

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лазаренко Виктор Анатольевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 16.03.2023 13:49:26  
Уникальный программный ключ:  
45c319b8a032ab3637134215abd1c475334767f4

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Курский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России)

**УТВЕРЖДЕНО**

на заседании кафедры биологической и  
химической технологии

протокол № 11 от «28» мая 2018г.  
заведующий кафедрой биологической и  
химической технологии

профессор  Лазурина Л.П.

**УТВЕРЖДЕНО**

на заседании методического совета  
фармацевтического и биотехнологического  
факультетов

протокол № 5 от «29» июня 2018 г.  
председатель методического совета  
фармацевтического и биотехнологического  
факультетов

доцент  Дроздова И.Л.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по оборудованию биохимических производств**

Факультет биотехнологический  
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Направленность Биотехнология биологически активных веществ  
Курс – 3 Семестр – 6  
Трудоемкость (з.е.) - 5  
Количество часов: всего - 180  
Форма промежуточной аттестации – экзамен

Разработчики рабочей программы: зав. каф. биологической и химической технологии,  
д.б.н., профессор Лазурина Л.П., доцент кафедры, к.т.н., Джанчатова Н.В.

Курск – 2018

Рабочая программа дисциплины Оборудование биохимических производств разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Основная цель преподавания дисциплины - формирование профессиональных компетенций и приобретение студентами знаний в области инженерных расчетов основного технологического оборудования и выбора этого оборудования.

Задачи дисциплины:

- изучение студентами и приобретение знаний об оптимальных и рациональных технологических режимах оборудования, устройстве основных типов технологического оборудования и поточных производственных линий биотехнологического производства, методах расчета основных параметров на основе теоретического описания процессов
- формирование у студентов умений пользоваться лабораторным оборудованием с соблюдением правил техники безопасности для проведения научно-исследовательских работ по выявлению особенностей протекания массообменных, тепловых, гидродинамических и механических процессов в сочетании с биологическими процессами роста, метаболизма и отмирания микроорганизмов,
- умение анализировать полученные данные результатов исследований и использовать полученные знания для разработки методов интенсификации процессов, совершенствовании конструкции аппаратов, а также методики их расчета
- формирование навыков аналитической работы с информацией (учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками), с информационными технологиями.

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина оборудование биохимических производств относится к вариативной части образовательной программы (обязательная дисциплина).

Процесс изучения дисциплины обеспечивает достижение планируемых результатов освоения образовательной программы и направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Компетенция</b>		<b>Логическая связь с дисциплинами учебного плана</b>
<b>код</b>	<b>формулировка</b>	
ПК-4	Способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	Безопасность жизнедеятельности; Безопасность на биотехнологическом производстве; Биотехнологические производства; Организация биотехнологического производств по GMP
ПК-7	Способность систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия	Основы биотехнологии; Теоретические основы биотехнологии; Введение в биотехнологию биологически активных веществ; Информационные технологии в биотехнологии; Биотехнологические производства; Экономика и управление предприятием биотехнологической промышленности; Экономическая безопасность биотехнологического производства; Биотехнологические подходы к производству витаминов; Технология биологически активных добавок
ПК-12	Способность участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива	Инженерная графика; Технология биологически активных веществ; Основы проектирования предприятий биотехнологической промышленности; Экологическая биотехнология; Системы управления биотехнологическими процессами; Материаловедение в биотехнологии

## Содержание компетенций (этапов формирования компетенций)

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этапы формирования и индикаторы достижения компетенции		
		Знает	Умеет	Владет (имеет практический опыт)
1	2	3	4	5
<b>ПК-4</b>	Способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	- нормативно-технические и организационные основы обеспечения безопасной работы предприятия	- обеспечивать санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	- навыками поддержания технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии и соблюдения санитарно-гигиенического режима работы, приемами действий в аварийных и чрезвычайных ситуациях
<b>ПК-7</b>	Способность систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия	- информацию по использованию ресурсов производства и возможности поиска научно-технической информации из различных источников	- систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия	- методами систематизации и обобщения информации по использованию ресурсов предприятия
<b>ПК-12</b>	Способность участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива	- знать объекты и методы исследований для участия в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива	- уметь разрабатывать биотехнологические проекты в составе авторского коллектива	- владеть современными методами биотехнологии для участия в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива

