.rtsoft.ru;
- Web-портал компании ProSoft (средства и системы промышленной автоматизации) www.prosoft.ru;
- Web-ресурс по датчикам для измерения и автоматизации www.sensor.ru;
- Web-портал компании ООО «Уралэкоавтоматика» (средства автоматического контроля и регулирования технологических процессов) www.uralekoavtomatika.sky.ru
- <http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru
- Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
- Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>
- Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru/> – режим доступа свободный

9.5. Электронные образовательные ресурсы

ММИР Автоматика. Код доступа <http://media.ls.urfu.ru/518>.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран. Лекционная аудитория, оборудованная компьютером, видеопроектором и (или) интерактивной доской.

Лабораторные работы должны выполняться в специализированном лабораторном зале, оснащённом лабораторным практикумом по автоматике (аудитория Х-513), включающим 12 специализированных установок для изучения задач автоматике.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Системы управления биотехнологическими процессами"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Текущая работа на лекциях (17)</i>	6, 1-8	10
<i>СРС: выполнение расчетно-графической работы №1</i>	6, 2-4	45
<i>СРС: выполнение расчетно-графической работы №2</i>	6, 5-8	45
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Качество выполнения лабораторного эксперимента и оформления отчета</i>	6, 9-17	40
<i>Контрольная работа 1</i>	6, 10	20
<i>Контрольная работа 2</i>	6, 12	20
<i>Контрольная работа 3</i>	6, 14	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
"Системы управления биотехнологическими процессами"

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
"Системы управления биотехнологическими процессами"

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Из предложенного списка выберите верный вариант.

Вопрос № 1. Какая из приведенных формулировок соответствует понятию "устойчивость"?

- 1) Это способность автоматического регулятора не допускать изменения режима в объекте управления при любых возмущающих воздействиях на него.
- 2) Это свойство объекта управления возвращаться в заданный режим после выхода из него в результате какого-либо воздействия.
- 3) Это свойство объекта управления не реагировать на производимые воздействия изменением своего режима.
- 4) Это свойство системы автоматического регулирования возвращаться в установившийся режим после выхода из него в результате какого-либо воздействия.
- 5) Это свойство автоматического регулятора не реагировать на любые возмущающие воздействия, кроме главного.

Вопрос № 2. Что называется критериями устойчивости АСР?

- 1) Это косвенные признаки, позволяющие судить об устойчивости системы, не решая ее характеристического уравнения.
- 2) Это свойство системы автоматического регулирования возвращаться в заданный или близкий к нему установившийся режим после выхода из него в результате какого-либо воздействия.

- 3) Это совокупность показателей качества процесса автоматического регулирования устойчивой системы.
- 4) Это условия, которым должны удовлетворять корни характеристического уравнения системы, находящейся на границе устойчивости.
- 5) Это признаки, определяющие возможность перевода системы из любого ее начального состояния в заданное за конечный интервал времени путем приложения некоторого управляющего воздействия.

Вопрос № 3. Для устойчивости АСР необходимо и достаточно чтобы...

- 1) вещественные части корней характеристического уравнения АСР были положительны.
- 2) корни характеристического уравнения АСР были мнимыми.
- 3) корни характеристического уравнения АСР были вещественными.
- 4) вещественные части корней характеристического уравнения АСР были отрицательны.
- 5) порядок характеристического уравнения АСР был не выше второго.

Вопрос № 4. Алгебраический критерий устойчивости Вышнеградского используется для АСР, у которых порядок характеристического уравнения ...

- 1) не выше второго
- 2) выше третьего
- 3) любой
- 4) не ниже третьего
- 5) не выше третьего

Вопрос № 5. Что называется параметрической областью устойчивости АСР?

- 1) Это совокупность параметров настройки регулятора, при которых система устойчива.
- 2) Это совокупность свойств объекта регулирования, при которых система устойчива.
- 3) Это совокупность допустимых значений показателей качества регулирования.
- 4) Это область расположения корней характеристического уравнения АСР, в которой система устойчива.
- 5) Это область расположения графика амплитудно-фазовой характеристики АСР, в которой система устойчива.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Разработать и скомплектовать систему автоматического регулирования:

1. соотношения топливо-воздух для топливосжигающего устройства;
2. регулирования давления в рабочем пространстве агрегата;
3. регулирования уровня жидкости в емкости.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Что называют автоматическим регулированием? Какие элементы образуют АСР?
2. Что называют рассогласованием, возмущающим и регулирующим воздействием?
3. Какие показатели характеризуют качество регулирования и что каждый из них выражает?
4. Что называется перерегулированием и как его оценивают?
5. Что понимают под законом регулирования? Дайте характеристику пропорционального и интегрального законов.
6. В чем заключается смысл введения в закон регулирования дифференциального звена?
7. Что называют позиционным регулированием? Понятие об идеальном и реальном двухпозиционном регуляторе.

