Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2026 01:40:29
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Использование техники низких температур в биотехнологических процессах»

Направление подготовки
19.04.01 Биотехнология

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик (и):

профессор, к.т.н. / С.В. Белуков /

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«ХимБиотех», д.с.х.н. /Н.В. Мясищева /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 9
7. Фонд оценочных средств 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» следует отнести:

– формирование знаний в области аппаратов, применяемых в биологических процессах;

– изучение процессов характерных для криобиологии;

– формирование знаний в области основных задач и проблем криобиологии.

К основным задачам освоения дисциплины «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» следует отнести:

– привитие навыков и выработка умения применять современные методы проектирования и расчета аппаратов для криобиологии;

– освоение особенностей низкотемпературного воздействия на биологические объекты;

– изучение способов хранения и транспортировки биологических объектов.

Обучение по дисциплине «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-4. Способен проводить подготовительные работы для осуществления биотехнологических процессов получения БАВ	ИПК-4.1. Знает технологию получения БАВ; правила работы с культурами микроорганизмов, клетками растений и животных, вирусами; методы приготовления питательных сред; требования производственной санитарии, асептики, пожарной безопасности и охраны труда; методы поддержания чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента; правила работы с автоклавом; требования к стерилизации питательных сред; правила эксплуатации биотехнологического оборудования ИПК-4.2. Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов; отбирать образцы микроорганизмов, клеток растений и животных, вирусов из природной среды; производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры для проведения биотехнологического процесса; производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред; производить пересев инокулянта с целью выделения чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента для проведения биотехнологического процесса; проверять однородность чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента по морфологическим и физиологическим признакам; производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность ИПК-4.3. Владеет методами подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса; биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса; приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений, вирусов заданного состава; выделение и поддержание чистых культур

	микроорганизмов – продуцентов БАВ; оживления культур микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов-продуцентов на твердые и жидкие питательные среды

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» взаимосвязана логически и содержательно-методически с дисциплинами:

–«Тепломассообмен и гидродинамика в биореакторах»;

– «Низкотемпературные технологии в производстве и хранении термолабильных биоматериалов»;

–«Экстремофильные формы микроорганизмов в биотехнологических процессах».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

- **Виды учебной работы и трудоемкость**

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			2	-
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**	-
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	-
1.2	Семинарские/практические занятия	-	-	-
1.3	Лабораторные занятия	18	18	-
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**	-
3	**Промежуточная аттестация**			-
	зачетен			-
	Итого	**72**	**72**	-

2.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	Тема 1. Введение в использование техники низких температур в биотехнологических процессах. Цели и задачи. Низкотемпературные аппараты в биотехнологии.	6	2	-	-	-	4
2.	Непрерывные холодильные цепи. Холодильные циклы, Виды процессов охлаждения, Системы машинного охлаждения.	8	2		2	-	4
3.	Тема 3. Физические основы	10	4		2	-	4

	искусственного охлаждения, основные принципы получения низких температур, рабочие процессы холодильных машин.						
4.	Тема 4. Криогенная техника в процессах биотехнологии. Тепловая изоляция сосудов и емкостей для сжиженных газов. Теплоперенос через теплоизолированный материал.	12	2		4	-	6
5.	Тема 5. Хранение и транспортирование криогенных газов. Сосуды и емкости для хранения и транспортирования сжиженных криогенных газов. Схемы основных коммуникаций емкостей.	8	2		2	-	4
6.	Тема 6. Газификационные установки. Транспортирование криогенных жидкостей по трубопроводам. Методы уменьшения потерь жидкости на испарение при длительном хранении жидких криогенных продуктов.	10	2		4	-	4
7.	Тема 7. Охрана труда и техника безопасности при использовании криогенных жидкостей и криогенного оборудования.	8	2		2	-	4
8.	Тема 8. Криогранулирование, как процесс биотехнологии. Криогранулирование, как способ формирования структурно-функциональных свойств целевых продуктов.	10	2		2	-	6
	Итого	**72**	**18**	**-**	**18**	**-**	**36**

2.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в использование техники низких температур в биотехнологических процессах. Цели и задачи. Низкотемпературные аппараты в биотехнологии.

