

Криобиоинженерные технологии, криохимия и материаловедение в исследованиях школьников

Семинар «Организационные и методические аспекты подготовки и
проведения Региональной технической олимпиады школьников в 2025-26 г.»

18 декабря 2025

Ледники и вечная мерзлота: ключевые компоненты криосферы

ледники и вечная мерзлота представляют собой стабильные криогенные образования, чувствительные к климатическим изменениям.

Изучение их структуры помогает понять процессы на планете.



1. Физико-химические свойства морского льда

Морской лед имеет уникальные свойства:

- пористость,
- соленость и
- плотность.

Школьники могут наблюдать замерзание и таяние льда в модели, анализируя изменения.



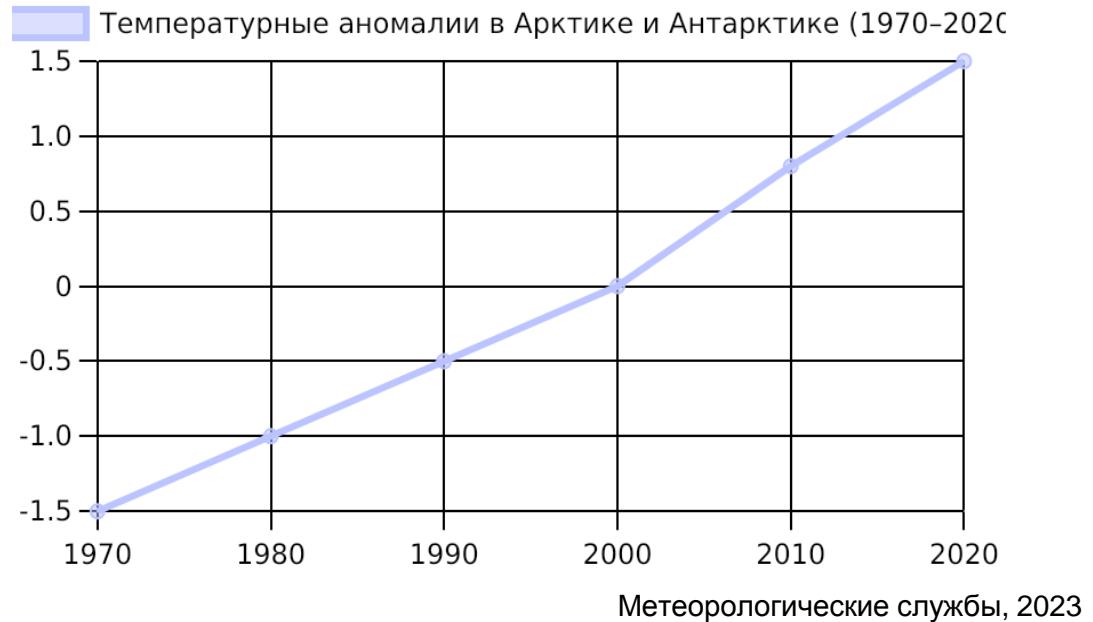
2. Влияние изменения климата на снежный покров

Климатические изменения меняют толщину и состояние снежного покрова.

Проекты школьников могут включать сбор данных и наблюдение за температурой и таянием снега.

долгосрочный,
снижение интереса у школьников





климатология

анализ данных

*Рисунок отражает общую логику идеи, но построен не по статистически верным
данным*

Ключевые научно-практические вызовы в полярной криоинженерии

Механика ледяных масс: вызов стабильности



Изучение поведения ледников и морского льда в динамических условиях важно для прогнозирования их изменений и защиты инфраструктуры.

Инфраструктура в условиях вечной мерзлоты



Проектирование устойчивых сооружений в условиях вечной мерзлоты требует инновационных материалов и технологий для предотвращения деформаций.

Криоконсервация биологических объектов



Разработка эффективных методов замораживания живых тканей и микроорганизмов обеспечит долгосрочное хранение и использование биоресурсов в экстремальных условиях.

Биотехнологические приложения криоинженерии в полярных условиях



Криоконсервация клеток и тканей обеспечивает сохранение биологических образцов для научных и лечебных целей в условиях низких температур. Криоконсервация позволяет сохранить структуру клеток, минимизируя повреждения при заморозке и оттаивании, что важно для биотехнологии.