8. Дайте характеристику пропорционально-интегрально-дифференциального закона регулирования.
9. Пользуясь принципиальной схемой, расскажите о работе пропорционально-интегрально-дифференциальной АСР температуры.
10. Измерительный прибор, измерительный преобразователь, измерительная система. Статические и динамические характеристики измерительных преобразователей.
11. Погрешности измерений. Методы повышения точности измерений.
12. Общие принципы построения ГСП. Классификация приборов и устройств ГСП Типовые конструкции и унифицированные сигналы ГСП.
13. Структура измерительного преобразователя ГСП. Соединение звеньев канала измерения
14. Основы измерения температур. Температурные шкалы.
15. Принцип действия, конструкция и применение газовых, жидкостных и конденсационных манометрических термометров.
16. Термоэлектрический эффект. Законы термоэлектричества.
17. Введение поправки на температуру свободных концов термопары.
18. Конструкции термопар и материалы для их изготовления.
19. Способы компенсации изменения температуры свободных концов термопары.
20. Основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термопар.
21. Материалы для изготовления и устройство термометров сопротивления.
22. Измерительные приборы термометров сопротивления. Двух, трех и четырехпроводные схемы подключения термометров сопротивления.
23. Теоретические основы измерения температуры бесконтактным способом. Классификация пирометров излучения.
24. Принцип действия, конструкция и применение квазимонохроматических пирометров.
25. Принцип действия, конструкция и применение пирометров спектрального отношения.
26. Принцип действия, конструкция и применение пирометров полного излучения.
27. Особенности измерения температур твердых тел и поверхностей.
28. Жидкостные приборы для измерения давления и разности давлений.
29. Мембранные и сильфонные приборы для измерения давления и разности давлений.
30. Конструкция, принцип действия и применение электрических манометров.
31. Конструкция, принцип действия и применение ультразвуковых преобразователей для измерения расхода.
32. Сущность метода переменного перепада давления для измерения расхода сред.
33. Конструкции стандартных и нестандартных сужающих устройств при измерении расхода методом переменного перепада давления.
34. Измерение расхода методом постоянного перепада давления. Конструкция ротаметра.
35. Измерение расхода приборами скоростного напора.
36. Тахометрические устройства для измерения расхода и количества вещества.
37. Электромагнитные устройства для измерения расхода и количества вещества.
38. Конструкция, принцип действия и применение поплавковых и буйковых уровнемеров.
39. Конструкция, принцип действия и применение гидростатических уровнемеров.
40. Конструкция, принцип действия и применение электрических уровнемеров.
41. Конструкция, принцип действия и применение радиоизотопных уровнемеров.
42. Конструкция, принцип действия и применение ультразвуковых и акустических уровнемеров.
43. Физические основы оптико-абсорбционного метода анализа газов.
44. Газоанализаторы инфракрасного поглощения.
45. Термокондуктометрические газоанализаторы.
46. Термомагнитные газоанализаторы.
47. Архитектура программируемого логического контроллера (ПЛК).
48. Внешние интерфейсы и цикл работы программируемого логического контроллера (ПЛК).

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технологические аспекты биотехнологических производств	Код модуля 1135374
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 193 от 11.03.2015 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Ермаков Сергей Анатольевич	д.т.н., профессор	профессор	Машины и аппараты химических производств	

Руководитель модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 6 от "24" июня 2016 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологических производств» относится к базовой части образовательной программы. Данная дисциплина освещает общие подходы к рассмотрению явлений и процессов биотехнологии, к постановке технологических задач, к возможности математического описания и анализа, различных биотехнологических процессов.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе освоения математических и естественнонаучных дисциплин (высшая математика, химия, физика, физическая химия). Знания, полученные студентами в ходе изучения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологических производств», будут востребованы в дальнейшем при изучении дисциплин «Системы управления биотехнологическими процессами», «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств».

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологических производств» посвящена рассмотрению законов гидравлики (движения и равновесия жидкостей), теоретических основ механических, гидромеханических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, конструкций типовых аппаратов. Даны подходы к математическому моделированию основных процессов биотехнологии, изложены методы расчета и принципы рационального аппаратного оформления. Дисциплина включает обширный лабораторный практикум.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью к самореализации и самообразованию (ОК-7);
- способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда (ПК-4);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия (ПК-7).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

явления переноса импульса, массы и энергии; принципы физического моделирования биотехнологических процессов; основные уравнения движения газов и жидкостей; влияние гидравлических условий на скорость протекания процессов биотехнологии; основные машины для транспортирования жидкостей и сжатия газов; основы теории тепло- и массообмена; методы расчета высокоэффективных тепло- и массообменных аппаратов; основы теории процессов в химических реакторах; основные аппараты и оборудование биотехнологии; методику выбора биореактора и расчета процесса в нем.

