

**X ЧЕМПИОНАТ ПО РЕШЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
КЕЙСОВ СРЕДИ ШКОЛЬНИКОВ
"CASE-ЮГЕО 2026"**

**"ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И
НОВЫЕ ПРИРОДНЫЕ БОГАТСТВА
АРКТИКИ"**



**Казанский
федеральный
университет**

**ИНСТИТУТ
геологии и нефтегазовых
технологий**

КЕЙС-ЧЕМПИОНАТ «CASE-ЮГЕО» 2026

Тема: «Глобальное потепление и новые природные богатства Арктики»

1. Аннотация для участников

Глобальное потепление — это не только экологический вызов, но и фактор, который радикально меняет условия хозяйственной деятельности в российской Арктике. Изменение климата создает новые, ранее недоступные возможности для освоения богатейших, но труднодоступных месторождений полезных ископаемых.

Согласно прогнозам климатологов, к 2050–2070 годам таяние льдов и повышение средних температур значительно расширят временные окна для геологоразведочных работ и добычи. Это кардинально улучшит экономическую привлекательность разработки известных, но ранее нерентабельных месторождений редкоземельных элементов, драгоценных металлов, угля, а также откроет доступ к новым участкам нефтегазоносных провинций на шельфе.

Ваша главная цель в рамках данного кейса — выступить в роли экспертной аналитической группы и разработать комплексную стратегию расширения геологического освоения арктических территорий России с учетом изменяющихся климатических условий.

Вам предстоит проанализировать, какие месторождения станут экономически привлекательными, оценить их потенциал и предложить оптимальные, экологически безопасные технологии добычи, учитывая таяние вечной мерзлоты, технические ограничения и сложную геополитическую обстановку.

2. Историческая справка: от кочей поморов до атомных ледоколов

Чтобы строить будущее Арктики, необходимо понимать историю ее освоения. Этот суровый край не прощает ошибок, но щедро вознаграждает тех, кто способен адаптироваться к его условиям.

- **Ранние этапы (XI–XVII века).** Первыми русскими исследователями Арктики были поморы. На своих деревянных судах — кочах, специально приспособленных для плавания во льдах, — они осваивали побережье Белого и Баренцева морей, доходили до Шпицбергена (Груманта) и Новой Земли, занимаясь промыслом морского зверя. В 1648 году Семен Дежнев прошел проливом, разделяющим Азию и Америку.

- **Великая Северная экспедиция (1733–1743 гг.).** Беспрецедентный по масштабам государственный проект Российской империи. Отряды Витуса Беринга, братьев Лаптевых, Семена Челюскина и других исследователей нанесли на карту почти все арктическое побережье Сибири. Это был первый научный подход к изучению Севера.

- **Индустриальное освоение (СССР, XX век).** В советский период освоение Арктики приобрело стратегический, промышленный масштаб. В 1932 году был создан Главсевморпуть. За одно лето ледокольный пароход «Сибиряков» прошел Северный морской путь от Архангельска до Владивостока. Началась эпоха великих геологических открытий: академик Александр Ферсман открыл богатейшие месторождения апатитов на Кольском полуострове, началось освоение Норильского рудного района (медь, никель, платина). В 1950-70-е годы геологи открыли гигантские нефтегазоносные провинции в Западной Сибири (Ямал).

- **Современный этап.** Сегодня Россия является единственной страной в мире, обладающей атомным ледокольным флотом. Арктика рассматривается как стратегическая ресурсная база страны в XXI веке, обеспечивающая экономическую и энергетическую безопасность.

3. Географический и демографический контекст

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) — это колоссальные пространства, требующие особого подхода к управлению и логистике.

Согласно актуальным данным, АЗРФ охватывает 9 регионов: 4 из них относятся к ней полностью (Мурманская область, Ненецкий АО, Чукотский АО, Ямало-Ненецкий АО), и 5 — частично (Республики Карелия, Коми, Саха (Якутия), Красноярский край и Архангельская область).

Карта с выделением арктического и субарктического поясов

КАРТА АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Источник: arctic-council-russia.ru



Площадь сухопутных территорий российской Арктики составляет **4,8 млн квадратных километров**. Несмотря на такие масштабы, здесь проживает всего около **2,6 млн человек**. Плотность населения экстремально низкая. Очаговый характер расселения означает, что вокруг крупных промышленных узлов (Норильск, Мурманск, Новый Уренгой) сосредоточена основная

инфраструктура, в то время как огромные территории остаются неосвоенными. Любое новое геологическое начинание требует строительства инфраструктуры «с нуля».

