

# 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.



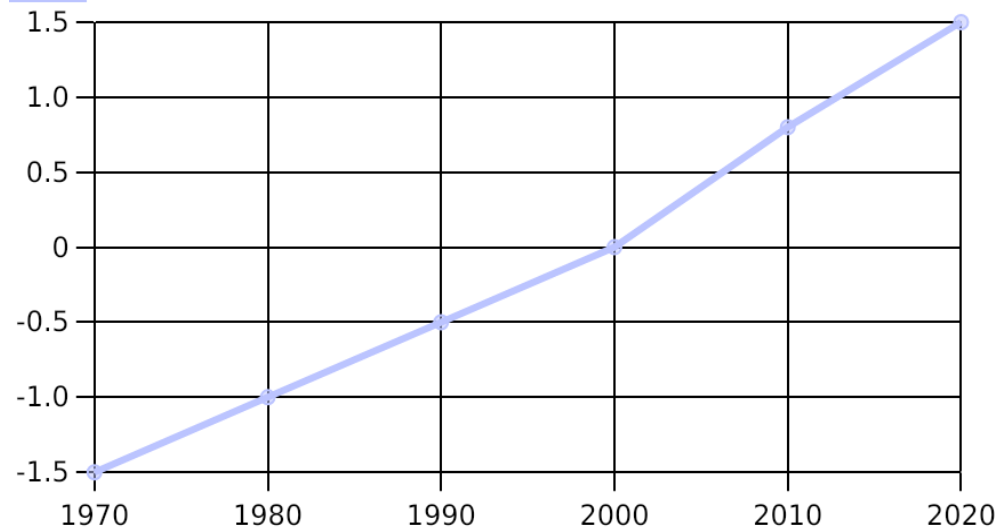
## 2. Влияние изменения климата на снежный покров

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



Температурные аномалии в Арктике и Антарктике (1970–2020)



Метеорологические службы, 2023

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.

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

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

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

## 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



## 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.

