

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 16.09.2023 11:30:17  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac8a60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета  
химической технологии и биотехнологии  
/ С.В. Белуков /  
« 31 августа » 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Криомедицинская техника»**

Направление подготовки

**16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2020

## 1. Цели освоения дисциплины.

Цель дисциплины «Криомедицинская техника» состоит в изучении современных приборов криомедицинской техники, их расчете, проектировании и применении.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение типов и методов криодеструкции тканей кожи;
- изучение методик проектирования криомедицинских приборов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Криомедицинская техника» относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Криомедицинская техника» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Безопасность жизнедеятельности.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-9	готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и	<b>Знать:</b> основные принципы использования и проектирования приборов для криотерапии и криохирургии; знать принципы построения и энергетической оптимизации параметров схем низкотемпературных установок, уметь проводить расчеты установок, анализировать

	<p>систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов</p>	<p>результаты расчетов. При расчете и оптимизации должна быть использована современная вычислительная техника.</p> <p><b>Уметь:</b>  проводить расчеты приборов для криотерапии и криохирургии;  использовать при расчете и оптимизации современную вычислительную технику;  определять эксплуатационные показатели качества технологического оборудования.</p> <p><b>Владеть:</b>  навыками проектирования приборов для криотерапии и криохирургии;  навыками работы с приборами для криотерапии и криохирургии и аппаратами;  использовать современные достижения в области криомедицинской техники.</p>
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 академических часов, из них 90 часа самостоятельной работы).

Структура и содержание дисциплины «Криомедицинская техника» по срокам и видам работы изложены в приложении 1.

6 семестр: лекции – 54 часов, практические и семинарские занятия – 36 часов, форма контроля – экзамен.

##### Содержание дисциплины:

##### 1. Область применения и перспективы развития криомедицинской техники.

Основные задачи криомедицинской техники. Области применения и перспективы развития криомедицинской техники.

##### 2. Основы общей теории охлаждения и замораживания биологических систем. Низкотемпературная кристаллизация в биологических системах.

Свойства и роль воды в биологических системах. Структурные модели и свойства воды. Влияние ионов и ионных соединений. Состояние и свойства воды на поверхности, в капиллярных системах и клетках.

Молекулярная структура и физико-химические свойства льда. Термические свойства льда. Механизмы зародышеобразования кристаллов льда и роста кристаллов льда.

Кристаллизация растворов. Кинетика роста кристаллов льда. Вязкостные свойства растворов и кристаллизация.

Замораживание биологических суспензий. Кинетика зарождения кристаллов льда в биологических суспензиях. Кинетика роста и плавление кристаллов льда в биологических суспензиях. Зависимость жизнеспособности клеток от скорости замораживания и отогрева.

Аппаратура и методы исследования кристаллизационных процессов при замораживании. Криомикроскопия. Рентгенография. Вискозиметрия. Термография. Электрометрия.

Охлаждение биологических систем. Продолжительность охлаждения. Темп охлаждения.

Замораживание биологических систем. Продолжительность процесса замораживания. Замораживание при незначительной и принудительной циркуляции воздуха. Замораживание иммерсионным способом с применением различных хладагентов.

Методика аппаратов и конструкции аппаратов для замораживания для замораживания биологических систем. Морозильные камеры.

### **3. Методика расчета процесса и оборудование для криоконсервации биологических систем.**

Консервация биологических систем. Факторы, влияющие на сохранность клеток микроорганизмов при действии низких температур. Методы криоконсервации биологических систем. Классификация оборудования для криоконсервации биологических систем. Системно-структурный анализ процесса криоконсервирования биологических систем. Методы расчета и оптимизации процесса и аппаратов криоконсервации биологических систем.

Криобанки для различных биологических объектов. Кассетные системы для хранения микроорганизмов в жидком азоте.

### **4. Методика расчета процесса и аппаратов для дистрикции тканей и низкотемпературного воздействия на биологические системы.**

Основная цель криохирургического метода. Классификация скоростей охлаждения. Хирургические криоприспособления. Криоэкстремальная терапия. Классификация криомедицинского инструмента и оборудования. Криомедицинский аппарат как аппарат криогенной техники.

Методы расчета процесса охлаждения и замораживания при осуществлении криомедицинских технологий.

Методы расчета аппаратов и инструментов криомедицинской техники.

## **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Криомедицинская техника» 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:

- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- проведение лабораторных работ;

- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам расчета и проектирования машин и аппаратов холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Криомедицинская техника» и в целом по дисциплине составляет 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 40% от объема аудиторных занятий.

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

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводится по следующим критериям:

- выполнение и защита домашних заданий
- защита лабораторных работ

При выполнении задания для самостоятельной работы студент должен закрепить теоретические знания и приобрести навыки в инженерных расчетах. При этом необходимо использовать современные источники информации: учебники, монографии, журналы и др. и также современные методики расчета. В качестве самостоятельной работы предлагается домашнее задание по аппаратам криогенных установок.