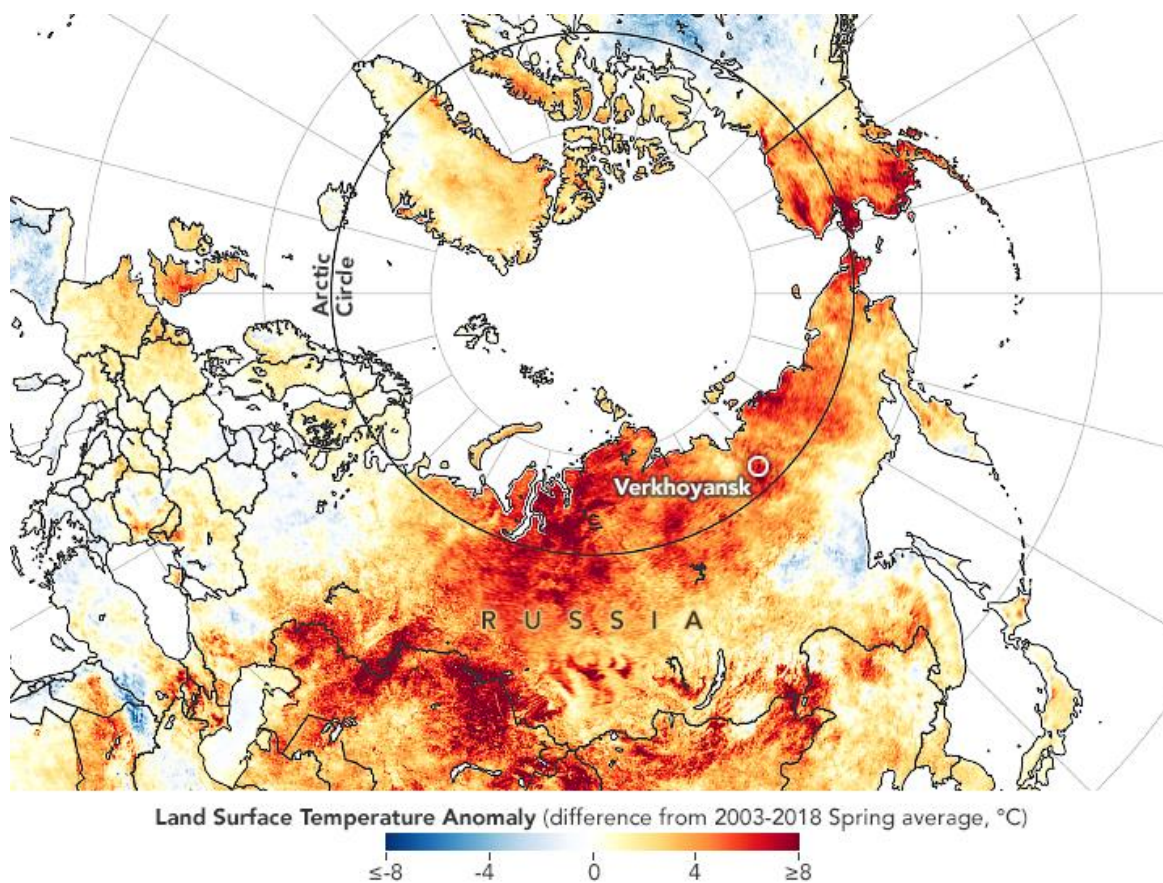
4. Анализ климатических данных: Арктика теплеет быстрее планеты

Фундамент вашего кейса — климатические данные. Арктика отвечает за погоду всего Северного полушария, и процессы глобального потепления протекают здесь в 2–3 раза быстрее, чем в среднем по планете (эффект арктического усиления).

4.1. Температурные аномалии

Посмотрите на данные тепловых аномалий земной поверхности.

Карта аномальных температур на земной поверхности



На представленной карте четко видны пугающие масштабы потепления. Красный и темно-красный цвета над территорией российской Сибири (особенно в районе Верхоянска, известного как один из полюсов холода) показывают превышение средней температуры на 4–8 градусов Цельсия и более. Это не просто статистическая погрешность, это смена климатической парадигмы целого региона.



4.2. Сокращение площади и объема морских льдов

Ключевым индикатором климатических изменений является площадь арктического морского льда в сентябре (когда таяние достигает летнего максимума).

