

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзаринов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Аппараты и оборудование биотехнологических процессов М1.ДВ.1

Направление подготовки: 020400.68 - Биология

Профиль подготовки: Биотехнология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Багаева Т.В.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Багаева Т. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Багаева Т.В. кафедра биотехнологии ИФМиБ отделение биологии и биотехнологии ,
Tatiana.Bagaeva@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Лекционный курс дисциплины "Аппараты и оборудование биотехнологических процессов" включает основные элементы биотехнологического процесса. На занятиях даются углубленные знания о возможностях периодического и непрерывного культивирования биоагентов. Разнообразие ферментаторов, их специфика при выращивании биологических объектов. Методы и приборное оформление предферментационной обработки и получения целевых продуктов высокой степени очистки.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

М1.ДВ1.1 Студент должен пройти курсы по следующим дисциплинам: Биотехнология, Микробиология, Биохимия, Молекулярная биология

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
пк-10	глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы
пк-2	знает и использует основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способен к системному мышлению

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Знать основы и перспективы развития биотехнологии. Физико-химические свойства жидкости, газов и твердых веществ.

Основные аппараты и оборудование биотехнологических производств.

2. должен уметь:

Уметь решать сложные и перспективные современные биотехнологические задачи. Выбирать необходимое оборудование для различных биотехнологических производств.

3. должен владеть:

Теоретическими знаниями функционирования приборов, которые используются при оформлении различных схем биотехнологического производства;

ориентироваться в специфике аппаратов и оборудовании биотехнологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРИОДИЧЕСКОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ. НЕПРЕРЫВНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ. Переход от периодического к непрерывному процессу. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Классификация непрерывных систем культивирования. Открытая одноступенчатая гомогенно-непрерывная система. Многоступенчатые системы. Гетерогенные непрерывные открытые системы. Замкнутые непрерывные системы.	1	2	1	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха.	1	2	1	1	0	
3.	Тема 3. ФЕРМЕНТАТОРЫ. Ферментаторы с подводом энергии к газовой фазе. Ферментаторы с подводом энергии к жидкой фазе. Ферментаторы с комбинированным подводом энергии. Биореакторы. Принципы сравнения ферментаторов. Масштабирование ферментаторов. Механические и физические методы пеногашения.	1	4	1	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА. Концентрирование и отделение биомассы. Флотирование. Центрифугирование. Сепарирование. ФИЛЬТРОВАНИЕ. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ. Фильтры, применяемые в биотехнологии. Мембранные методы разделения. Ультрафильтрационные установки ИОНООБМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. Иониты. Классификация, строение, свойства. Способы ионного обмена. Оборудование.	1	4	1	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. Общие сведения об экстракции. Требования к экстрагентам. Кинетика экстракции. Экстракция с переносчиком. Аппаратура для экстракции. Периодическая экстракция. Экстракция в двухфазных водных системах. Экстракция в системе твердое тело-жидкость. Способы проведения экстракции. Экстракция с перемешиванием. Экстракция в неподвижном слое. Экстракция в роторно-импульсном аппарате. Способы интенсификации процесса экстракции.	1	4	1	2	0	
6.	Тема 6. ВЫПАРИВАНИЕ И СУШКА. Выпаривание. Сушка продуктов биосинтеза. Контактная сушка. Конвективная сушка. Сублимационная сушка. Сухожаровые аппараты.	1	2	1	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.	1	0	1	2	0	
8.	Тема 8. Толщина пленки на стабилизированном участке Коэффициенты трения. Брызгонос и осаждение капель. Гидродинамика аэрируемой пленки в пленочном реакторе.	1	0	1	2	0	
9.	Тема 9. Массоотдача на участке стабилизации. Режим сильных взаимодействий. Массообмен, осложненный биохимической реакцией.	1	0	1	2	0	
10.	Тема 10. Ферментеры для культивирования различных биологических агентов.	1		1	1	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			10	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРИОДИЧЕСКОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ. НЕПРЕРЫВНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ.
Переход от периодического к непрерывному процессу. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Классификация непрерывных систем культивирования. Открытая одноступенчатая гомогенно-непрерывная система. Многоступенчатые системы. Гетерогенные непрерывные открытые системы. Замкнутые непрерывные системы.
лекционное занятие (1 часа(ов)):

ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРИОДИЧЕСКОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ. НЕПРЕРЫВНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ. Переход от периодического к непрерывному процессу. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Классификация непрерывных систем культивирования. Открытая одноступенчатая гомогенно-непрерывная система. Многоступенчатые системы. Гетерогенные непрерывные открытые системы. Замкнутые непрерывные системы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Знакомство с основными аппаратами и оборудованием биотехнологических процессов.