Домашнее задание, его характеристика

Основным содержанием домашнего задания является проработка конструкций вакуумных систем и их расчет.

При выполнении домашнего задания студент должен показать свое умение оценить техническое состояние оборудования, проанализировать условия его работы, а также оптимизировать технологические и конструктивные параметры. При этом необходимо использовать пакет прикладных программ для расчета на ЭВМ. Домашнее задание представляется в виде записки, включающей текстовую и расчетную части, а также рисунки, графики и чертежи.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

## **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ПК-9	готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

## **6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>ПК-9 - готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> основные принципы использования и проектирования приборов для криотерапии и криохирургии;	Обучающийся демонстрирует неполное умение, допускаются значительные	Обучающийся демонстрирует неполное умение. Допускаются значительные	Обучающийся демонстрирует частичное умение, но	Обучающийся демонстрирует полное умение, свободно оперирует приобретенным

<p>знать принципы построения и энергетической оптимизации параметров схем низкотемпературных установок, уметь проводить расчеты установок, анализировать результаты расчетов.</p>	<p>ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.</p>	<p>ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей</p>	<p>допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>и знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> проводить расчеты приборов для криотерапии и криохирургии; использовать при расчете и оптимизации современную вычислительную технику; определять эксплуатационные показатели качества технологического оборудования.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное умение, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное умение. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное умение, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное умение, свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>
<p><b>владеть:</b> навыками проектирования приборов для криотерапии и криохирургии; навыками работы с приборами для криотерапии и криохирургии и аппаратами; использовать современные достижения в области криомедицинской техники.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное умение, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное умение. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное умение, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное умение, свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

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

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Криомедицинская техника».*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
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.

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.**

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) основная литература:

1. Предпосылки для разработки нового поколения криохирургических аппаратов (обзор) / А.В. Шакуров, А.В. Пушкарев, В.А. Пушкарев, Д.И. Цыганов // Современные технологии в медицине. — 2017. — № 2. — С. 178-189. — ISSN 2076-4243. — Текст : электронный // Лань : электронно-



библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/302157> (дата обращения: 14.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

2. МНОГОМЕРНЫЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В КРИОМЕДИЦИНЕ. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. // Educatio. — 2015. — № 5(12). — С. 159. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/journal/issue/299335> — Загл. с экрана.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В специализированной лаборатории кафедры «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы для изучения и проведения лабораторных работ имеются:

- консультационно-вычислительный класс для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одной из существенных частей учебного процесса и предполагает помощь в планировании и контроль со стороны преподавателей.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником. Необходимо обеспечить правильное соотношение воспроизводящей и творческой деятельности студентов.

Ключевую роль в самостоятельной работе является постановка целей , которые будут представлять образ положительных последствий выполнения поставленных задач.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

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 четко 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.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения**, профиль подготовки «Холодильная техника и технологии».


**Программу составил:**

Заведующий кафедрой, к.т.н.

 /С.В. Белуков/

**Программа утверждена на заседании кафедры «Техника низких температур»**  
«\_17\_» \_\_\_\_ 06 \_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_95\_\_

Заведующий кафедрой, к.т.н.

 /С.В. Белуков/



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

Направление подготовки: 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы  
жизнеобеспечения»

ОП (профиль): « Холодильная техника и технологии»  
Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)  
**расчетно-экспериментальная с элементами научно-исследовательской,  
проектно-конструкторская**

Кафедра: ТНТ им. П. Л. Капицы

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Криомедицинская техника**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

---

---

---

**Составитель:**

**Белуков С.В.**

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

<b>Криомедицинская техника</b>					
<b>ФГОС ВО 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»</b>					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирования компетен</b>	<b>Форма оценочного средства**</b>	<b>Степени уровней освоения компетенций</b>
<b>ИН-ДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВКА</b>				
ПК-9	готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов	<p><b>Знать:</b> основные принципы использования и проектирования приборов для криотерапии и криохирургии; знать принципы построения и энергетической оптимизации параметров схем низкотемпературных установок, уметь проводить расчеты установок, анализировать результаты расчетов. При расчете и оптимизации должна быть использована современная вычислительная техника.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить расчеты приборов для криотерапии и криохирургии; использовать при расчете и оптимизации современную вычислительную технику; определять эксплуатационные</p>	лекция, самостоятельная работа, семинары и занятия	ДС УО	<p><b>Базовый уровень</b> - способен проектировать вакуумные системы и их элементы при помощи основных видов и методов расчета</p> <p><b>Повышенный уровень</b> - способен проектировать вакуумные системы и их элементы и их элементы при помощи основных видов и методов расчета, выполнять их оптимизацию с учетом установленных требований</p>

		<p>показатели качества технологического оборудования.</p> <p><b>Владеть:</b>  навыками проектирования приборов для криотерапии и криохирургии;  навыками работы с приборами для криотерапии и криохирургии и аппаратами;  использовать современные достижения в области криомедицинской техники.</p>			
--	--	--	--	--	--