График общего изменения площади морских арктических льдов

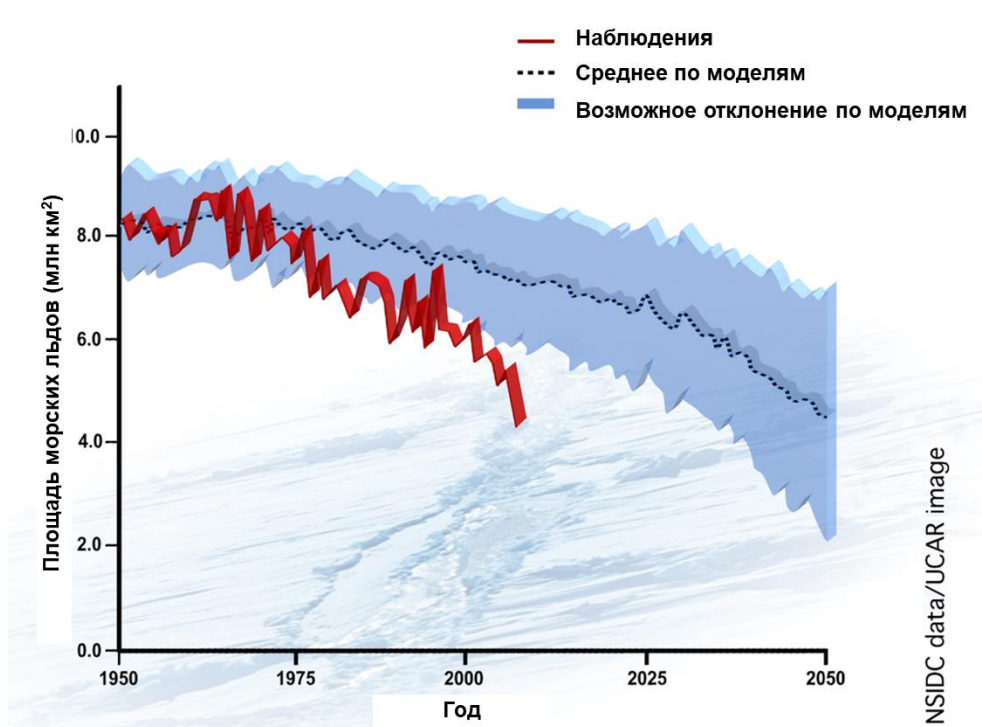