Тема 2. СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха. Механические и физические методы пеногашения.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Методы контроля за стадиями очистки и стерилизации воздуха. Определение содержания микроорганизмов в воздухе.

Тема 3. ФЕРМЕНТАТОРЫ. Ферментаторы с подводом энергии к газовой фазе. Ферментаторы с подводом энергии к жидкой фазе. Ферментаторы с комбинированным подводом энергии. Биореакторы. Принципы сравнения ферментаторов. Масштабирование ферментаторов. Механические и физические методы пеногашения.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

ФЕРМЕНТАТОРЫ. Ферментаторы с подводом энергии к газовой фазе. Ферментаторы с подводом энергии к жидкой фазе. Ферментаторы с комбинированным подводом энергии. Биореакторы. Принципы сравнения ферментаторов. Масштабирование ферментаторов. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Барботажные биореакторы. Газлифтные биореакторы. Струйные биореакторы. Биореакторы с самовсасывающими мешалками. Пленочные биореакторы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Биореакторы. Методы масштабирования процессов.

Тема 4. ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА. Концентрирование и отделение биомассы. Флотирование. Центрифугирование. Сепарирование. ФИЛЬТРОВАНИЕ. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ. Фильтры, применяемые в биотехнологии. Мембранные методы разделения. Ультрафильтрационные установки ИОНООБМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. Иониты. Классификация, строение, свойства. Способы ионного обмена. Оборудование.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА. Концентрирование и отделение биомассы. Флотирование. Центрифугирование. Сепарирование. ФИЛЬТРОВАНИЕ. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ. Фильтры, применяемые в биотехнологии. Мембранные методы разделения. Ультрафильтрационные установки ИОНООБМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. Иониты. Классификация, строение, свойства. Способы ионного обмена. Оборудование.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Приготовление ионообменных колонок.

Тема 5. ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. Общие сведения об экстракции. Требования к экстрагентам. Кинетика экстракции. Экстракция с переносчиком. Аппаратура для экстракции. Периодическая экстракция. Экстракция в двухфазных водных системах. Экстракция в системе твердое тело-жидкость. Способы проведения экстракции. Экстракция с перемешиванием. Экстракция в неподвижном слое. Экстракция в роторно-импульсном аппарате. Способы интенсификации процесса экстракции.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. Общие сведения об экстракции. Требования к экстрагентам. Кинетика экстракции. Экстракция с переносчиком. Аппаратура для экстракции. Периодическая экстракция. Экстракция в двухфазных водных системах. Экстракция в системе твердое тело-жидкость. Способы проведения экстракции. Экстракция с перемешиванием. Экстракция в неподвижном слое. Экстракция в роторно-импульсном аппарате. Способы интенсификации процесса экстракции.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Экстракция биологически активных веществ из различных биоагентов.

Тема 6. ВЫПАРИВАНИЕ И СУШКА. Выпаривание. Сушка продуктов биосинтеза. Контактная сушка. Конвективная сушка. Сублимационная сушка. Сухожаровые аппараты.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

ВЫПАРИВАНИЕ И СУШКА. Выпаривание. Сушка продуктов биосинтеза. Контактная сушка. Конвективная сушка. Сублимационная сушка. Сухожаровые аппараты.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Сушка продуктов биосинтеза.

Тема 7. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Иммобилизация биологических агентов. Методы обеспечения контактов биологического агента и питательной среды.

Тема 8. Толщина пленки на стабилизированном участке Коэффициенты трения. Брызгонос и осаждение капель. Гидродинамика аэрируемой пленки в пленочном реакторе.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Толщина пленки на стабилизированном участке Коэффициенты трения. Брызгонос и осаждение капель. Гидродинамика аэрируемой пленки в пленочном реакторе.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Основные понятия гидродинамики и возможность их применения в биотехнологии.

