

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

для участников 4-7 классов региональной технической олимпиады  
школьников 2025-2026 уч. года

### *Тема: «Холод не враг, а друг»*

#### Методологическая реализация олимпиады:

В рамках данного технического задания предполагается разработка концептуального научно-технического проекта и его публичная защита. Форма проведения олимпиады для учащихся 4,5,6,7 классов:

- 1) предварительная разработка объекта, выбираемого участниками самостоятельно согласно теме олимпиады и имеющего научно-техническую актуальность;
- 2) обязательное представление пояснительной записки по теме проекта (не более 25 листов машинописного (компьютерного) текста);
- 3) обязательно выполнение действующей или стационарной (масштабно-габаритной) модели (макета) проектируемого объекта;
- 4) публичная защита командой не менее 10 человек проекта технического объекта, время защиты - 7 минут;
- 5) ответы на вопросы жюри или других участников олимпиады (3-4 вопроса).

#### Требования к оформлению пояснительной записки:

*Проект оформляется на листах формата А4 (с соблюдением следующих общих требований форматирования: основной текст составляет не более 25 листов, все поля 2 см, шрифт Times New Roman - 12 пт, межстрочный интервал -1, заголовки 14 пт, для подписей на схемах и чертежах допускается шрифт Arial) и включает в себя:*

- титульный лист с наименованием проекта (на титульном листе не допускается указание идентификационной информации об участнике олимпиады);
- автореферат разрабатываемого проекта (0,5 листа, шрифтом Times New Roman -10 пт) с указанием числа рисунков, таблиц и библиографических источников (поощряется дублирование автореферата на иностранном языке – предпочтительно английском);
- **актуальность и идею** (концепцию), положенную в основу проекта;
- **описание** устройства, принципов действия **моделируемого объекта** и необходимые чертежи, схемы, графики, рисунки и т. п., компьютерную графику и другие необходимые, по мнению автора, материалы (компьютерная графика прочие мультимедийные материалы могут быть при необходимости приложены на CD носителе к пояснительной записке);
- **описание** устройства, принципов действия **модели (макета)** и необходимые чертежи, схемы, графики, рисунки и т. п., компьютерную графику и другие необходимые, по мнению автора, материалы;
- выводы по работе о преимуществах разработанного объекта и специфике его применения;
- библиографический список использованных научно-технических информационных источников;
- при необходимости пояснительная записка может содержать приложение, в которое выносятся второстепенные материалы, но необходимые по мнению автора для полного понимания идеи проекта.

#### Требования к выполняемой участником модели (макета):

**ДОПУСКАЕТСЯ:**

- *модель должна быть выполнена участником самостоятельно* из доступных к обработке материалов для учащихся 4-7 классов (бумага, картон, дерево, фанера, пенопласт, пластик, резина и т.п.) без применения сложных промышленных технологий обработки (исключение составляют зубчатые колеса, шкивы для ременных передач и подшипники качения и скольжения);

- *модель и ее пульт управления должны открываться для осмотра жюри* внутренней части модели, всех действующих механизмов, электросхем и др.;

- *все приводы, в том числе, электрические, а также монтажи электросхем, пультов управления модели должны быть выполнены участником самостоятельно* из отдельных частей: отдельно взятый электродвигатель постоянного тока (не более 4,5 В), отдельно взятый диск для пасика («ременная передача») или отдельно набранные шестерни («зубчатая передача»), провода, лампочки, светодиоды и др. и должны быть самостоятельно установлены автором в корпусе машины или пульте управления;

- допускается использование отдельных проводов, отдельных лампочек, светодиодов, отдельных радиодеталей, отдельных выключателей, готовых зубчатых колес, подшипников и т.п., самостоятельно собранных в конструкцию модели (макета);

- допускается использование для корпусов и других деталей модели фабричных пластиковых упаковок: коробочки, бутылки, крышки; елочные небьющиеся шары и т.п., *не являющиеся готовым элементом какого-либо прибора или игрушки* (готовой кабиной, фарой, антенной и т.п.).