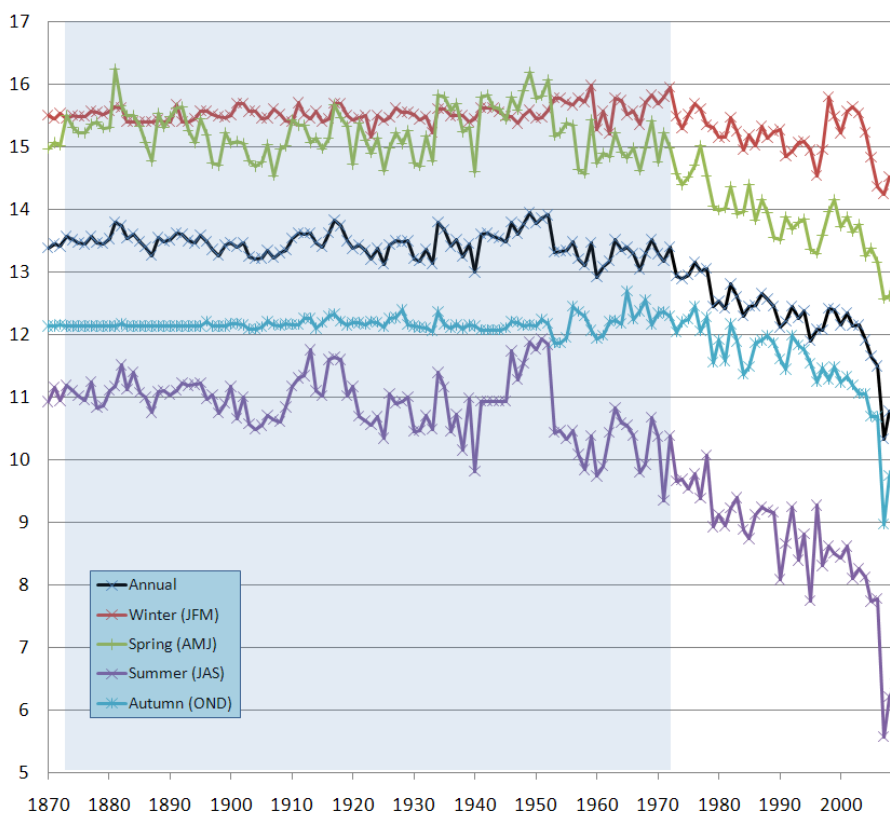
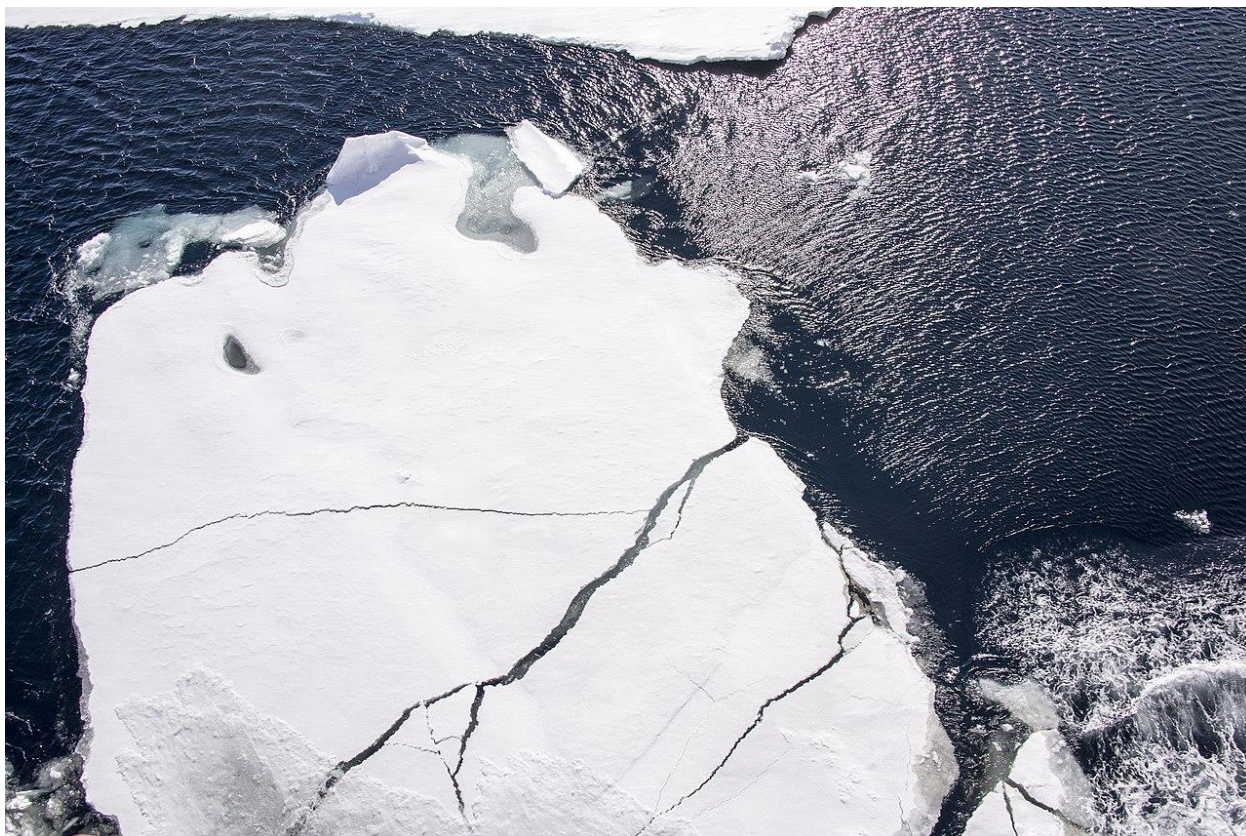