### 3. Разделы (темы) дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении:

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Код компетенций
Оборудование подготовительных стадий биосинтеза	Классификация и требования, предъявляемые к аппаратам. Факторы, определяющие конструкцию реакционных аппаратов: агрегатное состояние реагирующих веществ, консистенция реакционной массы, температура реакции, давление, тепловой эффект реакции, теплоносители и хладагенты, химический характер реагирующих веществ. Технологические характеристики материалов, применяемых в биохимических и химико-фармацевтических производствах, способы их защиты. Способы стерилизации жидкостей. Особенности стерилизующей фильтрации воздуха. Технологические Стерилизация оборудования, деконтаминация воздуха в производственных помещениях. Аппаратура для хранения, транспортировки и дозирования жидкого сырья. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования твердых материалов. Вспомогательное оборудование для газов. Перемещение газов по трубопроводам, цистерны, баллоны.	ПК-4, ПК-7, ПК-12
Оборудование ферментационных процессов	Влияние условий культивирования на тепловыделение. Массообменные характеристики ферментера. Методы аэрирования в ферментерах. Оценка уровня аэрирования. Пенообразование и пеногашение. Сравнение методов пеногашения. Системы перемешивания, применяемые в современных биореакторах. Конструкции ферментеров. Критерии выбора и оценка эффективности работы биореактора. Автоматизированный контроль и управление биореакторами. Твердофазная ферментация.	ПК-4, ПК-7, ПК-12
Оборудование процессов отделения и концентрирования целевых продуктов биосинтеза	Отделение биомассы: флотация, флокуляция, фильтрация, центрифугирование, мембранное разделение. Выделение целевого продукта: осаждение, экстракция, адсорбция, абсорбция, ионный обмен, кристаллизация, выпаривание, сушка.	ПК-4, ПК-7, ПК-12

#### 4. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах)

Наименование раздела (или темы) дисциплины	Контактная работа			Внеаудиторная (самостоятельная) работа студента (часы)	Итого часов	Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения		Формы текущего и рубежного контроля успеваемости
	Всего	Из них				Традиционные	Интерактивные	
		Лекции	Практические занятия					
Оборудование подготовительных стадий биосинтеза	24	6	18	24	48	ЛТ СИ ЛР ПЗ		С ЛР Т КЗ
Оборудование ферментационных процессов	24	6	18	24	48	ЛТ СИ ЛР ПЗ УИРС НИРС		С ЛР Т КЗ
Оборудование процессов отделения и концентрирования целевых продуктов биосинтеза	24	6	18	24	48	ЛТ СИ ЛР ПЗ УИРС НИРС		С ЛР Т КЗ
<b>Экзамен</b>					36			<b>Т, Пр., С</b>
<b>ИТОГО:</b>					<b>180</b>			

#### 4.1 Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения

<b>ЛТ</b>	традиционная лекция	<b>СИ</b>	самостоятельное изучение тем, отраженных в программе, но не рассмотренных в аудиторных занятиях
<b>ЛР</b>	лабораторная работа	<b>НИРС</b>	научно-исследовательская работа студентов
<b>ПЗ</b>	практическое занятие	<b>УИРС</b>	учебно-исследовательская работа студента (составление информационного обзора литературы по предложенной тематике, подготовка реферата, подготовка эссе, доклада, написание курсовой работы, подготовка учебных схем, таблиц)

#### 4.2 Формы текущего и рубежного контроля успеваемости

<b>КЗ</b>	комплексная оценка знаний	<b>С</b>	оценка по результатам собеседования (устный опрос)
<b>ЛР</b>	защита лабораторных работ	<b>Т</b>	тестирование
<b>Пр</b>	оценка освоения практических навыков (умений, владений)		

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Основы проектирования биохимических производств [Электронный ресурс] : мультимедийный учеб. комплекс / Л. П. Лазурина ; Курск. гос. мед. ун-т, каф. биол. и хим. технологии. - Электрон. дан. - Курск : КГМУ, 2016. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) : зв. - Систем. требования: Windows XP/7 и выше ; Дискковод CD-ROM ; Adobe Flash Player 11.7 r700. - ISBN 978-5-7487-1906-3 : Б. ц.. - № гос. регистрации 0321604038 URL: [http://library.kursksmu.net/cgi-bin/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&I21DBN=MIXED&P21DBN=MIXED&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I=&S21STR=66%2FM%2054-777608](http://library.kursksmu.net/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&I21DBN=MIXED&P21DBN=MIXED&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I=&S21STR=66%2FM%2054-777608)