Тема 9. Массоотдача на участке стабилизации. Режим сильных взаимодействий. Массообмен, осложненный биохимической реакцией.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Массоотдача на участке стабилизации. Режим сильных взаимодействий. Массообмен, осложненный биохимической реакцией.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчеты массообмена биотехнологического производства.

Тема 10. Ферментеры для культивирования различных биологических агентов.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Ферментеры для культивирования различных биологических агентов.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Культивирование биологических агентов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРИОДИЧЕСКОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ. НЕПРЕРЫВНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ. Переход от периодического к непрерывному процессу. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Классификация непрерывных систем культивирования. Открытая одноступенчатая гомогенно-непрерывная система. Многоступенчатые системы. Гетерогенные непрерывные открытые системы. Замкнутые непрерывные системы.	1	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха.	1	2	подготовка к обсуждению	4	дискуссия

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. ФЕРМЕНТАТОРЫ. Ферментаторы с подводом энергии к газовой фазе. Ферментаторы с подводом энергии к жидкой фазе. Ферментаторы с комбинированным подводом энергии. Биореакторы. Принципы сравнения ферментаторов. Масштабирование ферментаторов. Механические и физические методы пеногашения.	1	4	подготовка к коллоквиуму	6	колоквиум
4.	Тема 4. ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА. Концентрирование и отделение биомассы. Флотирование. Центрифугирование. Сепарирование. ФИЛЬТРОВАНИЕ. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ. Фильтры, применяемые в биотехнологии. Мембранные методы разделения. Ультрафильтрационные установки ИОНООБМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. Иониты. Классификация, строение, свойства. Способы ионного обмена. Оборудование.	1	4	подготовка к обсуждению	6	дискуссия

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. Общие сведения об экстракции. Требования к экстрагентам. Кинетика экстракции. Экстракция с переносчиком. Аппаратура для экстракции. Периодическая экстракция. Экстракция в двухфазных водных системах. Экстракция в системе твердое тело-жидкость. Способы проведения экстракции. Экстракция с перемешиванием. Экстракция в неподвижном слое. Экстракция в роторно-импульсном аппарате. Способы интенсификации процесса экстракции.	1	4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. ВЫПАРИВАНИЕ И СУШКА. Выпаривание. Сушка продуктов биосинтеза. Контактная сушка. Конвективная сушка. Сублимационная сушка. Сухожаровые аппараты.	1	2	подготовка к презентации	4	презентация
7.	Тема 7. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.	1	0	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Толщина пленки на стабилизированном участке Коэффициенты трения. Брызгоунос и осаждение капель. Гидродинамика аэрируемой пленки в пленочном реакторе.	1	0	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
9.	Тема 9. Массоотдача на участке стабилизации. Режим сильных взаимодействий. Массообмен, осложненный биохимической реакцией.	1	0	подготовка к обсуждению	4	дискуссия
10.	Тема 10. Ферментеры для культивирования различных биологических агентов.	1		подготовка к письменной работе	4	письменная работа
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

разбор конкретных ситуаций

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРИОДИЧЕСКОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ. НЕПРЕРЫВНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ. Переход от периодического к непрерывному процессу. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Классификация непрерывных систем культивирования. Открытая одноступенчатая гомогенно-непрерывная система. Многоступенчатые системы. Гетерогенные непрерывные открытые системы. Замкнутые непрерывные системы.

устный опрос, примерные вопросы:

Отличительные особенности периодического и непрерывного культивирования.

Тема 2. СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха.

дискуссия, примерные вопросы:

Возможности фильтрационной очистки.

Тема 3. ФЕРМЕНТАТОРЫ. Ферментаторы с подводом энергии к газовой фазе. Ферментаторы с подводом энергии к жидкой фазе. Ферментаторы с комбинированным подводом энергии. Биореакторы. Принципы сравнения ферментаторов. Масштабирование ферментаторов. Механические и физические методы пеногашения.

колоквиум, примерные вопросы:

Принципы организации ферментаторов.