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

## Перечень оценочных средств по дисциплине: *Криомедицинская техника*

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
2	Устный опрос, собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины



## Вопросы к экзамену

по дисциплине: **Криомедицинская техника**

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Основные задачи криомедицинской техники.
2. Области применения и перспективы развития криомедицинской техники.
3. Свойства и роль воды в биологических системах.
4. Структурные модели и свойства воды.
5. Влияние ионов и ионных соединений.
6. Состояние и свойства воды на поверхности, в капиллярных системах и клетках.
7. Молекулярная структура и физико-химические свойства льда.
8. Термические свойства льда.
9. Механизмы зародышеобразования кристаллов льда и роста кристаллов льда.
10. Кристаллизация растворов. Кинетика роста кристаллов льда. Вязкостные свойства растворов и кристаллизация.
11. Замораживание биологических суспензий.
12. Кинетика зарождения кристаллов льда в биологических суспензиях.
13. Кинетика роста и плавление кристаллов льда в биологических суспензиях. Зависимость жизнеспособности клеток от скорости замораживания и отогрева.
14. Аппаратура и методы исследования кристаллизационных процессов при замораживании.
15. Криомикроскопия.
16. Рентгенография. Вискозиметрия.
17. Термография. Электрометрия.
18. Консервация биологических систем.
19. Факторы, влияющие на сохранность клеток микроорганизмов при действии низких температур.
20. Криобанки для различных биологических объектов.
21. Кассетные системы для хранения микроорганизмов в жидком азоте.

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности УМЕТЬ:

22. Методы криоконсервации биологических систем.
23. Классификация оборудования для криоконсервации биологических систем.
24. Системно-структурный анализ процесса криоконсервирования биологических систем.
25. Методы расчета и оптимизации процесса и аппаратов криоконсервации биологических систем.
26. Охлаждение биологических систем. Продолжительность охлаждения. Темп охлаждения.
27. Замораживание биологических систем.

28. Продолжительность процесса замораживания.
29. Замораживание при незначительной и принудительной циркуляции воздуха.
30. Замораживание иммерсионным способом с применением различных хладагентов.
31. Методика аппаратов и конструкции аппаратов для замораживания для замораживания биологических систем. Морозильные камеры.

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ:

32. Основная цель криохирургического метода.
33. Классификация скоростей охлаждения.
34. Хирургические криоприборы.
35. Криоэкстремальная терапия.
36. Классификация криомедицинского инструмента и оборудования.
37. Криомедицинский аппарат как аппарат криогенной техники.
38. Методы расчета процесса охлаждения и замораживания при осуществлении криомедицинских технологий.
39. Методы расчета аппаратов и инструментов криомедицинской техники.

## Форма экзаменационного билета

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

Институт \_\_\_\_\_  
*полное наименование института*

Кафедра ТНТ им. П. Л. Капицы  
*сокращенное наименование кафедры*

Дисциплина  
Направление подготовки

**Криомедицинская техника**  
16.03.03 «Холодильная, криогенная техника  
и системы жизнеобеспечения»

Курс 3 семестр \_\_\_\_\_

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_.

1. Замораживание иммерсионным способом с применением различных хладагентов.
2. Криоэкстремальная терапия.
3. Методы расчета процесса охлаждения и замораживания при осуществлении криомедицинских технологий.

Утверждено на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
*подпись* *расшифровка*

---

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

<b>ПК-9 - готовность выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов</b>					
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Экзамен			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
Обучающийся способен проектировать приборы для криотерапии и криохирургии	1 – 4	Обучающийся демонстрирует неполное умение, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует неполное умение. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей	Обучающийся демонстрирует частичное умение, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное умение, свободно оперирует приобретенными знаниями.

# Темы рефератов, докладов, сообщений

по дисциплине Криомедицинская техника

1. Основные задачи криомедицинской техники.
2. Области применения и перспективы развития криомедицинской техники.
3. Свойства и роль воды в биологических системах.
4. Структурные модели и свойства воды.
5. Влияние ионов и ионных соединений.
6. Состояние и свойства воды на поверхности, в капиллярных системах и клетках.
7. Молекулярная структура и физико-химические свойства льда.
8. Механизмы зародышеобразования кристаллов льда и роста кристаллов льда.

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

<b>ПК-9 - готовность выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов</b>				
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет		
		Критерии оценивания		
		не зачтено	зачтено	
Обучающийся способен проектировать приборы для криотерапии и криохирургии	1 – 4	Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенными знаниями.

# Темы индивидуальных заданий

по дисциплине **Криомедицинская техника**

Задание № 1

Определить время замораживания 3л крови.

Задание № 2

Определить режим криодеструкции тканей.

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

(наименование кафедры)

<b>ПК-9 - готовность выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов</b>				
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	<b>Недифференцированный зачет</b>		
		Критерии оценивания		
		<b>не зачтено</b>	<b>зачтено</b>	
Обучающийся способен проектировать приборы для криотерапии и криохирургии	1 – 4	Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенными знаниями.