Уметь:

определять характер движения жидкостей и газов; проводить гидравлический расчет трубопроводов и аппаратов; применять законы гидромеханики при разработке и проектировании процессов и аппаратов биотехнологии; определять основные характеристики биохимических процессов, процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного биотехнологического процесса.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

владеть практическими навыками решения типовых задач по гидравлике; методами определения технологических и экономических показателей работы аппаратов; методами выбора машин для транспортирования жидкостей и газов; методами выбора конструкции промышленных аппаратов.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5	6
1.	Аудиторные занятия	136	136	68	68
2.	Лекции	68	68	34	34
3.	Практические занятия	17	17		17
4.	Лабораторные работы	51	51	34	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	152	24,4	76	76
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	Э	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	288		144	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	8		4	4

По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5	6
1.	Аудиторные занятия	38	38	18	20
2.	Лекции	14	14	8	6
3.	Практические занятия	10	10		10
4.	Лабораторные работы	14	14	10	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	250	9,7	126	124
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	Э	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	288		144	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	8		4	4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Гидромеханические процессы и аппараты	<p>Предмет, цели и задачи курса ПАБТ. Классификация основных процессов биотехнологии. Основные понятия и законы, лежащие в основе науки о ПАБТ. Значение изучения курса при подготовке бакалавров направления “Биотехнология”.</p> <p>Гидравлика как прикладная наука. Краткая история развития. Основные разделы. Задачи гидравлики. Капельные и упругие жидкости. Объемные (массовые) и поверхностные силы, действующие на жидкость. Основные физические свойства и параметры состояния реальных производств. Представление о жидкостях как о сплошных средах. Понятия о реальной и идеальной жидкостей: плотность, сжимаемость, вязкость. Неньютоновские жидкости.</p> <p>Гидростатическое давление. Единицы. Два свойства гидростатического давления. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Эйлера). Основ-</p>

ное уравнение гидростатики (уравнение Паскаля). Практическое приложение основного уравнения гидростатики: Гидравлический пресс, сообщающиеся сосуды, барометр, дымовая труба, сифон, расчет. Разрывные усилия в трубах и резервуарах. Сила давления на стенки сосуда: плоскую и криволинейную, центр давления. Прямолинейное и вращательное движение сосуда с жидкостью. Поверхность равного давления.

Основные понятия и определения гидродинамики. Внешняя и внутренняя задачи гидродинамики. Местная и мгновенная скорость. Установившиеся и неустановившиеся виды движения. Траектория движения. Линия тока. Элементарная струйка и ее свойства. Трубка тока. Объемный элементарный расход жидкости. Уравнение неразрывности движения для элементарной струйки капельной жидкости при установившемся движении. Поток жидкости. Струйная модель потока. Основные кинематические характеристики потока жидкости: живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, средняя скорость. Виды движения потока жидкости. Основное уравнение гидродинамики. Уравнение неразрывности для стационарного и нестационарного движения жидкости (материальный баланс потока). Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Уравнение Бернулли. Обобщенный вид уравнения Бернулли для реальных жидкостей. Практическое применение уравнения Бернулли: истечение жидкости из отверстия, набегание текучей среды в коммуникациях переменного сечения, водомер Вентури. Дифференциальные уравнения движения реальной жидкости (уравнения Навье-Стокса). Трудности использования системы этих уравнений для решения большинства практических задач и пути их преодоления. Подобные преобразования уравнений Навье-Стокса. Основные критерии гидродинамического подобия: Эйлера, Рейнольдса, Фруда. Производные критерии Галилея и Архимеда. Физический смысл критериев. Обобщенное уравнение гидродинамики. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный, Опыт Рейнольдса. Критерий Рейнольдса. Физический смысл, критические значения. Определение скоростей в потоке при ламинарном режиме течения. Уравнение Пуазейля. Турбулентный режим течения. Основные характеристики: интенсивность турбулентности, масштаб турбулентности. Общие понятия. Потери напора (давления) на трение и местные сопротивления. Коэффициенты сопротивления по длине и коэффициенты местных сопротивлений. Сопротивление трения при ламинарном и турбулентном движении жидкости в трубах. Влияние поверхности трубопровода на коэффициент трения. Местные сопротивления. Расчет потерь напора с учетом местных сопротивлений. Примеры местных сопротивлений: места резкого расширения и сужения, при истечении через отверстия, при повороте струи в колене.

Истечение жидкости через малые незатопленные отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты скорости, сжатия струи, расхода. Влияние на них характера движения жидкости, формы отверстия и расположения их. Форма вытекающей струи. Истечение через большие незатопленные отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Типы насадков. Закономерности истечения жидкости через цилиндрический насадок. Расчет величины разряжения и предельного напора в цилиндрическом насадке. Гидравлические характеристики насадок: внутренний цилиндрический насадок, конический сходящийся насадок, коноидальный насадок, комбинированные насадки. Энергетические характеристики насадок. Истечение жидкости при неустановившемся движении. Опорожнение сообщающихся сосудов. Основные явления при обтекании тел потоком. Виды и природа сопротивлений. Осаждение твердых частиц в текущей среде. Скорость осаждения. Закон Стокса. Определение скорости осаждения методом П.В. Лященко. Физическая картина процесса гидравлического удара. Расчет повышения давления при гидравлическом ударе и скорости распространения ударной волны. Меры по предотвращению разрушений от гидравлических ударов. Основные определения и структурные характеристики зернистых и пористых слоев. Порозность, размер частиц, их форма. Удельная поверхность, эквивалентные диаметры каналов, фактор формы, фиктивная скорость. Определение потерь напора при движении жидкости через зернистый слой. Влияние характера движения жидкости на коэффициент сопротивления. Гидродинамика псевдооживленного слоя зернистых материалов. Роль псевдооживления для интенсификации процессов теплообмена. Характеристики псевдооживленного состояния. Скорость начала псевдооживления, витания и уноса. Число псевдооживления. Однородное и неоднородное псевдооживление. Расчет гидравлического сопротивления псевдооживленных слоев.