Методы заморозки микроорганизмов адаптированы к арктическим условиям, что способствует изучению и применению экстремофилов.



Применение природных криопротекторов снижает повреждения клеток при заморозке, улучшая выживаемость биологического материала.



Синтетические криопротекторы используются для повышения эффективности хранения и транспортировки биоресурсов в Арктике и других криозонах.

в медицине и биологии — основа криоконсервации, позволяют замораживать и хранить на протяжении долгого времени клетки, ткани, органы и даже эмбрионы без потери их жизнеспособности.

в сельском хозяйстве — специальные криопротекторы помогают растениям пережить похолодание, повышая их устойчивость к стрессу. Например, для защиты плодовых деревьев и кустарников, зерновых и овощных культур, декоративных растений.

в пищевой промышленности — криопротекторы помогают сохранить качество продуктов, которые подвергаются заморозке: предотвращают разрушение клеток рыбы, мяса или овощей, сохраняя их вкус, текстуру и питательные свойства.

Тип	Эффективность	Токсичность	Концентрация
глицерин	высокая	низкая	5 – 15%
ДМСО	очень высокая	средняя	5 – 10%
сахароза	умеренная	низкая	10 – 20%

Данные в таблице отражают общую логику изложения, но не являются точно достоверными

Сравнение популярных типов криопротекторов по эффективности и токсичности для разных биологических образцов

Выбор криопротектора должен учитывать специфические характеристики биоматериала и условия его заморозки.

Оценка методов криоконсервации биообъектов по температуре хранения, времени сохранности и применению в биотехнологии

Жидкий азот наиболее доступен, а гелий обеспечивает максимальную сохранность.

Сравнительный анализ технологий криоконсервации биологического материала

Метод	Температура хранения	Время	Эффективность	Применение
Жидкий азот	-196°C	длительное	высокая	биобанки
Жидкий гелий	-269°C	очень длительное	очень высокая	исследования
Сухой лед	-78°C	краткосрочно	средняя	транспортировка

Данные в таблице отражают общую логику изложения, но не являются точно достоверными

Замедление метаболизма под воздействием холода

Холод значительно снижает биохимические процессы, что обеспечивает сохранность биомолекул и клеток.



Школьники могут исследовать влияние заморозки на семена или микроорганизмы с наблюдением жизнеспособности.

Криозаморозка органов и ферментов: современные технологии

Технологии глубокого охлаждения обеспечивают длительное хранение органов и биокатализаторов, сохраняя их функции.



Изучение таких методов может быть реализовано через демонстрацию замораживания ферментов и анализ активности после разморозки.

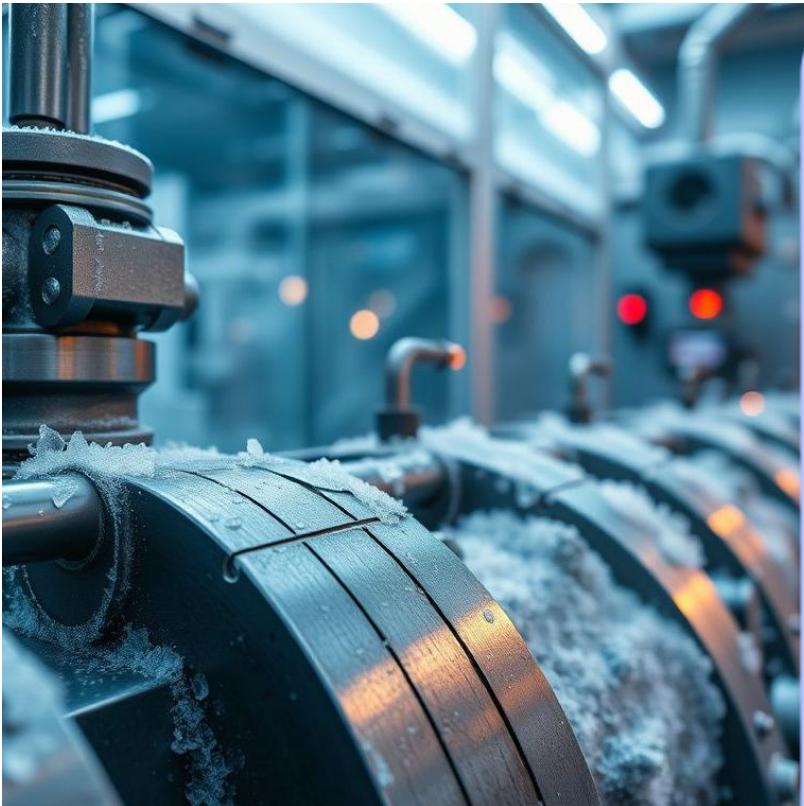
Микроскопическое исследование замороженных клеток