### **СТРОГО НЕ ДОПУСКАЕТСЯ:**

- *использование токсичных, пожароопасных, биологически-, химически- и механически (острых или бьющихся) вредных и опасных материалов;*

- *использование готовых блоков приводов* (т.е. двигателя, соединенного с системой зубчатых колес (готовых редукторов) или шкивом для пасика) *фабричного изготовления* (от игрушки или электроприбора какого-либо технического объекта);

- *использование фабричных изделий целиком* (приборов, фенов, пылесосов, игрушек и т.п.), а также *использование частей (конструкций) готовых фабричных изделий* (приборов, фенов, пылесосов, электрических игрушек): корпусов, колес, кабин, окон и др.;

- *использование фабричных пультов управления (корпусов и внутреннего содержания);*

- *использование деталей, выполненных из металла или других материалов с помощью сложной станочной обработки (токарной, фрезерной, и т.п.) и с помощью сложной слесарной обработки;*

- *использование готовых фабричных электро- и радио-блоков* (от приборов или игрушек): светящихся, мигающих, звонящих, музыкальных и т.п.;

- использование отдельных элементов питания (батареек) напряжением свыше 4,5 В;

- *использование сети переменного напряжения 220В (даже через трансформаторы и другие понижающие устройства) – работа будет сразу снята с конкурса без возможности демонстрации ее работы;*

- *использование наборов «Лего»* (и их аналогов), их отдельных частей т.к. существуют специальные конкурсы для конструкторов «Лего» со специальными критериями оценок.

Критерии оценок участников олимпиады школьников 4-7 классов представлены в приложении.

## Пояснения по теме проекта.

**Полярная и космическая криоинженерия** изучает работу техники и оборудования в очень холодных местах — на Северном и Южном полюсах, в космосе или специально охлаждённых лабораториях. Эта наука объединяет знания из разных областей: науки о природе, технике и обществе. Специалисты разрабатывают способы, как техника должна правильно работать в суровых морозах, а также учитывают влияние холода на жизнь и здоровье людей. Они исследуют ледяные области нашей планеты и Вселенной, решают вопросы безопасности, экономики и морали при освоении этих мест.

Управление холодом позволяет людям влиять на природу. Изучение мороза и работа с ним стала важной наукой, которая соединяет разные области знаний: физику, биологию, экологию и даже науку о прогнозировании будущего (футурологию). Кристоинженеры хотят не просто охлаждать предметы до низкой температуры, но и научиться применять этот холод для важных целей.

Северный полюс (Арктика) и Южный полюс (Антарктида) показывают двойственность науки о холоде — от борьбы за полезные ископаемые до сохранения экосистем. Вместе с науками о космическом холоде и конструированием техники для условий с сильными морозами, они помогают человеку освоить миры льда и превратить холод из врага в помощника. Для успеха важно сочетать новые технологии, сотрудничество стран и заботливое отношение к природе, будь то Земля или далекие уголки Вселенной.

«Полярная и космическая криоинженерия» рассматривает то, как машины и устройства работают в очень холодных местах на Земле и в космосе. Далее мы изучим почему это важно для науки и повседневной жизни, обсудим проблемы и цели, стоящие перед учёными и инженерами, приведём интересные примеры использования холода.

### I. Научно-практические аспекты

#### 1. *Криоматериаловедение и инженерия конструкций:*

Арктическое строительство: Разработка морозостойких бетонов, композитных материалов и гибких фундаментов для зданий на вечной мерзлоте. Примеры: якутские города и посёлки, где криомеханика изучает деформации конструкций.

Ледяная архитектура: Строительство устойчивых структур из льда и снега для полярных станций или даже арт-объектов.

Проект «Ледяной город»: Создание временных поселений в Антарктиде из льда с использованием 3D-печати. Технологии, отработанные здесь, станут основой для лунных баз.

Антарктические прототипы: Автономные станции («Восток», «Конкордия») — тестовые модели для лунных баз.

Лёд как ресурс: Использование льда для 3D-печати структур в Арктике (временные дороги) и Антарктиде (исследовательские базы).