Основные характеристики пленочного течения. Критерий Рейнольдса. Разделение скоростей в пленке стекающей жидкости. Волновое и турбулентное течение пленки жидкости. Влияние шероховатостей и поверхностно-активных веществ на пленочное течение жидкости. Условия стабильности пленочного течения. Течение пленки с учетом движения газа.

Распределение времени пребывания жидкости в аппаратах. Значение характера распределения частиц потока в аппарате на его работу. Методы определения структуры потока в аппарате. Модели идеального вытеснения и идеального перемешивания. Математическое описание других промежуточных моделей. Диффузионная и ячеечная модели.

Перемешивание. Цели перемешивания. Способы перемешивания. Характеристики перемешивающих устройств. Интенсивность перемешивания. Обобщенное

уравнение гидродинамики для процессов перемешивания. Вывод. Механические перемешивающие устройства. Типы мешалок, их характеристики, достоинства. Пневматическое перемешивание.

Перемещение жидкостей. Насосы. Газлифты. Монтаж. Классификация насосов Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, высота всасывания и нагнетания. Центробежные насосы. Принцип действия и устройства. Основное управление центробежных насосов. Связь между производительностью, давлением, мощностью и КПД. Законы пропорциональности. Характеристика насоса. Работа насоса на сеть и рабочая точка. Параллельная и последовательная работа насоса. Поршневые насосы. Принцип действия и устройство. Объемный КПД. Насосы простого, двойного и тройного действия. Графики подачи. Выравнивание подачи воздушными колпаками. Регулирование производительности. Сравнительная оценка и выбор насосов, область применения.

Перемещение и сжатие газов. Компрессорные машины. Термодинамические основы процесса сжатия газов. Процессы сжатия газов. Индикаторная диаграмма. Классификация компрессоров. Основные параметры компрессоров: производительность, индикаторная мощность и давление, коэффициент подачи. Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры и газодувки. Центробежные машины. Осевые вентиляторы и компрессоры. Вакуум-насосы. Принцип действия и устройства.

Разделение неоднородных систем. Классификация неоднородных систем и их характеристика. Основные способы разделения и их экологическое значение. Общие закономерности движения частиц в газе или жидкости. Разделение газовых неоднородных систем. Разделение газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Конструкции аппаратов для разделения газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Принцип работы. Расчет аппаратов для разделения газовых неоднородных систем. Разделение газовых неоднородных систем под действием инерционных и центробежных сил. Основные особенности и закономерности данного разделения. Инерционные пылеуловители и отстойные газоходы. Конструктивные особенности, принцип действия, достоинства и недостатки. Центробежные пылеуловители – циклоны. Принцип работы, область применения, оценка работы. Время осаждения частиц в циклоне. Пути увеличения эффективности работы циклонов. Электрическая очистка газа от пыли и тумана. Электроосадители: принцип работы, скорость осаждения и степень улавливания пыли, КПД. Факторы, влияющие на работу электроосадителя. Промывка газа от пыли и тумана. Скрубберы: принцип работы, конструктивные особенности, область применения, достоинства и недостатки. Фильтрация

		<p>газов. Общие закономерности. Конструкции фильтров: принцип работы, область применения, достоинства и недостатки. Разделение жидких неоднородных систем. Особенности и закономерности процесса отстаивания. Флотация. Конструкции отстойников. Принцип работы, конструктивные особенности, области применения, сравнительная характеристика. Фильтрация жидких неоднородных систем. Теория фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение скорости фильтрации и толщины осадка. Конструкции фильтров: принципы работы, области применения, сравнительная характеристика. Центрифугирование жидких неоднородных систем. Фактор разделения. Конструкции центрифуг. Принцип их работы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Сверхцентрифуги.</p> <p>Измельчение твердых материалов. Физико-химические основы измельчения. Расход энергии. Крупное дробление. Среднее дробление. Мелкое дробление. Дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления. Тонкое измельчение. Сверхтонкое измельчение. Мельницы. Классификация и сортировка материалов. Грохочение. Гидравлическая классификация и воздушная сепарация. Смешение твердых материалов.</p>
P2	Тепло- массообменные процессы и аппараты	<p>Нагревание, охлаждение, конденсация. Общие сведения и основные понятия теории теплообмена.</p> <p>Внутренний и внешний методы составления тепловых балансов. Механизмы передачи тепла. Движущая сила процесса. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки при установившемся режиме.</p> <p>Передача тепла конвекцией. Механизм естественной и принудительной конвекции. Закон Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье –Кирхгофа. Критерии теплового подобия. Критериальное уравнение конвективного теплообмена. Тепловой пограничный слой. Совместная передача тепла теплопроводностью и конвекцией. Механизм переноса тепла от среды к среде через разделяющую плоскую однослойную и многослойную стенку. Основное уравнение теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередаче. Определение средней движущей силы при различном направлении движения теплоносителей. Передача тепла излучением. Основные понятия и определения. Механизм излучения и поглощения тепла. Закон Стефана – Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен излучением между твердыми телами. Особенности излучения газов. Совместная передача тепла конвекцией и излучением. Теплообменные аппараты. Принципы работы, конструктивные особенности, выбор направления движения сред, достоинства и недостатки. Сравнительная характеристика теплообменников. Теплоотдача от конденсирующего пара. Механизм передачи тепла от конденсирующегося пара. Капельная и пленочная кон-</p>

денсация. Аппараты для нагрева паром. Потери тепла и тепловая изоляция. Расчет потерь тепла и толщина теплоизоляции аппарата. Виды тепловой изоляции. Критерий Грасгофа.