Техника низких температур в биотехнологии. Особенности применения низких температур в биотехнологии. Введение в использование техники низких температур в биотехнологических процессах. Цели и задачи. Низкотемпературные аппараты в биотехнологии.

Тема 2. Непрерывные холодильные цепи. Холодильные циклы, Виды процессов охлаждения, Системы машинного охлаждения.

Непрерывные холодильные цепи. Холодильные циклы, Виды процессов охлаждения, Системы машинного охлаждения. Испаритель. Конденсатор.

Тема 3. Физические основы искусственного охлаждения, основные принципы получения низких температур, рабочие процессы холодильных машин.

Физические основы искусственного охлаждения, основные принципы получения низких температур, рабочие процессы холодильных машин. Паракомпрессионная холодильная машина. Абсорбционная и пароэжекторная холодильная машина.

Тема 4. Криогенная техника в процессах биотехнологии. Тепловая изоляция сосудов и емкостей для сжиженных газов. Теплоперенос через теплоизолированный материал.

Криогенная техника в процессах биотехнологии. Тепловая изоляция сосудов и емкостей для сжиженных газов. Теплоперенос через теплоизолированный материал. Свойства сжиженных криогенных газов. Сравнительная характеристика различных видов изолчции. Цилиндрическая и сферические емкости..

Тема 5. Хранение и транспортирование криогенных газов. Сосуды и емкости для хранения и транспортирования сжиженных криогенных газов. Схемы основных коммуникаций емкостей.

Хранение и транспортирование криогенных газов. Сосуды и емкости для хранения и транспортирования сжиженных криогенных газов. Схемы основных коммуникаций емкостей. Баллоны.

Тема 6. Газификационные установки. Транспортирование криогенных жидкостей по трубопроводам. Методы уменьшения потерь жидкости на испарение при длительном хранении жидких криогенных продуктов.

Газификационные установки. Транспортирование криогенных жидкостей по трубопроводам. Методы уменьшения потерь жидкости на испарение при длительном хранении жидких криогенных продуктов. Характер течения жидкостей по трубопроводам. Охлаждение теплого ьтрубопровода.

Тема 7. Охрана труда и техника безопасности при использовании криогенных жидкостей и криогенного оборудования.

Охрана труда и техника безопасности при использовании криогенных жидкостей и криогенного оборудования. Контрольно-измерительные приборы и арматура криогенных систем.

Тема 8. Криогранулирование, как процесс биотехнологии. Криогранулирование, как способ формирования структурно- функциональных свойств целевых продуктов.

Криогранулирование, как процесс биотехнологии. Криогранулирование, как способ формирования структурно- функциональных свойств целевых продуктов. Физические принципы криогранулирования. Оборудование для криогранулирования.

2.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

2.4.1. Лабораторные занятия

Тема 1. Консервация клеточных культур. Аппаратурное оформление.
Тема 2. Изучение защитных действий криопротекторов.
Тема 3. Криоконсервация. Аппаратурное оформление.
Тема 4. Криокнцентрирование. Вымораживание.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Основная литература

1. Астахов Д.А. Технологическое оборудование. https://urait.ru/course/D6F20B5E-67AD-462D-A1EB-61C7F0BBAD7E

4.2. Дополнительная литература

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. Практикум / А.А. Курочкин и др. Юрайт, 2026. https://urait.ru/course/7B4DC2FB-1D2F-48D8-A06B-9F1F693B3DC7

4.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программы пакета Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
2. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - РОСПАТЕНТ;
3. https://lib.mospolytech.ru/ - учебно-методические материалы в электронном виде.

4.5. Электронные образовательные ресурсы

ЭОР по дисциплине не разработаны.

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для лекционных и семинарских занятий кафедры «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы Ав2214. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 2)).

При кафедре «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д.

16 стр. 1 (корпус 2)) для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

Лаборатория для практических занятий кафедры «ХимБиотех» Ав5203 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)).