Низкотемпературное материаловедение: Разработка материалов стойких к низким температурам, как с прочностных позиций, так и сохранения их функциональных особенностей, в том числе технологических жидкостей и биосовместимых материалов. Разработка морозостойких сплавов для арктических нефтеплатформ и гибких полимеров для космических скафандров.

Сверхпроводники и квантовые материалы: Использование низких температур для создания материалов с уникальными свойствами (например, графен в криогенных условиях).

Криокибернетика: Гибридные системы, где холод используется для снижения энергопотребления нейроморфных компьютеров.

## **2. Энергетика и терморегуляция:**

Криоаккумуляторы: Хранение энергии в сжиженном водороде или азоте для арктических посёлков и космических миссий. Движение ледовых масс, как источник кинетической энергии.

Термоядерный синтез: Поддержание криогенных условий для работы магнитных ловушек в реакторах (например, в токамаках). Криогенные магниты для удержания плазмы (проекты ITER, SPARC).

Арктические геотермальные решения: Использование холода для охлаждения промышленного оборудования в условиях таяния мерзлоты.

## **3. Полярная криомеханика:**

Механика в условиях холода: Исследование изменений физико-механических свойств материалов (металлы, полимеры, композиты) при температурах ниже  $-50^{\circ}\text{C}$ . Например: Хрупкость сталей в арктических условиях. Деформация льда под нагрузкой при строительстве ледовых дорог или баз. Инженерные решения для полярных зон. Разработка технологий, устойчивых к экстремальным температурным перепадам, обледенению и мерзлотным деформациям. Конструкции для нефтегазовых платформ в Арктике. Робототехника, функционирующая в антарктических снежных бурях.

Взаимодействие с криосферой: Анализ динамики ледников, вечной мерзлоты и их влияния на инфраструктуру: Прогнозирование таяния мерзлоты и укрепление фундаментов зданий. Моделирование ледовых нагрузок на морские суда и портовые сооружения.

Космические аналогии: Применение знаний о полярной механике для проектирования систем, работающих в условиях, аналогичных космическим (например, на Марсе или спутниках Юпитера). Криогенные двигатели, использующие замороженные ресурсы. Рovers для исследования ледяных планетоидов.

## **4. Медицина и биотехнологии:**

Криоконсервация: Заморозка и восстановление органов и клеток и других биоматериалов для трансплантологии — технологии, тестируемые в полярных экспедициях.

Адаптация организмов: Изучение арктических экстремофилов (микроорганизмы, рыбы с антифризными белками) для создания ГМО, устойчивых к холоду.

Криохирургия: Управление холодом для точечного разрушения опухолей или патологических тканей.

Криобиоробототехника: Разработка роботизированных систем, работающих в сверхнизких температурах (например, для операций в условиях холода).

## **5. Космические технологии:**

Экзокриология: Наука о холодных мирах Солнечной системы, включая криомиры неводной (аммиачной, метановой углекислотной и т.д.) природы. Пример: миссия Europa Clipper для изучения подлёдного океана Европы. В широком смысле экзокриология — это наука о холоде как универсальном космическом явлении, где низкие температуры становятся не препятствием, а основой для новых открытий. Она переосмысливает холодные миры не как «мёртвые пустыни», а как потенциальные оазисы жизни и плацдармы для человечества. Экзокриология (от греч. «экзо» — внешний, «криос» — холод, «логос» — наука) — междисциплинарная область знаний, изучающая природные и искусственные холодные среды за пределами Земли, их физические, химические и биологические свойства, а также методы исследования, колонизации и взаимодействия с ними. Этот термин объединяет астробиологию,

планетологию, криогенику и инженерию, фокусируясь на экстремально низких температурах как ключевом факторе в освоении космоса и поиске внеземной жизни.

Исследование ледяных миров: Инструменты для изучения ледяных спутников (Европа, Энцелад) и экстремофильных форм жизни. Анализ ледяных спутников (Европа, Энцелад, Титан), планетоидов пояса Койпера и экзопланет в «зонах вечного холода». Поиск криовулканизма, подлёдных океанов и потенциальных биомаркеров в таких средах

Добыча ресурсов: Использование водяного льда в Арктике (газогидраты) и на Луне (проекты Artemis).