Использование микроскопии позволяет визуализировать структуру клеток при низких температурах, раскрывая влияние холода на биологические объекты.



В школьных проектах важно фиксировать изменения и документировать результаты.

Проблемы эксплуатации оборудования в криосреде



Влияние экстремальных температур на материалы

Низкие температуры вызывают хрупкость, трещины и деформацию материалов. Это влияет на надежность криогенного оборудования во время эксплуатации.



Исследовательские проекты по устойчивости оборудования

Школьники могут создавать модели из простых материалов и исследовать влияние холода (низких температур, перепадов температур) на прочность, что способствует пониманию инженерных вызовов.



Технологии синтеза и анализа криоматериалов

Получение аэрогелей

Аэрогели представляют собой уникальные криоматериалы с высокой пористостью и малой плотностью. Их получают путем сушки геля в сверхкритических условиях.



Для школьников возможны простейшие модели аэрогелей на основе гелевых веществ и последующего замораживания.

Монокристаллы в криоинженерии: методы выращивания

Монокристаллы получают медленным охлаждением чистых расплавов, обеспечивая однородность структуры. Их изучение помогает понять физические свойства криоматериалов.



Школьники могут провести эксперименты с выращиванием кристаллов из солей или сахара при низких температурах.

Сверхохлажденные жидкости и исследование фазовых состояний

Феномен сверхохлаждения демонстрирует жидкость ниже температуры замерзания без кристаллизации. Исследование таких состояний позволяет понять динамику замерзания.



В проектах школьники исследуют процесс охлаждения воды с контролем условий и визуализируют переходы.

Интеграция ИИ и робототехники в криоинженерию

ИИ для мониторинга криосистем

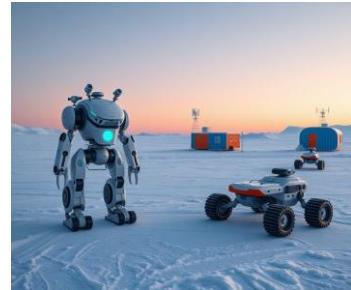
Искусственный интеллект позволяет анализировать данные с датчиков температуры и влажности в реальном времени, повышая точность мониторинга криосреды.



Школьники могут разрабатывать простые программы для обработки таких данных.

Роботизация полярных и космических экспедиций

Автономные роботы изучают экстремальные условия, выполняют измерения и обеспечивают безопасность.



Возможности для школьников включают создание макетов роботов с базовым управлением и датчиками.

Программирование автономных систем

Современные технологии снижают энергопотребление при сохранении эффективности охлаждения, что открывает путь для мини-проектов по моделированию.



Разработка простых роботов и датчиков для сборки систем мониторинга в моделях криосферы помогает освоить основы программирования и инженерии при низких температурах.

Климатическое влияние проектов криоинженерии: ключевые аспекты и исследовательские задания

1 Положительные эффекты криоинженерии на климат

Криоинженерные решения помогают стабилизировать локальный климат, уменьшая потери ледников. Школьники могут исследовать влияние замороженных образцов на температуру окружающей среды, проводя эксперименты с имитацией таяния.



2 Отрицательные последствия масштабных криопроектов

Использование крупномасштабных криотехнологий способно вызывать изменения микроклимата и нарушать экосистемы. Рекомендуется анализировать последствия на основе климатических карт и локального мониторинга.



3 Методы мониторинга локальных климатических условий

Внедрение систем наблюдения с датчиками температуры и влажности позволяет оценивать состояние криосферы. Школьники могут создавать проекты по сбору и анализу данных о погоде и снежном покрове.