При кафедре «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением

Реализация образовательной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– работа на семинарах по получению знаний в области «Использование техники низких температур в биотехнологических процессах».

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

6.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к лекционным, лабораторным, семинарским (практическим) занятиям;
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета).

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.

Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при *оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7.3. Оценочные средства

Задания в открытой форме

1. Техника низких температур в биотехнологии.
2. Термостатирование. Кристаллизация, сублимирование, криогранулирование, криоконцентрирование.
3. Непрерывные холодильные цепи.
4. Хранение и транспортирование биологически активных материалов, цели и задачи.
5. Программы замораживания биологических объектов.
6. Особенности низкотемпературных методов в различных биотехнологических производствах.
7. Биотехнологические производства, использующие технику низких температур для получения целевых продуктов.
8. Виды процессов охлаждения.
9. Криогранулирование. Области применения в различных биотехнологических производствах, задачи, получение целевых продуктов.
10. Аппаратурное оформление производственного процесса с использованием криогранулирования.
11. Системы машинного охлаждения.
12. Физические основы искусственного охлаждения.
13. Значение геометрической формы исходного продукта для обеспечения высокой линейной скорости охлаждения при одинаковых размерах?
14. Использование жидкого азота как хладогена: необходимые параметры контроля при использовании.
15. Рабочие процессы холодильных машин.
16. Криогенная техника в процессах биотехнологии.
17. Тепловая изоляция сосудов и трубопроводов.
18. Хранение и транспортирование криогенных газов.
19. Хранение и транспорт криогенных жидкостей.
20. Охрана труда и техника безопасности при использовании криогеннных газов и жидкостей.

Тестовые вопросы по дисциплине

Вопрос 1. Где используется техника низких температур в биотехнологии?
А. Концентрирование продукта
Б. Выделение целевого продукта
В. Консервации
Г. При ферментации

Вопрос 2. Что дало импульс в применении низких температур в биотехнологии?
А. Получение жидкого азота
Б. Получение жидкого гелия
В. Получение жидкого водорода

Вопрос 3. Где происходит хранение штамов микроорганизмов при использовании низких температур?
А. В криобанках
Б. В специальных лабораториях
В. В вакуумных хранилищах

Вопрос 4. С какой целью используется криоконцентрирование в промышленной биотехнологии?
А. С целью повышения концентрации целевого продукта и как следствие уменьшения транспортных расходов
Б. Улучшению количества продукта
В. Уменьшение энергозатрат

Вопрос 5. С какой целью используется сублимационное обезвоживание в промышленной биотехнологии?
А. Выделение целевого продукта
Б. Длительное хранение целевого продукта
В. Увеличение производительности

Вопрос 6. С какой целью используется криогранулирование в промышленности?
А. Для криоконсервации целевого продукта
Б. Для дальнейшего использования в сублимационном обезвоживании
В. С дальнейшим повышением производительности

Вопрос 7. Непрерывные холодильные цепи? Цели и задачи?
А. Транспорт целевого продукта
Б. Хранение кратковременное целевого продукта
В. Длительное хранение
Г. Хранение хладагента

Вопрос 8. Рабочие температуры холодильной техники
А. до -100 градусов С
Б. до -40 градусов С
В. до -80 градусов С
Г. до 0 градусов С

Вопрос 9. Рабочие температуры криогенной техники
А. 100 градусов по К
Б. от 100 градусов по К до 0 К
В. До 100 градусов С
Г. До 50 градусов С

Вопрос 10. Температурная шкала холодильной техники?
А. Цельсия
Б. Фаренгейта
В. Кельвина

Вопрос 11. Виды тепловой изоляции криогенной техники
А. Вакуумная
Б. Охлаждаемая рубашка
В. Порошковая изоляция

Вопрос 12. Температурная шкала криогенной техники?
А. Кельвина
Б. Цельсия
В. Фаренгейта