Криоика и анабиоз: Технические и технологические аспекты криосна (заморозка человека и биокomпонентов) в условиях длительных космических путешествий или криотемпоральных перемещений в будущее.

Искусственные криобиомы: Создание замкнутых экосистем с управляемым холодным климатом для колонизации экзопланет.

Терраформирование: Моделирование климата Марса с использованием криотехнологий.

Криогенные системы для освоения космоса: Топливные базы на Луне или Марсе, использующие местные ледяные ресурсы. Терморегуляция космических кораблей в условиях вакуума и экстремального холода. Разработка систем жизнеобеспечения, работающих при температурах ниже минус 150°C. Создание материалов и роботов, устойчивых к обледенению и хрупкости в условиях космического холода.

Космические материалы: Создание сплавов и полимеров, устойчивых к температурам ниже минус 200°C (например, для лунных баз или марсианских станций).

Экзобиология холода: Изучение гипотетических форм жизни («криоэкстремофилов»), способных существовать в замороженных океанах или метановых льдах. Моделирование биохимических процессов при сверхнизких температурах (например, на основе аммиака вместо воды).

Экзокриология в действии: Поиск жизни в подлёдных озёрах (например, озеро Восток): технологии бурения без загрязнения экосистем. Изучение антарктических экстремофилов (бактерий, тихоходок) как моделей для гипотетической внеземной жизни.

## **6. Экология и климат:**

Арктические вызовы: Таяние вечной мерзлоты, выбросы метана, загрязнение нефтепродуктами.

Антарктические исследования: Мониторинг шельфовых ледников (Ларсен С) и анализ ледяных кернов для реконструкции климата.

Экологически-рациональное использование космических криомиров: Существование человека и функционирование техники в условиях неводных (аммиачных, метановых углекислотных и т.д.) снегов и льдов.

Криоагротехника: Выращивание растений в условиях вечной мерзлоты или искусственно созданных холодных биомов.

Криорекультивация: Восстановление загрязнённых почв в Арктике с помощью заморозки.

Экологическая криоинженерия: Технологии борьбы с таянием вечной мерзлоты (например, искусственное охлаждение грунта). Восстановление арктических экосистем: Системы сохранения ледников и полярных биоценозов.

Сохранение вечной мерзлоты: Искусственное охлаждение грунта для предотвращения выбросов метана.

Ледовая инженерия: Управление айсбергами и ледниками для защиты прибрежных городов.

Лаборатория под открытым небом: Изучение динамики ледников (например, шельфового ледника Ларсена) для прогнозирования климатических изменений. Тестирование автономных энергосистем (ветрогенераторы, солнечные панели) при температурах ниже  $-80^{\circ}\text{C}$ . Бурение озера Восток для исследования древних микроорганизмов — аналогов гипотетической внеземной жизни.

### **7. Технологии будущего:**

«Умные» материалы: Материалы с памятью формы, адаптирующиеся к температурным перепадам.

Биомиметические решения: Заимствование структурных принципов антарктических организмов (например, антифризные белки рыб).

## **II. Социально-гуманитарные аспекты**

### **1. Этика и право:**

Арктика: Борьба за ресурсы (нефть, газ, редкоземельные металлы) и регулирование деятельности (Соглашение о центральной части Северного Ледовитого океана).

Антарктида: Технические и технологические аспекты запрета на добычу ресурсов по Договору 1959 года.

Криозтика: Дебаты о заморозке людей (крионика) и вмешательстве в экосистемы космических миров (например, подлёдные океаны Европы).

Этика криотехнологий: Обсуждение границ вмешательства в природу через управление холодом (например, заморозка целых экосистем). Учёт интересов коренных народов Севера (ненцы, саамы) при освоении Арктики.

Астробиология и этика: Риск занесения земных микроорганизмов в инопланетные экосистемы (планетарная защита по стандартам COSPAR). Дебаты о праве колонизировать ледяные миры, если там обнаружена жизнь.