### Дополнительная литература

1. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. для студентов хим.-технол. специальностей вузов / А. Г. Касаткин. - Стер. изд. Перепеч. с изд. 1973 г. - М. : Альянс, 2014. - 750 с. : рис., табл.
2. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64134.html>
3. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 281 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64133.html>

### Периодические издания (журналы)

1. Химико-фармацевтический журнал

### Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <https://elibrary.ru/>
2. Консультант плюс [https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant\\_Plus](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus)
3. База данных международного индекса научного цитирования «WEB OF SCIENCE» <http://www.webofscience.com/>
4. Полнотекстовой базе данных «Medline Complete» <http://search.ebscohost.com/>
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>



## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №209	<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> специализированная мебель (учебная мебель, доска, трибуна лекторская); технические средства обучения и демонстрационное оборудование (проектор, ноутбук, экран); учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.	1. Программа для создания тестов — Adit Testdesk, договор № 444 от 22.06.2010 2. Программа для организации дистанционного обучения — ISpring Suite 7.1, договор № 652 от 21.09.2015 3. Пакет офисного ПО – Microsoft Win Office Pro Plus 2010 RUS OLP NL, договор № 548 от 16.08.2010 4. Операционная система — Microsoft Win Pro 7, договор № 904 от 24.12.2010 5. Антивирус – Kaspersky Endpoint Security, договор № 832 от 15.10.2018
2.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №213	<b>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> специализированная мебель (учебная мебель, стол лабораторный химический).	-
3.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №222 (лаборатория)	<b>Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием:</b> специализированная мебель (учебная мебель, доска ученическая, стол компьютерный); технические средства обучения (компьютеры).	1. Программа для создания тестов — Adit Testdesk, договор № 444 от 22.06.2010 2. Программа для организации дистанционного обучения — ISpring Suite 7.1, договор № 652 от 21.09.2015 3. Пакет офисного ПО – Microsoft Win Office Pro Plus 2010 RUS OLP NL, договор № 548 от 16.08.2010 4. Операционная система — Microsoft Win Pro 7, договор № 904 от 24.12.2010 5. Антивирус – Kaspersky Endpoint Security, договор № 832 от 15.10.2018

## 7. Оценочные средства

### Вопросы для письменной части экзамена

1. Особенности биотехнологических процессов
2. Общая структура биотехнологического производства
3. Общие принципы конструирования биотехнологического оборудования
4. Принципы технического оснащения биопроизводств
5. Конструкционные материалы для биотехнологического оборудования
6. Факторы, определяющие конструкцию основного аппарата: агрегатное состояние реагирующих и образующихся веществ; интенсивность перемешивания; температура реакции и давление; тепловой эффект и интенсивность теплообмена; химические свойства
7. Непрерывность или периодичность технологического процесса
8. Факторы, характеризующие периодический и непрерывный процесс
9. Специфические особенности аппаратов непрерывного действия
10. Графики гармонизации работы оборудования (планировочный, ленточный, Гранта)
11. Согласование работы оборудования
12. Транспорт и дозирование компонентов питательных сред
13. Оборудование для хранения сырья
14. Транспортирующее оборудование
15. Дозирующее оборудование
16. Сборники
17. Приготовление питательных сред
18. Оборудование операции приготовления питательных сред
19. Классификация основных методов стерилизации. Критерии выбора метода промышленной стерилизации
20. Тепловые методы стерилизации (принцип и оборудование)
21. Холодная стерилизация (принцип и оборудование)
22. Применение стерильного воздуха в биотехнологических производствах.
23. Принципиальная схема очистки технологического воздуха
24. Оборудование для хранения, транспортировки, дозирования и смешения материалов: оборудование для хранения сыпучих веществ; оборудование для транспортирования сыпучих продуктов; дозирующее оборудование; сборники; установки смешения
25. Конструкция воздушных фильтров
26. Фильтрующие материалы
27. Стерилизация фильтров
28. Вентиляция
29. Системы кондиционирования
30. Основные технологические требования к ферментаторам
31. Основные системы ферментатора
32. Факторы, определяющие скорость массопередачи кислорода к клеткам