Выпаривание. Поверхностное испарение и кипение. Температура кипения раствора. Упругость пара над раствором. Закон Рауля. Правило линейности Павлова. Материальный и тепловой баланс выпаривания. Выпаривание под вакуумом. Закономерности теплоотдачи от стенки к кипящей жидкости. Кипение в большом объеме и в трубах. Явления, сопровождающие выпаривание растворов, и меры по их устранению. Конструкции выпарных аппаратов. Принцип работы. Многокорпусные выпарные установки. Температурные депрессии.

Основы массопередачи. Основные виды процессов массопередачи. Механизм переноса массы из фазы в фазу через плоскую и сферическую границу раздела. Движущая сила процесса. Молекулярная диффузия. Турбулентная диффузия. Конвективный массообмен (естественная и принудительная конвекция). Преобразование дифференциальных уравнений переноса массы методами теории подобия. Критерии диффузионного подобия. Критериальное уравнение конвективного массообмена. Основное уравнение массопередачи. Средняя движущая сила процесса переноса массы. Определение площади поверхности контакта фаз. Основы расчета высоты единиц переноса и числа единиц переноса.

Массообмен между газовой и жидкой фазами (абсорбция). Общие сведения о процессе абсорбции и область его применения. Физическая абсорбция и хемосорбция. Закон Генри. Закон Рауля. Материальный баланс абсорбции. Кинетика абсорбции. Абсорбции через плоскую и сферическую границу раздела. Влияние температуры и гидродинамических условий на скорость абсорбции в биореакторах. Конструкции биореакторов. Аэробные биореакторы. Особенности процесса абсорбции при барботаже кислорода в аэробных биореакторах. Биореакторы с обогревом. Принципы работы. Достоинства и недостатки. Гидродинамические режимы в насадочных и барботажных абсорберах. Батарея абсорберов. Графический метод расчета числа единиц переноса. Конструкции тарелок. Сравнительная характеристика биореакторов и тенденции их совершенствования.

Сушка. Общие сведения о процессе сушки и области практического применения. Сушка под вакуумом. Основные параметры влажного воздуха. Теория «мокрого» термометра. Материальный и тепловой балансы сушки. Диаграмма состояния влажного воздуха Рамзина. Теоретическая и действительная сушка. Кинетика сушки. Механизм процесса сушки. Периоды внешней и внутренней диффузии сушки. Факторы, влияющие на скорость сушки. Потенциал сушки. Общие вопросы режима сушки. Конструкции сушилок. Принципы работы. Сравнительная характеристика сушилок. Специальные

		<p>виды сушки.</p> <p>Жидкостная экстракция. Экстракция в системе жидкость-жидкость. Фазовое равновесие. Кинетика экстракции. Экстракция через плоскую и сферическую границу раздела. Продольное и поперечное перемешивание. Влияние температуры и гидродинамических условий на процесс экстракции. Методы экстракции. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция. Конструкции экстракторов для проведения биотехнологических процессов. Ступенчатые, гравитационные и центробежные. Экстракция в системе твердое – жидкость. Равновесие и скорость растворения. Способы растворения.</p> <p>Мембранные процессы. Виды мембран. Механизм переноса вещества через непористые и пористые мембраны. Мембранные процессы разделения. Диализ. Электродиализ. Осмос. Ультрафильтрация. Аппараты для проведения мембранных процессов.</p> <p>Перегонка и ректификации. Простая перегонка. Периодическая и непрерывная ректификация. Правило Трутона. Материальный баланс колонны. Флегмовое число. Графический способ определения числа теоретических тарелок ректификационной колонны.</p>
--	--	---

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

По очной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Определение фракционного состава твердого материала на вибросите	4
P1	2	Исследование процесса гидравлической классификации твердого материала	4
P1	3	Определение скорости свободного осаждения сферических частиц	4
P1	4	Определение размеров отстойника при консолидированном осаждении суспензий	4
P1	5	Определение удельной площади отстойника непрерывного действия для разбавленных суспензий	4
P1	6	Расчет минимальной поверхности фильтрования непрерывнодействующего фильтра	4
P1	7	Определение констант фильтрования суспензий	4
P1	8	Исследование процесса разделения газовой неоднородной системы в циклоне	6
P2	9	Исследование работы теплообменника непрерывного действия типа «труба в трубе»	4
P2	10	Исследование работы выпарного аппарата с естественной циркуляцией	4
P2	11	Определение коэффициента массоотдачи в газовой фазе при абсорбции	4
P2	12	Исследование процесса сушки твердого тела	5
Всего:			51