График сезонного изменения площади морских арктических льдов



Данные графиков демонстрируют устойчивый и стремительный тренд на снижение площади льдов, начиная с 1980-х годов. Модели прогнозируют, что при сохранении текущих тенденций к 2050 году Северный Ледовитый океан в летний период может практически полностью освободиться от ледяного покрова.



Что это значит для экономики?

- **Плюс.** Расширение навигационного периода по Северному морскому пути на 2–4 месяца. Это удешевляет логистику, завоз оборудования и вывоз добытой руды или углеводородов. Упрощается доступ к высокоширотным архипелагам и шельфу.
- **Минус.** Усиление штормовой активности (из-за открытой воды), изменение ледовой экзарации (воздействие дрейфующего льда на морское дно и инженерные сооружения), что требует пересмотра стандартов безопасности при добыче на шельфе.

5. Природные богатства и геологический потенциал

В условиях новых климатических реалий перед российской экономикой открываются перспективы освоения следующих типов месторождений:

1. **Нефть и газ на шельфе.** Арктический шельф РФ содержит до 80% всех извлекаемых углеводородных ресурсов шельфа страны. В качестве примера современных технологий выступает морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная» (Печорское море) — единственный в мире проект по добыче нефти на арктическом шельфе в условиях дрейфующих льдов.

Морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная»



2. **Редкоземельные элементы (РЗЭ).** Кольский полуостров, Сибирская платформа и Томторское месторождение (Якутия). РЗЭ критически важны для современной микроэлектроники, зеленой энергетики (ветряки) и электромобилей. Потепление упрощает разработку коренных пород в этих зонах.

3. **Золото, платиноиды и алмазы.** Таймыр, Якутия, Архангельская область. Снижение ледовитости рек и морей позволит легче завозить тяжелую горную технику и строить горно-обогатительные комбинаты.

4. **Твердые полезные ископаемые (Уголь).** На территории Чукотки и Таймыра располагаются огромные запасы высококачественных углей, доступ к которым расширяется благодаря освобождающимся ото льда портам (например, проект «Сырдасайское месторождение»).

Для раздела 5

5.1. Опыт освоения Арктики ведущими нефтегазовыми компаниями

Для понимания масштабов предстоящих задач необходимо проанализировать актуальный опыт флагманов российской экономики, которые уже реализуют беспрецедентные мегапроекты в экстремальных условиях:

- **ПАО «НК «Роснефть» и проект «Восток Ойл».** Крупнейший развивающийся мегапроект на полуострове Таймыр (основанный на запасах Пайяхской группы месторождений и Ванкорского кластера). Это пример комплексного освоения целой нефтегазоносной провинции, требующий прокладки сотен километров нефтепроводов по вечной мерзлоте, строительства крупного морского порта (бухта Север), создания автономных энергоцентров и использования флота танкеров высокого ледового класса Arc7.

Проект «Восток Ойл» — это крупнейший инвестиционный проект в российской нефтегазовой отрасли, реализуемый на севере Красноярского края (полуостров Таймыр). Проект представляет собой формирование новой нефтегазовой провинции на севере страны. Общая ресурсная база оценивается примерно в 5–6 миллиардов тонн легкой, маловязкой и низкосернистой нефти (около 37 млрд баррелей нефтяного эквивалента). «Восток Ойл» объединяет уже разрабатываемые месторождения Ванкорского кластера (Ванкорское,

Сузунское, Тагульское и Лодочное) с новыми северными участками, такими как Пайяхское месторождение и Западно-Иркинский участок.

- **ПАО «НОВАТЭК» и индустрия СПГ.** Настоящим прорывом стал запуск завода «Ямал СПГ» (на базе Южно-Тамбейского месторождения). Для его работы практически «с нуля» был построен арктический морской порт Сабетта и международный аэропорт. В настоящий момент реализуется проект «Арктик СПГ 2» на полуострове Гыдан. Его уникальность заключается в отказе от традиционного строительства на мерзлоте: технологические линии завода монтируются на основаниях гравитационного типа (ОГТ) в Мурманске, а затем буксируются по морю к месту установки.

- **ПАО «Газпром» и «Газпром нефть».** Формирование Ямальского центра газодобычи (Бованенковское и Харасавэйское месторождения) стало основой современной газовой безопасности страны. В нефтяном секторе знаковым объектом, помимо МЛСП «Приразломная», стал уникальный нефтеналивной терминал «Ворота Арктики» в акватории Обской губы. Он позволяет круглогодично отгружать углеводороды Новопортовского месторождения на танкеры даже в условиях сложнейшей ледовой обстановки (толщина льда до 2 метров).

6. Существующие вызовы и риски

Глобальное потепление — это обоюдоострый меч. Облегчая логистику, оно наносит колоссальный удар по геотехнической стабильности региона.

6.1. Деградация вечной (многолетней) мерзлоты

Более 60% территории России находится в зоне вечной мерзлоты. В Арктике мерзлота — это фундамент.

Таяние вечной мерзлоты в Арктике. Вид сверху на термокарстовые озера



На фотографии запечатлен процесс образования термокарстовых озер. Повышение температуры приводит к увеличению глубины сезонного протаивания (деятельного слоя). Лед, сковывавший грунт тысячами, тает, и земля буквально проваливается.