33. Аэрирование и перемешивание в ферментаторах
34. Интенсификация массообмена
35. Тепловой режим в ферментаторе. Суммарное тепловыделение в процессе культивирования
36. Наружные теплообменные устройства
37. Внутренние теплообменные устройства
38. Пеногашение в ферментаторах. Следствия образования пенного слоя
39. Физические методы пеногашения
40. Физико-химические методы пеногашения
41. Механические методы пеногашения
42. Технологические приемы пеногашения
43. Системы контроля и регулирования процесса ферментации
44. Классификации конструкции ферментаторов
45. Классификация ферментаторов по условиям проведения процесса культивирования
46. Классификация конструкций ферментаторов по способу подвода энергии в рабочий объем
47. Характеристика аппаратов с подводом энергии через газовую фазу
48. Основные конструкции ферментаторов с подводом энергии газовой фазой
49. Газораспределительные устройства барботажных аппаратов
50. Характеристика реакторов с подводом энергии через жидкость
51. Основные конструкции ферментаторов с подачей энергии жидкостной фазой
52. Характеристика реакторов с комбинированным подводом энергии
53. Условия анаэробного культивирования и их обеспечение
54. Приемы анаэробного культивирования
55. Аппараты для анаэробного культивирования
56. Основные типы твердофазных процессов ферментации.
57. Биореактор типа лотка,
58. Биореактор с уплотненным слоем,
59. Биореактор типа вращающегося барабана
60. Качающийся твердофазный биореактор,
61. Биореактор в виде емкости, снабженной мешалкой,
62. Воздушный твердофазный биореактор с псевдооживленным слоем.
63. Состав культуральной жидкости после окончания процесса ферментации
64. Основные группы продуктов биосинтеза и подходы к их выделению и очистке
65. Осаждение. Интенсификация процесса осаждения
66. Оборудование процесса осаждения
67. Фильтрация. Факторы, влияющие на процесс фильтрования.
68. Оборудование процесса фильтрации
69. Центрифугирование. Классификация центрифуг
70. Центробежное оборудование
71. Флотация. Классификация методов флотации

72. Флотационное оборудование
73. Назначение концентрирования продукта биотехнологического синтеза.
74. Классификация основных методов концентрирования
75. Требования к выпарному оборудованию при концентрировании культуральной жидкости
76. Преимущества и недостатки метода выпаривания для концентрирования
77. Побочные явления при выпаривании
78. Центробежный испаритель с вращающейся поверхностью теплообмена
79. Вертикальные роторно-пленочные испарители
80. Пленочные испарители с восходящей пленкой
81. Пленочные испарители с нисходящей пленкой
82. Механизм мембранного разделения
83. Преимущества и недостатки метода мембранного разделения для концентрирования культуральной жидкости
84. Классификация основных методов мембранного разделения
85. Назначение и рабочие характеристики микрофльтрации
86. Назначение и рабочие характеристики ультрафльтрации
87. Назначение и рабочие характеристики нанофльтрации
88. Назначение и рабочие характеристики обратного осмоса
89. Фильтр-пресс
90. Аппараты с трубчатыми фильтрующими элементами
91. Аппараты с рулонными модулями
92. Аппараты с модулями типа полых волокон
93. Дезинтеграция клеток микроорганизмов. Назначение. Состав и прочность клеточной стенки. Методы дезинтеграции клеток
94. Физическая дезинтеграция
95. Способ разрушения, основанный на чередовании быстрого замораживания и оттаивания клеточной массы
96. Ультразвуковая дезинтеграция
97. Химические способы дезинтеграции
98. Энзиматические методы дезинтеграции
99. Экстракция. Назначение. Виды экстракции.
100. Способы повышения эффективности экстракции
101. Классификация аппаратуры для жидко-жидкофазной экстракции
102. Экстрагенты. Основные требования к экстрагентам.
103. Количественные характеристики экстракции
104. Методы жидко-жидкофазной экстракции
105. Оборудование жидко-жидкофазной экстракции
106. Твердо-жидкофазная экстракция
107. Назначение процесса кристаллизации
108. Кинетика кристаллизации. Статика процесса.