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Определение скорости свободного осаждения сферических частиц	4
P1	2	Определение размеров отстойника при консолидированном осаждении суспензий	4
P1	3	Определение констант фильтрования суспензий	2
P2	4	Исследование работы теплообменника непрерывного действия типа «труба в трубе»	2
P2	5	Изучение процесса ректификации бинарной смеси	2
Всего:			14

4.2. Практические занятия

По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Разделение неоднородных систем под действием силы тяжести	2
P1	2	Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы	2
P1	3	Разделение неоднородных систем под действием разности давлений	2
P1	4	Промывка газа от пыли и тумана	2
P2	5	Расчет процесса теплопередачи	1
P2	6	Расчет процесса выпаривания	2
P2	7	Расчет процесса абсорбции	2
P2	8	Расчет процесса сушки	2
P2	9	Расчет процесса ректификации	2
Всего:			17

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Разделение неоднородных систем под действием силы тяжести	1
P1	2	Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы	1
P1	3	Разделение неоднородных систем под действием разности давлений	1
P1	4	Промывка газа от пыли и тумана	1
P2	5	Расчет процесса теплопередачи	1
P2	6	Расчет процесса выпаривания	1
P2	7	Расчет процесса абсорбции	1
P2	8	Расчет процесса сушки	1
P2	9	Расчет процесса ректификации	2
Всего:			10

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

По очной и заочной форме обучения

1. Отстаивание.
2. Фильтрация.
3. Центрифугирование.
4. Теплообменные процессы.
5. Массообменные процессы.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Для очной и заочной формы обучения:

1. Расчет отстойника периодического или непрерывного действия.
2. Расчет циклона.
3. Расчет центрифуги периодического или непрерывного действия.
4. Расчет скруббера.
5. Расчет фильтра периодического или непрерывного действия.
6. Расчет теплообменника.
7. Расчет выпарного аппарата.
8. Расчет сушилки.
9. Расчет ректификационной колонны.
10. Расчет абсорбера.
11. Расчет экстрактора.
12. Расчет кристаллизатора.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Для очной и заочной формы обучения:

1. Отстаивание.
2. Фильтрование.
3. Центрифугирование.
4. Теплообменные процессы.
5. Массообменные процессы.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разра-ботка контента	Другие (указать, какие)
P1	*	*		*	*							
P2	*	*		*	*							

6. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**
7. **ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**
8. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**
9. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов / А.Г. Касаткин. - Изд. 15-е, стер. перепеч. с 9-го изд. 1973 г. - Москва: Альянс, 2009. 750 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию: учеб. пособие для студентов хим.-технол. специальностей вузов / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др.; под ред. Ю.И. Дытнерского. — 5-е изд., стер. перепеч. с изд. 1991 г. — Москва : Альянс, 2010. — 491 с.— ISBN 978-5-903034-87-1.
3. Энгель В.Ю. Гидравлика, гидропневмопривод и гидропневоавтоматика: учеб. пособие / В.Ю. Энгель ; науч. ред. В.А. Дорошенко ; Урал. гос. техн. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. - 256 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии, сельского и рыб. хоз-ва / Д.В. Штеренлихт. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2005. - 656 с.
2. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие для направлений 65320 "Транспорт. машины и транспорт.-технол. комплексы", 651400 "Машиностроит. технологии и оборудование", 657800 "Конструктор.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в". Ч. 1: Основы механики жидкости и газа / А.А. Шейпак; Моск. гос. индустр. ун-т, Ин-т дистанц. образования. - 3-е изд., стер. - М.: МГИУ, 2004 и 2005. - 192 с.
3. Кудинов В.А. Гидравлика: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. (специальностям) в обл. техники и технологии / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - Москва: Высшая школа, 2007. - 175 с.
4. Чугаев Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): учеб. для вузов / Р.Р. Чугаев. - 5-е изд., репр. - Москва: БАСТЕТ, 2008. - 672 с.

9.2. Методические разработки

1. Ермаков С.А. Тепло-массообменные процессы и аппараты химической технологии: лабораторный практикум / С.А. Ермаков, Н.С. Локотанов, А.А. Ермаков, Е.А. Шевченко. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2013. 68 с.
2. Ермаков С.А. Гидромеханические процессы и аппараты химической технологии: учебно-методическое пособие / С.А. Ермаков, Н.С. Локотанов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ - УПИ, 2009. 62 с.
3. Ермаков С.А. Тепло-массообменные процессы и аппараты химической технологии: учебно-методическое пособие / С.А. Ермаков, Г.К. Лисовая, Г.В. Инюшкин. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ - УПИ, 2009. 82 с.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office в составе Word, Excel;
- AutoCAD версия 12;
- MathCAD;

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;
- <http://www.chemport.ru/data>, <http://www.xumuk.ru> - электронные справочники по химии;
- <http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru
- Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
- Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>
- Электронная справочно-информационная система «Химический ускоритель». Иркутский государственный университет. Режим доступа: <http://www.chem.isu.ru/leos/>
- Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: физическая химия. Режим доступа:
http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2519
- Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru/> – режим доступа свободный
- Поисковая система по химии CWM GlobalSearch. Химико-технологический факультет СамГТУ. Режим доступа: <http://chem.samgtu.ru/node/79>
- Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
- Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран, специализированная аудитория кафедры Х-141.