Тема 4. ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА. Концентрирование и отделение биомассы. Флотирование. Центрифугирование. Сепарирование. ФИЛЬТРОВАНИЕ. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ. Фильтры, применяемые в биотехнологии. Мембранные методы разделения. Ультрафильтрационные установки ИОНООБМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. Иониты. Классификация, строение, свойства. Способы ионного обмена. Оборудование.

дискуссия, примерные вопросы:

Основные методы выделения целевых продуктов.

Тема 5. ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. Общие сведения об экстракции. Требования к экстрагентам. Кинетика экстракции. Экстракция с переносчиком. Аппаратура для экстракции. Периодическая экстракция. Экстракция в двухфазных водных системах. Экстракция в системе твердое тело-жидкость. Способы проведения экстракции. Экстракция с перемешиванием. Экстракция в неподвижном слое. Экстракция в роторно-импульсном аппарате. Способы интенсификации процесса экстракции.

устный опрос, примерные вопросы:

Экстракция с использованием различных растворителей.

Тема 6. ВЫПАРИВАНИЕ И СУШКА. Выпаривание. Сушка продуктов биосинтеза. Контактная сушка. Конвективная сушка. Сублимационная сушка. Сухожаровые аппараты.

презентация, примерные вопросы:

Структура оборудования для получения концентрированного продукта.

Тема 7. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.

устный опрос, примерные вопросы:

Режимы течения жидкости и газа.

Тема 8. Толщина пленки на стабилизированном участке Коэффициенты трения. Брызгонос и осаждение капель. Гидродинамика аэрируемой пленки в пленочном реакторе.

устный опрос, примерные вопросы:

Гидродинамика в биотехнологических процессах.

Тема 9. Массоотдача на участке стабилизации. Режим сильных взаимодействий. Массообмен, осложненный биохимической реакцией.

дискуссия, примерные вопросы:

Массообменные процессы.

Тема 10. Ферментеры для культивирования различных биологических агентов.

письменная работа, примерные вопросы:

Основные аппараты и оборудование биотехнологических схем производства.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Форма контроля: контрольные работы, дискуссии, презентации

Вопросы: Основные методы выделения целевых продуктов.

Режимы течения жидкости и газа.

Структура оборудования для получения концентрированного продукта.

1 семестр -зачет

7.1. Основная литература:

1. Иванов И. Н. Организация производства на промышленных предприятиях: Учебник / И.Н. Иванов. - М.: ИНФРА-М, 2008. - 352 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=127545>
2. Мичурина О. Ю. Теория и практика интеграционных процессов в промышленности: Монография / О.Ю. Мичурина. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 287 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=221896>
3. Управление качеством на предприятиях пищевой, перерабат. промыш...: Уч. / Под ред. В.М.Поздняковского - 3 изд., испр. и доп. - М.:ИНФРА-М, 2014 - 336 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=367398>

7.2. Дополнительная литература:

1. Домарецкий В. А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья: Учебное пособие / В.А. Домарецкий. - М.: Форум, 2007. - 444 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=127630>
2. Домарецкий В. А. Технология продуктов общественного питания: Учебное пособие / В.А. Домарецкий. - М.: Форум, 2008. - 400 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=136561>
3. Бредихин С. А. Технология и техника переработки молока [Электронный ресурс] / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. - М.: Колос, 2001. - 400 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=470607>

7.3. Интернет-ресурсы:

аппараты - gsnti-norms.ru/norms/common/doc.asp?0&/norms/grnti/gr62
детали машин - www.ua-diploms.com/klasspez.html
машины и аппараты - bankknig.com/.../3867-mashiny-i-apparaty-pishhevyx-proizvodstv.h
Производительность основного оборудования -
оборудование - //Journal USA: URL:<http://usinfo.state.gov/journals/ites/1005/ijer/hamilton.htm>
-окт.,2005
основное оборудование биотехнологических производств -
www.sunhome.ru/books/b.lekcii_po_mikrobiologii_i.../16

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Аппараты и оборудование биотехнологических процессов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

ноутбук, компьютер

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.68 "Биология" и магистерской программе Биотехнология .

Автор(ы):

Багаева Т.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.