109. Влияние внешних условий на процесс кристаллизации.
110. Оптимизация процесса кристаллизации.
111. Закономерности формирования кристаллов
112. Классификация методов кристаллизации
113. Классификация кристаллизаторов
114. Оборудование процесса кристаллизации
115. Цели сушки
116. Классификация способов сушки
117. Классификация сушилок.
118. Сушилки, используемые в биотехнологии, их преимущества и недостатки
119. Конвективные сушилки – основные виды и принцип работы
120. Контактные сушилки – основные виды и принцип работы
121. Сублимационные сушилки
122. Назначение сорбционных процессов и их классификация
123. Механизм сорбции. Схема сорбционной волны
124. Адсорбция. Промышленные адсорбенты
125. Адсорберы
126. Абсорбция. Промышленные абсорбенты
127. Абсорберы
128. Хемосорбция и хемосорберы
129. Номенклатура ферментов и ферментных препаратов
130. Стабилизация продуктов биотехнологического производства
131. Стандартизация ферментных препаратов
132. Обезвреживание и утилизация отходов биотехнологических производств

### **Банк профессионально-ориентированных ситуационных задач для экзамена**

#### **Задача 1**

Для определения оптимального размера ферментатора получили следующие экспериментальные данные: Объем жидкостной фазы в ферментаторе -  $3 \text{ м}^3$ . Объемное газосодержание – 0,3. Коэффициент пенообразования - 0,5.

- 4.1. Зарисуйте схему ферментатора и обозначьте искомые размеры
- 4.2. Задаваясь диаметром аппарата рассчитайте высоту аппарата
- 4.3. Определите возможную высоту газо-жидкостной смеси в аппарате
- 4.4. Определите геометрическую высоту аппарата
- 4.5. Найдите оптимальные размеры аппарата

*Для удобства расчеты рекомендуется выполнять в табличном виде*

#### **Задача 2**

Рассчитайте перемешивающее устройство для аппарата номинального объема  $1,5 \text{ м}^3$ , если перемешиваемая жидкость имеет плотность  $1200 \text{ кг/м}^3$  и динамический коэффициент вязкости среды  $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ . по следующему плану:

- 4.1. Исходя из  $V_H$  выберите  $D$  и  $N_{Ж}$  аппарата
- 4.2. Рассчитайте критерий Ренольдса и геометрический параметр

- 4.3 Рассчитайте количество требуемых перегородок в аппарате
- 4.4 Определите диаметр вала мешалки
- 4.5 Рассчитайте мощность мешалки

### Задача 3

Теплообмен в ферментаторе диаметром 2 метра осуществляется через водяную рубашку толщиной 10 см. Высота культуральной жидкости в ферментаторе – 4 метра. Максимальный тепловой поток – 384 кДж. Средняя температура культуральной жидкости – 30 °С. Температура хладагента – 15 °С, скорость подачи – 1 м/с. Принимая коэффициент теплоотдачи равным 300 Вт/м<sup>2</sup>К:

- 4.1. Определите максимально возможную поверхность теплообмена
- 4.2. Определите массовый расход хладагента
- 4.3. Определите конечную температуру хладагента
- 4.4. Определите среднюю логарифмическую разность температур
- 4.5. Определите требуемую поверхность теплообмена

### Задача 4

При проведении аэробного культивирования в ферментаторе диаметром 1,5 метра через культуральную среду барботируют воздух. Концентрация абсолютно сухой биомассы в культуральной жидкости 20%. Объем жидкостной фазы в ферментаторе - 4 м<sup>3</sup>. Объемный коэффициент массоотдачи – 3,5 x 10<sup>-3</sup> 1/с. Температура – 30 °С.