Лабораторные работы должны выполняться в специализированном лабораторном зале кафедры Х-146, по изучению основных закономерностей процессов химической технологии, принципов работы химико-технологического оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Процессы и аппараты биотехнологических производств"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	5, 1-8	34
<i>СРС: выполнение домашней работы</i>	5, 8	30
<i>СРС: выполнение контрольной работы</i>	5, 12	36
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (8)</i>	5, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Теоретический опрос по теме лабораторной работы (8)</i>	5, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Защита отчетов по лабораторным работам (8)</i>	5, 9-16	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	6, 1-8	34
<i>СРС: выполнение домашней работы</i>	6, 8	30
<i>СРС: выполнение контрольной работы</i>	6, 12	36
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	6, 9-16	16
<i>Решение задач по темам практических занятий</i>	6, 9-16	84
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (4)</i>	6, 9-16	4 x 10 = 40
<i>Теоретический опрос по теме лабораторной работы (4)</i>	6, 9-16	4 x 10 = 40
<i>Защита отчетов по лабораторным работам (4)</i>	6, 9-16	4 x 5 = 20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения проекта по модулю	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение расчетов по заданию курсовой работы</i>	6, 1-17	30
<i>Оформление пояснительной записки</i>	6, 1-17	20
<i>Выполнение сборочного чертежа</i>	6, 1-17	30
<i>Посещение консультаций</i>	6, 1-17	10
<i>Нормоконтроль</i>	6, 1-17	10
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,2		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,8		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,5
Семестр 6	0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
"Процессы и аппараты биотехнологических производств"

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
"Процессы и аппараты биотехнологических производств"

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Определить время пребывания частиц в вертикальной трубе пневматической сушилки высотой 5 м. Диаметр частиц 1 мм, плотность 200 кг/м^3 . Температура воздуха, направляемого снизу вверх, 120°C , а скорость его на 25 % больше скорости витания (осаждения) частиц.
2. Определить необходимое число полок пылеосадительной камеры. Длина полок 2 м, ширина 1 м, расстояние между полками 5 см. Наименьший диаметр улавливаемых частиц 20 мкм. Плотность частиц 3000 кг/м^3 , воздуха $0,9 \text{ кг/м}^3$, вязкость воздуха $0,023 \text{ сП}$. Расход воздуха $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.
3. Определить высоту зоны уплотнения в отстойнике диаметром 10 м, если необходимое время уплотнения 10 ч. Производительность отстойника по твердой фазе $2,4 \text{ т/ч}$. Средняя концентрация твердой фазы 40 % (масс), плотность твердой фазы 2600 кг/м^3 , плотность жидкости 1000 кг/м^3 , вязкость 1 сПз .
4. Какое количество влажного осадка накопится на фильтре в результате, фильтрования 10 м^3 пульпы плотностью 1120 кг/м^3 ? Концентрация твердой фазы в пульпе 20 % (масс). Влажность осадка 25 % (масс).
5. Во сколько раз больше скорость осаждения одних и тех же частиц в центрифуге, чем в отстойнике, если барабан центрифуги имеет диаметр 1 м и число оборотов 600 об/мин? Режим осаждения в обоих случаях ламинарный.

