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. Минзарипов 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:
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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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 специфики 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	
2.	Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРЕОДИЧЕСКОЕ 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	4	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	
3.	Тема 3. СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха.	1	2	1	2	0	
4.	Тема 4. 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	2	4	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. 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	4	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	
6.	Тема 6. 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	
7.	Тема 7. 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	
8.	Тема 8. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Массообмен. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.	1	0	1	2	0	
9.	Тема 9.	1	0	0	0	0	
10.	Тема 10.	1	0	0	0	0	
11.	Тема 11.	1		0	0	0	
12.	Тема 12.	1		0	0	0	
13.	Тема 13.	1		0	0	0	
14.	Тема 14.	1		0	0	0	
15.	Тема 15.	1		0	0	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			8	20	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРЕОДИЧЕСКОЕ 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. ПЕРЕОДИЧЕСКОЕ 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 (4 часа(ов)):

Знакомство с основными аппаратами и оборудованием биотехнологических процессов.

Тема 3. 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 (2 часа(ов)):

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

Тема 4. 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 (2 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 (4 часа(ов)):

Биореакторы. Методы масштабирования процессов.

Тема 5. 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 (4 часа(ов)):

Приготовление ионообменных колонок.

Тема 6. 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 7. 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 8. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Массообмен. 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 9.

Тема 10.

Тема 11.

Тема 12.

Тема 13.

Тема 14.

Тема 15.

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
2.	Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРЕОДИЧЕСКОЕ 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	8	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха.	1	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. 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	8	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. 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
6.	Тема 6. 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 обсуждению	6	дискуссия
7.	Тема 7. ВЫПАРИВАНИЕ И СУШКА. Выпаривание. Сушка продуктов биосинтеза. Контактная сушка. Конвективная сушка. Сублимационная сушка. Сухожаровые аппараты.	1	2	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
8.	Тема 8. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Массообмен. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.	1	0	подготовка к письменной работе	6	письменная работа

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

разбор конкретный ситуаций.

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

Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Аппараты и оборудование. Основные понятия. ПЕРЕОДИЧЕСКОЕ 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 3. СТАДИЯ ОЧИСТКИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОЗДУХА. Фильтры предварительной очистки воздуха. Фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Контроль процесса очистки воздуха.

устный опрос, примерные вопросы:

Возможности фильтрационной очистки.

Тема 4. 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.

коллоквиум, примерные вопросы:

Принципы организации ферментаторов.

Тема 5. 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 6. 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.

дискуссия, примерные вопросы:

Экстракция с использованием различных растворителей.

Тема 7. ВЫПАРИВАНИЕ И СУШКА. Выпаривание. Сушка продуктов биосинтеза. Контактная сушка. Конвективная сушка. Сублимационная сушка. Сухожаровые аппараты.

устный опрос, примерные вопросы:

Структура оборудования для получения концентрированного продукта.

Тема 8. Способы обеспечения контакта газа с жидкостью. Массообмен. Основные закономерности турбулентного течения. Режимы течения пленки жидкости и газа. Волновые характеристики турбулентной пленки.

письменная работа, примерные вопросы:

Режимы течения жидкости и газа. Гидродинамика в биотехнологических процессах. Массообменные процессы. Основные аппараты и оборудование биотехнологических схем производства.

Тема 9.

Тема 10.

Тема 11.

Тема 12.

Тема 13.

Тема 14.

Тема 15.

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:

Холпанов Л.П., Кенинг Е.А. Малюсов В.А. и др. Новый метод расчета массопереноса в двухфазных многокомпонентных системах //Докл. АН СССР.-1985.-Т.280.-№3.-С.684-687.

Елинов Н.П. Основы биотехнологии.-М.:Новая заря.-1996.

Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. - М.: Мир, 2002.

Микробная биотехнология / Под ред. О.Н.Ильинской. - Казань: Казанский государственный университет им. Ульянова-Ленина, 2007.

Капица П.Л. Волновое течение тонких слоев вязкой жидкости //Журн. эксп. и теор. физики.-1948.-Т.18.-№1.-С.3-28.

Фукс Н.А. Об осаждении аэрозолей на стенках камер //Изв.АН СССР, сер.геофиз.-1962.-№1.-С.142-143.

7.2. Дополнительная литература:

Кузнецов А.Е., Градова Л.М. Научные основы экобиотехнологии. - М.:Мир,2006.

Решетник О.А. Победимский Д.Г., Бурлакова Е.Б. и др. Биотехнологические и физико-химические особенности использования синтетических антиоксидантов в процессах получения микробной биомассы// Биотехнология, 1989.-Т.5.-№3.-С.358-362.

Аак О.В. Новый природный стимулятор роста микроорганизмов.-Бюл. ВНИИ сельхоз. Микробиол.,1983.-№37.-С.55-57

Крошилин А.Е., Кухаренко В.Н., Нигматуллин Б.И. Осаждение частиц на стенку канала в градиентном турбулентном дисперсном потоке // Изв.АН СССР. Мех жидкости и газа.-1985.-№4.-С.51-63.

7.3. Интернет-ресурсы:

Аппараты и оборудование - gsnti-norms.ru/norms/common/doc.asp?0&/norms/grnti/gr62

Биотехнология растений - Journal USA: URL:http://usinfo.state.gov/journals/ites/1005/ijer/hamilton.htm -окт.,2005.

детали машин - www.ua-diploms.com/klasspez.html

Машины и аппараты пищевых производств - bankknig.com/.../3867-mashiny-i-apparaty-pishhevyx-proizvodstv.h

Производительность основного оборудования - www.sunhome.ru/books/b.lekcii_po_mikrobiologii_i.../16

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

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

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.