- 4.1. Запишите уравнение объемного расхода воздуха и критериальные уравнения для определения приведенной скорости подачи воздуха
- 4.2. Определите плотность культуральной жидкости, коэффициент поверхностного натяжения и кинематическую вязкость при температуре ферментации
- 4.3. Определите капиллярную постоянную в критериях Шервуда и Рейнольдса
- 4.4. Найдите приведенную скорость подачи воздуха
- 4.5. Определите требуемый объемный расход воздуха

### Задача 5

К смеси 24,2 г бензамида и 48,1 г пятихлористого фосфора быстро приливают 100 мл безводного бензола и нагревают до 50 °С. Через 10-15 минут реакционную массу выливают в плоский поддон и оставляют на воздухе на 12 часов. Кристаллы промывают холодной водой и сушат на воздухе. Получают 43,5 г дихлорангидрида бензоиламидофосфорной кислоты.

- 4.1. Составьте аппаратурную схему производства дихлорангидрида бензоиламидофосфорной кислоты с использованием условных изображений согласно ОСТ
- 4.2. Укажите буквенно-цифровые изображения основного и вспомогательного оборудования
- 4.3. Укажите условные и буквенно-цифровые изображения основных и вспомогательных трубопроводов
- 4.4. Составьте экспликацию оборудования
- 4.5. В соответствии с технологическим регламентом определите время работы основного технологического оборудования

### Задача 6

Количество перерабатываемого сырья в сутки составляет на первой стадии 16 м<sup>3</sup> при продолжительности стадии 10 часов, на вторую стадию передается полупродукт в количестве 10 м<sup>3</sup> в сутки, продолжительность второй стадии 12 часов. Объем аппаратов на первой стадии составляет 2 м<sup>3</sup>, степень их заполнения не должна превышать 0,6. Допустимая степень заполнения аппаратов на второй стадии – 0,75.

- 4.1. Определите число операций в сутки и количество операций в одном аппарате на первой стадии производства
- 4.2. Найдите требуемое количество и запас мощности аппаратов на первой стадии производства
- 4.3. Определите емкость аппарата на второй стадии производства
- 4.4. Определите количество операций в одном аппарате на второй стадии производства
- 4.5. Найдите требуемое количество и запас мощности аппаратов на второй стадии производства

### База типовых тестовых заданий для экзамена

1. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Специфика биотехнологических процессов оказывает существенное влияние на процессы:*

- а) гидродинамические
- б) теплообменные
- г) массообменные
- д) механические

2. РАСПОЛОЖИТЕ В ПРАВИЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ:

*Стадии принципиальной технологической схемы биотехнологического производства:*

- а) хранение,
- б) ферментация,
- в) обезвоживание,
- г) концентрирование,
- д) стабилизация,
- е) разделение

3. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСВИЕ

Принципы оснащения биопроизводства	Характеристика
1. Эксплуатационная надежность	А) Доступность узлов и модулей оборудования
2. Инертность материалов	Б) Использование модульного принципа в компоновке оборудования
3. Конструкционное совершенство биореакторов	В) Соответствие аппаратов и приборов целевому назначению
4. Эстетичность и легкость обслуживания	Г) Соответствие материала оборудования характеристикам процесса

4. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*Факторы, обуславливающие выбор технологического оборудования:*

- а) температура процесса
- б) выход готового продукта
- в) давление
- г) режим работы предприятия
- д) агрегатное состояние компонентов

5. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*Неудачный выбор оборудования приводит к следующим нежелательным факторам:*

- а) снижению скорости процесса
- б) изменению принципа массообмена
- г) изменению равновесных концентраций
- д) протеканию побочных реакций и процессов
- е) снижению выхода продукта

6. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Наиболее простое аппаратное оформление имеют системы:*

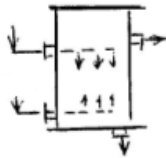
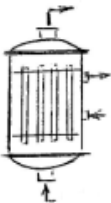

- а) газ-газ
- б) газ-жидкость
- в) жидкость-жидкость
- г) жидкость - твердое вещество
- д) твердое вещество- твердое вещество

7. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*Для интенсификации массообмена в системе жидкость- газ возможны следующие технические решения:*

- а) обновление жидкости путем ее слива
- б) перемешивание жидкости
- в) увеличение скорости газового потока
- г) применение пленочных аппаратов

8. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСВИЕ

Система	Аппарат
1. Газ -газ	 <p>А.</p>
2. Жидкость - жидкость	 <p>Б.</p>
3. Газ – твердое вещество	 <p>В.</p>

9. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Если жидкостная система гомогенна, требования к аппаратуре аналогичны системе:*