Философско-этические аспекты: Панспермия и холод: Возможность переноса жизни между мирами через замороженные кометы и астероиды. Криозтика: Вопросы вмешательства в потенциально хрупкие внеземные экосистемы (например, загрязнение ледяных океанов земными микроорганизмами).

### **2. Культура и антропология:**

Арктика: Сохранение культур коренных народов (ненцы, саамы, чукчи), их адаптация к изменениям климата.

Антарктида: Формирование уникальной идентичности полярников — ритуалы зимовок, экспедиционный фольклор.

Полярная идентичность: Формирование уникальных культурных кодов у зимовщиков (ритуалы, фольклор полярных экспедиций).

Криоарт: Ледовые инсталляции, музыкальные проекты, вдохновлённые холодом (фестивали в Мурманске, Норильске).

CryoHoReCa (от английских слов Hotel, Restaurant, Catering/Café): Низкотемпературные и ледово-снежные инфраструктурные объекты быта человека в жарких геоклиматических территориях, как экзотическая система развлечений.

Зимний спорт: Вид спорта, которым занимаются на снегу или на льду

### **3. Образование и международное сотрудничество:**

Подготовка кадров: Специализированные программы (например, «Арктический плавучий университет»).

Арктические программы: «Арктический плавучий университет», подготовка кадров для работы на Северном морском пути.

Антарктические исследования: Международные проекты (например, буровая станция «Восток»).

Криомеханика: Технические и технологические аспекты функционирования искусственных объектов в условиях низких температур (механических явлений при низких температурах). Курсы в МФТИ, СПбГУ и норвежском Университете Тромсё.

Криоархеология: Изучение артефактов, сохранившихся во льдах (например, древние вирусы или организмы).

Гражданская наука: Вовлечение местных сообществ в мониторинг таяния льдов.

#### **4. Экономика и геополитика:**

Арктика: Северный морской путь — альтернатива Суэцкому каналу, конкуренция России, США, Китая за ресурсы.

Антарктида: Статус «континента науки» — запрет на милитаризацию и коммерцию.

Космическая гонка: Параллели между освоением Арктики, Антарктиды и космических миров (проекты добычи ресурсов).

Колонизация холодных сред: Проектирование баз на ледяных телах с использованием местных ресурсов (лед → вода, кислород, водородное топливо). Адаптация человека к долгосрочному пребыванию в криогенных условиях (искусственный анабиоз, криоконсервация).

#### **5. Философия и футурология:**

Холод как метафора: Отражение в литературе («Ледяной ад», «Террор») и кино («Послезавтра», «Температура замерзания», «Интерстеллар», «Сквозь снег»).

Футурология: Колонизация экзопланет в «зонах вечного холода» с использованием криобиомов. Симбиоз человека и криотехнологий: киборги, адаптированные к жизни при  $-150^{\circ}\text{C}$ .

Утопии/дистопии: Проекты городов под куполом в Антарктиде или на Марсе

Постчеловеческие сценарии: Киборги, адаптированные к холоду; искусственные криобиомы для колонизации экзопланет, ядерная зима. Техника и технологии выживания человека в низкотемпературном постапокалиптическом мире.

### **III. Арктика vs Антарктида: два полюса криоинженерии**

#### **Арктика:**

Освоение ресурсов: Добыча нефти (проект «Ямал СПГ»), развитие портов (Мурманск, Дудинка).

Климатические угрозы: Таяние мерзлоты угрожает инфраструктуре (до 70% зданий в Якутии деформированы).

Коренные народы: Этнические общины, чьи традиции зависят от сохранения экосистем (оленьеводство, рыболовство).

#### **Антарктида:**

Наука вместо промышленности: Исследования озера Восток, изучение космических аналогов (микробы в подлёдных озёрах).

Глобальный климатический барометр: Ледяные керны хранят данные о составе атмосферы за 800 тыс. лет.

Мир без границ: Единственный континент без постоянного населения и государственного суверенитета.

#### **IV. Примеры прикладных задач:**

Миссии к Европе (NASA Europa Clipper) для изучения её подлёдного океана.