6. Рассчитать поверхность фильтрации фильтр-пресса при следующих данных: производительность фильтра по фильтрату $2,25 \text{ м}^3/\text{мин}$, удельное сопротивление осадка $9 \cdot 10^7 \text{ кгс} \cdot \text{мин}/\text{м}^4$, сопротивление фильтрующей ткани $3 \cdot 10^6 \text{ кгс} \cdot \text{мин}/\text{м}^3$, толщина осадка на фильтре 23 мм, отношение объема осадка к объему фильтрата 0,0175, перепад давления $5000 \text{ кгс}/\text{м}^2$, время вспомогательных операций 1 ч.
7. Двухходовой конденсатор состоит из 32 труб диаметром $38 \times 3,5$ мм. По трубам движется вода, нагреваемая от 7 до $80 \text{ }^\circ\text{C}$. В межтрубном пространстве конденсируется $0,5 \text{ кг}/\text{с}$ водяного пара под атмосферным давлением. Определить коэффициент теплопередачи.
8. В выпарной аппарат поступает $1,4 \text{ т}/\text{ч}$ 9 %-го раствора, который упаривается под атмосферным давлением до концентрации 32% (масс.). Разбавленный раствор поступает на выпарку с температурой $18 \text{ }^\circ\text{C}$. Температура кипения в аппарате $105 \text{ }^\circ\text{C}$. Расход греющего пара с избыточным давлением 2 ат и влажностью 4,5 % составляет $1450 \text{ кг}/\text{ч}$. Определить потери тепла аппаратом в окружающую среду.
9. Найти температуру и влагосодержание воздуха, уходящего из теоретической сушилки, если средний потенциал сушки 41 К. Воздух поступает в калорифер при температуре $15 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности 70 %. Энтальпия воздуха, поступающего из калорифера в сушилку $144,2 \text{ кДж}/\text{кг}$. Определить также температуру влажного материала в первом периоде сушки.
10. Определить диаметр и высоту противоточного тарельчатого абсорбера для поглощения аммиака из воздушно-аммиачной смеси водой под атмосферным давлением 735 мм рт. ст. при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Начальное содержание аммиака в газовой смеси 7 % (об.), степень извлечения его 90 %. Расход инертного газа (воздуха) $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (при рабочих условиях). Уравнение линии равновесия в относительных массовых концентрациях $Y^* = 0,61X$. Скорость газа в абсорбера (фиктивная) $0,8 \text{ м}/\text{с}$. Расстояние между тарелками 0,6 м. Средний КПД тарелок 0,62. Коэффициент избытка поглотителя 1,3.
11. Для обогрева куба ректификационной колонны, в которую подается на разделение $6 \text{ т}/\text{ч}$ бензолно-толуольной смеси, имеется пар с избыточным давлением 1 ат. Концентрация исходной смеси 32 % (масс.) бензола. Требуемая концентрация дистиллята 97 % (масс.) бензола; кубового остатка 95 % (масс.) толуола. Определить: 1) массовые расходы дистиллята и кубового остатка; 2) количество тарелок при числе флегмы 3,1 и при среднем КПД тарелок 0,71; 3) расход греющего пара ($\text{кг}/\text{ч}$) и расход воды в дефлегматоре ($\text{м}^3/\text{ч}$) при нагреве воды в нем на 15 К. Влажность греющего пара 5 %. Смесь характеризуется законом Рауля. Тепловые потери принять в размере 3 % от полезно затрачиваемого тепла. Питание подается при температуре кипения.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Основные понятия теории теплообмена. Способы передачи тепла.
2. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи.
3. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье.
4. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона.
5. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа.
6. Совместная передача тепла теплопроводностью и конвекцией.
7. Тепловое подобие. Критерии Нуссельта, Фурье, Пекле, Прандтля.
8. Выбор направления движения теплоносителей, достоинства и недостатки.
9. Теплоотдача от конденсирующегося пара.
10. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.
11. Потери тепла и тепловая изоляция.
12. Теплообменные аппараты. Классификация, принцип работы.
13. Выпаривание.

14. Конструкции выпарных аппаратов.
15. Основные понятия теории массообмена. Механизмы переноса вещества.
16. Перенос вещества молекулярной диффузией. Закон Фика.
17. Перенос вещества турбулентной диффузией.
18. Процесс абсорбции. Кинетика абсорбции.
19. Конструкции абсорберов.
20. Процесс сушки. Механизм процесса сушки. Кинетика сушки.
21. Конструкции сушилок.
22. Процесс ректификации. Периодическая и непрерывная ректификация.
23. Графический способ определения числа теоретических ступеней.
24. Процесс жидкостной экстракции. Кинетика экстракции.
25. Конструкции экстракторов.
26. Процесс кристаллизации. Кинетика кристаллизации.
27. Конструкции кристаллизаторов.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Предмет, цели и задачи курса ПАХТ. Классификация основных процессов химической технологии.
2. Измельчение твердых материалов. Физико-химические основы измельчения.
3. Дробление твердых материалов. Дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления.
4. Измельчение. Мельницы для тонкого и сверхтонкого измельчения.
5. Классификация и сортировка материалов. Грохочение. Гидравлическая классификация и воздушная сепарация.
6. Смешение твердых материалов.
7. Классификация неоднородных систем и их характеристика. Основные способы разделения и их экологическое значение.
8. Общие закономерности движения частиц в газе или жидкости.
9. Разделение газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Скорость осаждения.
10. Конструкции аппаратов для разделения газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Принцип работы.
11. Разделение газовых неоднородных систем под действием инерционных сил. Основные особенности и закономерности данного разделения. Инерционные пылеуловители и отстойные газоходы. Конструктивные особенности, принцип действия, достоинства и недостатки.
12. Разделение газовых неоднородных систем под действием центробежных сил. Основные особенности и закономерности данного разделения. Центробежные пылеуловители – циклоны. Принцип работы, область применения, оценка работы.
13. Электрическая очистка газа от пыли и тумана. Электроосадители: принцип работы, скорость осаждения и степень улавливания пыли, КПД.
14. Факторы, влияющие на работу электроосадителя.
15. Промывка газа от пыли и тумана. Скрубберы: принцип работы, конструктивные особенности, область применения, достоинства и недостатки.
16. Фильтрация газов. Общие закономерности.
17. Конструкции фильтров: принцип работы, область применения, достоинства и недостатки.
18. Разделение жидких неоднородных систем под действием силы тяжести. Особенности и закономерности процесса отстаивания.
19. Конструкции отстойников. Принцип работы, конструктивные особенности, области применения, сравнительная характеристика.
20. Фильтрация жидких неоднородных систем. Теория фильтрования. Основное уравнение фильтрации. Определение скорости фильтрования и толщины осадка.

21. Конструкции фильтров: принципы работы, области применения, сравнительная характеристика.
22. Центрифугирование жидких неоднородных систем. Фактор разделения.
23. Конструкции центрифуг. Принцип их работы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Сверхцентрифуги.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.