- а) газ – газ
- б) газ – жидкость
- в) газ – твердое вещество
- г) твердое вещество – твердое вещество

10. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*Система твердое вещество – жидкость обычно представлена процессами:*

- а) адсорбции
- б) абсорбции



- в) растворения
- г) испарения
- д) кристаллизации

11. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Вероятность нестерильности фармацевтических препаратов составляет:*

- а)  $10^{-3}$
- б)  $10^3$
- в)  $10^{-6}$
- г)  $10^6$
- д)  $10^{-9}$

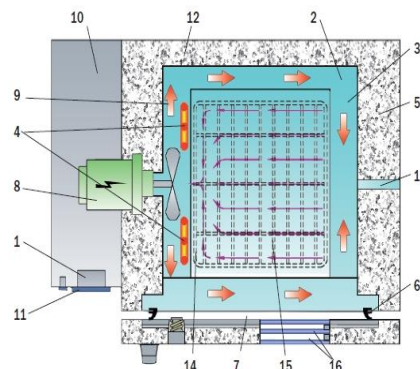
12. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:

Метод стерилизации	Способ стерилизации
1. Тепловой	А) облучением
	Б) СВЧ
2. Холодный	В) сухожаровой
	Г) стерилизующая фильтрация

13. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*На представленной схеме изображен:*

- а) аппарат Коха
- б) тиндализатор
- в) сухожаровая печь
- г) автоклав



14. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*Требования к стерилизуемой среде способом УФ облучения:*

- а) органические жидкости
- б) неорганические жидкости
- в) прозрачные жидкости
- г) наличие тонкодисперсных примесей
- д) тонкий слой жидкости

15. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*При фильтровании сред стерилизация происходит за счет:*

- а) уноса микроорганизмов в фильтрат
- б) абсорбции средой микроорганизмов
- в) адсорбции микроорганизмов фильтром
- г) химического действия материала фильтра на микроорганизмы

16. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

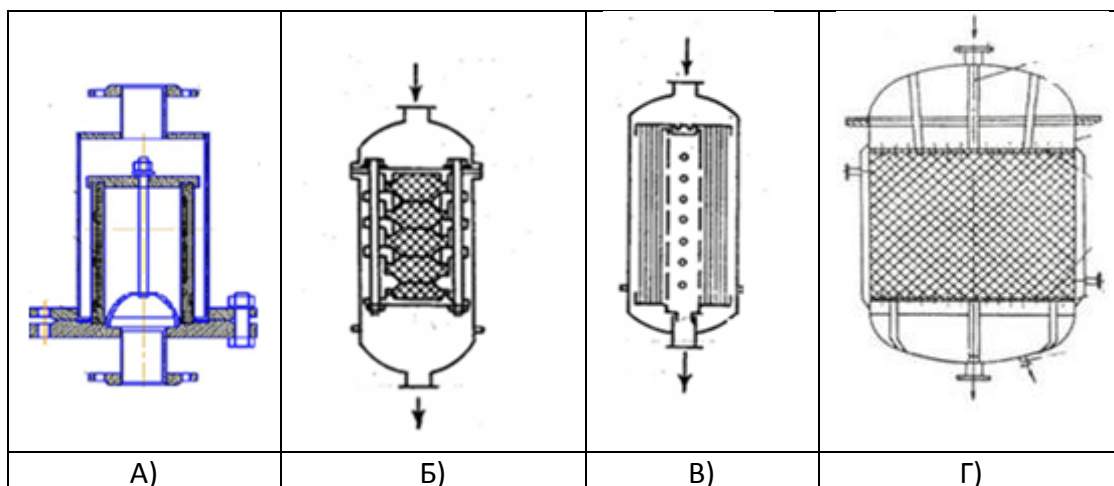
*При стерилизации технологического воздуха требуемая степень очистки от всех живых частиц размером до:*

- а) 1 см
- б) 1 мм

- в) 1 мкм
- г) 1 нм
- д) 1 А

17. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*К фильтрам с отдельными фильтрующими элементами для стерилизации воздуха относят:*



18. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Фильтрующие материалы для первой ступени очистки технологического воздуха*

- а) нетканые материалы
- б) кольца Рашига, смоченные маслом
- в) картон
- г) металлокерамика
- д) бумага
- е) металлические стружки

19. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЯ:

Тип фильтра	Размер задерживаемых частиц, мкм
Индивидуальный	> 1-2
Висциновый	> 5
Головной	< 0,5

20. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЯ:

Назначение фильтра	Тип фильтра
1. Периодического действия	А) самоочищающиеся масляные
	Б) фильтры сухого типа
2. Непрерывного действия	В) кассетные регенерируемые
	Г) рулонные

21. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Основное преимущество теплообменников в виде пучка труб:*

- а) имеют высокий коэффициент теплоотдачи, выполняют роль отражательных перегородок
- б) высокая скорость теплоносителя, малое число сварных швов

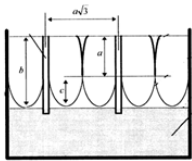

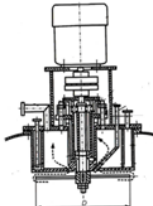
- г) вход и выход теплоносителя сверху, возможность полного опорожнения через сливной патрубков
- д) увеличивают прочность корпуса, исключают возможность инфицирования среды при нарушении герметичности

22. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*К физико-химическим способам пеногашения относят:*

- а) уменьшение частоты вращения мешалки
- б) флотирование
- в) ввод в культуральную среду растительных масел
- г) использование кремнийорганических соединений
- д) ударное воздействие на пену
- е) разрушение пены в электропроводящих жидкостях

23. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЯ:

Пеногаситель	Схема
1. Гидродинамический	 <p style="text-align: right;">А)</p>
2. Механический	 <p style="text-align: right;">В)</p>
3. Электрический	 <p style="text-align: right;">Г)</p>

24. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Основное преимущество вертикальных спиральных теплообменников:*

- а) имеют высокий коэффициент теплоотдачи, выполняют роль отражательных перегородок
- б) высокая скорость теплоносителя, малое число сварных швов
- г) вход и выход теплоносителя сверху, возможность полного опорожнения через сливной патрубков
- д) увеличивают прочность корпуса, исключают возможность инфицирования среды при нарушении герметичности

25. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*К технологическим приемам пеногашения относят*

- а) уменьшение частоты вращения мешалки
- б) флотирование
- в) ввод в культуральную среду растительных масел
- г) использование кремнийорганических соединений
- д) ударное воздействие на пену
- е) разрушение пены в электропроводящих жидкостях

26. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

*Увеличение скорости экстракции достигается путем*

- а) увеличением площади контакта фаз
- б) увеличением объема аппарата
- в) созданием противоточного движения жидкости
- г) созданием прямоточного движения жидкости
- д) увеличением скорости подачи одной из фаз
- е) повышением температуры

27. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Процеживание экстрагента сквозь слой сырья называют*

- а) мацерацией
- б) ремацерацией
- в) перколяцией
- г) прямоточной экстракцией
- д) циркуляционной экстракцией

28. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

*Отношение равновесной концентрации распределяемого вещества в экстракте к его равновесной концентрации в рафинате называют*

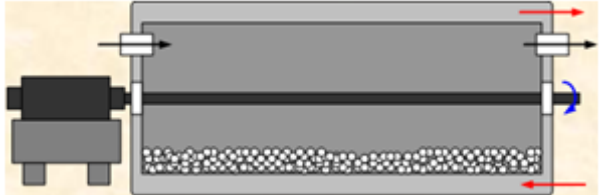
- а) степенью извлечения
- б) степенью экстрагируемости
- в) коэффициентом распределения
- г) коэффициентом разделения

29. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

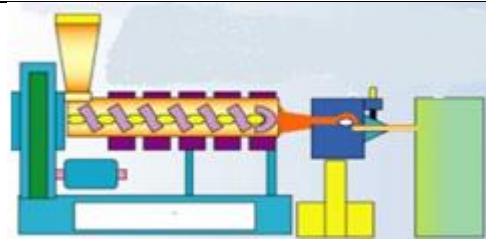
*К химическим способам дезинтеграции клеток относят*

- а) ингибиторный
- б) экстрадитивный
- в) баллистический
- г) миколитический
- д) дрожжелитический
- е) щелочной

30. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЯ

АППАРАТ	СХЕМА
Баллистический дезинтегратор	

Барабанный дезинтегратор



Экструзионный дезинтегратор