Использование криороботов, способных бурить многокилометровый лёд.

Синтез «антифризных» полимеров для защиты космических аппаратов от обледенения.

Глобальные инициативы: Проекты ЕС (Horizon Europe), российские программы («Развитие Арктической зоны РФ»), сотрудничество в рамках МКС.

Расчёт деформаций криогенных топливных баков ракет и марсианских роверов.

Создание «умных» материалов, адаптирующихся к температурным перепадам (от  $-200^{\circ}\text{C}$  в тени Луны до  $+120^{\circ}\text{C}$  на её освещённой стороне).

Международная станция «Снежинка» (Россия): Полностью автономная база в Арктике, работающая на водородном топливе. Использование криомеханики для расчёта устойчивости ледово-композитных конструкций.

#### **V. Перспективы и вызовы**

Технологические прорывы: Бионические материалы, имитирующие структуру арктического льда. Искусственный интеллект 9ИИ) для прогнозирования деформаций мерзлоты.

Риски: Экологические катастрофы в Арктике (разливы нефти, разрушение инфраструктуры). Социальное неравенство: доступ к криотехнологиям для коренных народов.

Технологические риски: Хрупкость материалов в космическом холоде, сложности ремонта в удалённых условиях.

Экологические угрозы: Таяние вечной мерзлоты, выбросы метана, загрязнение Арктики.

Гуманитарные дилеммы: Баланс между прогрессом и сохранением хрупких экосистем, права коренных народов.

Глобальные цели: Снижение углеродного следа через криоэнергетику. Колонизация ледяных экзопланет как «запасной план» для человечества.

**Полярная и космическая криоинженерия** – наука о работе в холодных местах, которая помогает людям изучать и осваивать Арктику, Антарктиду и даже холодный космос. Учёные стараются не только приспособить технику к таким условиям, но и бережно относиться к природе. Получается, что эта наука важна не только для развития новых технологий, но и для защиты окружающей среды. Холод тут выступает одновременно как трудность, которую надо преодолеть, и как полезный ресурс, которым можно пользоваться.

## Приложение 1

### Критерии оценок на технической олимпиаде 4-7 классов

| Показатель и критерии оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Количество баллов участника               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Идея проекта моделируемого объекта</b><br>(актуальность, значимость для человечества, соответствие современному уровню научно-технического прогресса, допускается субъективная новизна, т.е. создание копий имеющихся в мире машин)                                                                                          | от 1 до 3-х баллов                        |
| <b>Конструкция модели</b><br>Многогранность, сложность формы корпуса модели или макета (много геометрических форм, сложные пластичные формы, выполненные самостоятельно в технике папье-маше и др.; использование прозрачной пластиковой упаковки для кабин с проработкой внутренней обстановки и др.). Сложность изготовления. | от 1 до 7-ти баллов                       |
| <b>Дизайн и аккуратность изготовления</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | от 1 до 5-х баллов                        |
| <b>Наличие подвижных элементов: рук роботов, платформ и др. вращающихся элементов и т.п. (но <u>без</u> электропривода - с помощью рук автора)</b>                                                                                                                                                                              | от 0 до 3-х баллов                        |
| <b>Движение, совершаемое элементом модели, под действием электропривода (или другого типа привода пневматического, гидравлического и т.п.)</b>                                                                                                                                                                                  | от 0 до 5-х баллов                        |
| <b>Светозффекты</b> (вне зависимости от количества загорающихся лампочек или светодиодов)                                                                                                                                                                                                                                       | от 0 до 3-х баллов                        |
| <b>Звуковые эффекты</b> (вне зависимости от количества звуковых эффектов)                                                                                                                                                                                                                                                       | от 0 до 3-х баллов                        |
| <b>Выступление команды</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | от 1 до 5-ти баллов                       |
| <b>Ответы на вопросы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | от 1 до 5-ти баллов                       |
| <b>Прочее</b><br>(не предусмотренные протоколом элементы, включая вопросы ЖЮРИ)                                                                                                                                                                                                                                                 | от 1 до 3 баллов<br>с объяснением, за что |