- **Угроза инфраструктуре.** Здания, трубопроводы, буровые вышки и дороги, спроектированные с расчетом на твердую мерзлоту, начинают деформироваться и рушиться. Потребуется повсеместное внедрение систем термостабилизации грунтов.

- **Угроза экологии.** Оттаивающая органика начинает разлагаться, высвобождая миллионы тонн метана — парникового газа, который в десятки раз агрессивнее CO₂. Это создает петлю положительной обратной связи, еще больше ускоряя потепление.

6.2. Экологическая и технологическая уязвимость

Арктические экосистемы восстанавливаются десятилетиями. Любой разлив нефтепродуктов в холодной воде (где бактерии, разлагающие нефть, почти неактивны) приведет к катастрофе. Кроме того, российские добывающие компании сталкиваются с серьезным технологическим вызовом из-за санкционного давления: необходимо оперативное импортозамещение технологий шельфового бурения, сейсморазведки и программного обеспечения.

7. Задание для команд.

Представьте, что ваша команда — это стратегический консорциум, включающий ведущих геологов, инженеров-проектировщиков, климатологов и экономистов. К вам обратилось Правительство РФ с задачей разработать **Дорожную карту геологического освоения российской Арктики на период 2026–2050 годов.**

Вам необходимо представить глубоко проработанное решение, состоящее из следующих этапов:

Шаг 1: стратегический выбор

Изучите представленные в кейсе данные. Выберите **1 или 2 приоритетных типа полезных ископаемых** (например, шельфовая нефть + редкоземельные металлы; или алмазы Якутии + уголь Таймыра) и **конкретный регион** для освоения. *Обоснуйте свой выбор*: почему именно этот ресурс будет наиболее востребован в мире к 2050 году? Почему именно этот регион выигрывает от таяния льдов?

Шаг 2: технологическая адаптация

Проанализируйте, как таяние вечной мерзлоты и изменение ледовой обстановки скажутся на выбранном вами регионе. *Предложите инженерно-технологические решения.* Например:

- Как вы будете строить ГОК или буровую платформу на нестабильных, протаивающих грунтах?
- Какие методы добычи и транспортировки примените (зимники, СМП, авиация, трубопроводы)?
- Как планируете преодолевать дефицит зарубежных технологий (импортозамещение)?

Шаг 3: экологическая и социальная безопасность.

Геология не существует в вакууме. Любая добыча в Арктике — это стресс для природы и коренных малочисленных народов Севера.

- Оцените главные экологические риски вашего проекта.
- Предложите конкретные меры по минимизации ущерба (замкнутый цикл водоснабжения, мониторинг выбросов, защита путей миграции оленей и ареалов белого медведя).

Шаг 4: экономика и этапы реализации.

Разработайте таймлайн (план-график) вашего проекта:

- Этап I (2026–2032): разведка и НИОКР.
- Этап II (2033–2040): инфраструктурное строительство.
- Этап III (2041–2050): активная фаза добычи и масштабирование.

Спрогнозируйте, какие государственные меры поддержки (налоговые льготы, субсидии) понадобятся вашему проекту.

8. Рекомендации по подготовке презентации и доклада

Команде предстоит защитить свою Дорожную карту перед экспертным жюри на очном этапе Чемпионата.

- **Структура презентации (до 10 слайдов).** Не перегружайте слайды текстом. Используйте инфографику, блок-схемы и концептуальные рисунки вашей будущей добывающей инфраструктуры.
- **Глубина проработки.** Эксперты будут строго оценивать не только ваши геологические знания (правильное использование терминологии), но и понимание физики процессов (почему мерзлота тает, как ведет себя грунт), а также экономический прагматизм. Избегайте фантастических решений — опирайтесь на современные достижения науки.
- **Командная работа.** Защита — это работа всей команды. Во время доклада и сессии вопросов-ответов жюри будет наблюдать, насколько хорошо роли распределены внутри группы (кто отвечает за экологию, кто за экономику, кто за геологию).

Сегодня вы решаете учебный кейс, а завтра — судьбу целого макрорегиона. Эпоха великих открытий продолжается, и отступающие льды бросают вызов новому поколению исследователей. Арктика открывает свои тайны лишь тем, в ком холодный аналитический расчет сочетается с пылким сердцем первооткрывателя. Мыслите глобально, не бойтесь бросить вызов стихии и станьте архитекторами нового Севера. Вперед, к вершинам Земли и пикам ваших собственных возможностей!