Вопрос 13. Какая типовая изоляция применяется или не применяется в сосудах и емкостях в криогранулляторах, криконцентраторах и установках сублимационного обезвоживания?
А. Без изоляции
Б. Порошковая
В. Вакуумная
Г. Экранно-вакуумная

Вопрос 14. Какое оптимальное отношение внутреннего диаметра d и внешнего D с изоляцией для сосудов цилиндрической формы?
А. d_{min} = 0.6D
Б. d_{min} = 1.0D
В. d_{min} = 1.5D

Вопрос 15. Какая оптимальная толщина изоляции для сосудов цилиндрической формы?
А. δ_{min} = 0.2D
Б. δ_{min} = 0.4D
В. δ_{min} = 0.6D

Вопрос 16. Какое оптимальное отношение внутреннего диаметра d и внешнего D с изоляцией для сосудов цилиндрической формы?
А. d_{min} = 2/3D
Б. d_{min} = 0.5D
В. d_{min} = 3/4D

Вопрос 17. Какая оптимальная толщину δ изоляции для сосудов цилиндрической формы?
А. δ_{min} = 0.165D
Б. δ_{min} = 0.2D
В. δ_{min} = 0.3D

Вопрос 18. За каким параметром необходимо следить в лаборатории при использовании жидкого азота?
А. % соотношения азота и кислорода
Б. Давление
В. Температура

Вопрос 19. Можно ли контактировать с охлажденными жидким азотом, соприкасаясь с металлическими конструкциями?
А. Нет, нельзя
Б. Можно
В. В защитных перчатках, в короткий промежуток времени

Вопрос 20. Какая криогенная жидкость не может быть использована в качестве хладоагента из-за своей токсичности?
А. Фтор
Б. Гелий
В. Кислород
Г. Водород

Вопрос 21. Какую криогенную жидкость не желательно использовать в качестве хладоагента из-за ее пожаро-и взрывоопасности?
А. Кислород
Б. Азот
В. Водород
Г. Аргон

Вопрос 22. Кто допускается к работе с криогенными продуктами?
А. Сотрудник в спецодежде и прошедший соответствующий инструктаж
Б. Имеющие удостоверение техника
В. Имеющие диплом бакалавра

Вопрос 23. Почему с жидким азотом необходимо обращаться осторожно?
А. При попадании на кожу вызывает ожоги
Б. Токсичен
В. Пожаро- и взрывоопасен

Вопрос 24. На что необходимо обратить внимание при работе с емкостями жидкого азота?
А. Исправность газосброса и предохранительных устройств
Б. Заполнения объема
В. Исправность изоляции

Вопрос 25. На что необходимо обратить внимание при эксплуатации криогенных газовых баллонов?
А. Срок проверки
Б. Исправность штуцера
В. Цвет баллона
Г. Размер баллона

Вопрос 26. Для чего используется газификатор криогенных жидкостей?
А. Для уменьшения трансферных расходов
Б. Улучшения качества криогенных продуктов
В. Снижения количества обслуживающего персонала

Вопрос 27. Почему сублимационная сушка предпочтительнее паровой сушки?
А. Из-за термолабильности микроорганизмов
Б. Из-за понижения производительности
В. Из-за понижения параметры качества целевого продукта

Вопрос 28. Какие инженерные методы применяют при масштабировании аппаратов техники низких температур в биотехнологии?
А. Методы подобия
Б. Гидромеханические
В. Тепловые

Вопрос 29. Какие устройства необходимо использовать для компенсации температурного напряжения при использовании техники низких температур?
А. Сильфон
Б. Температурный мостик
В. Мембрана

Вопрос 30. Какие основные материалы используются для аппаратов сублимации, криогранулляции и криоконцентрации в биотехнологии?
А. Сталь
Б. Алюминий
В. Чугун
Г. Медь

Ключ к тесту

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	А, Б, В	А	А	А	А, Б	А, В	А, Б	А, Б, В	А, Б	А
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	А, В	А	Б, В, Г	А	А	А	А	А	А, В	А
№ вопроса	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ответ	А	А	А	А, В	А, Б, В	А	А, В	А	А	А, Б, Г