

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Индивидуальное тестирование по кейсу

Кейс № 1

Изучение поведения накопителей электрической энергии при пониженных температурах окружающей среды

Внесите в бланк правильный вариант ответа из предложенных

1. Какова основная функция накопителей энергии в энергетических установках на возобновляемых источниках энергии?
А. сглаживание пиков потребления
Б. более эффективное использование стохастических источников энергии
В. обеспечение потребителей энергии в отсутствие генерации.
Г. все вышеперечисленное

2. Как меняется емкость аккумуляторов при понижении температуры окружающей среды?
А. повышается
Б. понижается
В. остается неизменной

3. Накопители какого типа наиболее устойчивы к воздействию низких температур?
А. литий-ионные
Б. щелочные
В. свинцовые
Г. никель-кадмиевые

4. Какая температура считается «арктической» (по ГОСТу)?
А. -30 °С
Б. -40 °С
В. -50 °С
Г. -60 °С

5. Что произойдет с потерявшим емкость аккумулятором после воздействия пониженных температур?
А. характеристики не изменятся
Б. характеристики ухудшатся
В. емкость незначительно улучшится

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Индивидуальное тестирование по кейсу

Кейс № 2

Исследование термоэлектрического эффекта и возможности создания на его основе генератора для Арктического региона

Внесите в бланк правильный вариант ответа из предложенных.

1. Какова основная функция термоэлектрических генераторов в энергетических установках в Арктической зоне?
А. генерация тепловой энергии
Б. генерация электрической энергии
В. утилизация «паразитного» тепла
Г. все вышеперечисленное

2. Какая пара металлов лучше подходит для создания термоэлектрического генератора?
А. медь-железо
Б. цинк-марганец
В. константан-медь
Г. железо-алюминий

3. Какое значение ближе всего к КПД термоэлектрических преобразователей в процентах?
А. 3
Б. 18
В. 30
Г. 90

4. Какая температура считается «арктической» (по ГОСТу)?
А. -30 °С
Б. -40 °С
В. -50 °С
Г. -60 °С

5. Какую функцию может выполнять элемент Пельтье?
А. функцию поддержания температуры
Б. функцию охлаждения
В. функцию нагрева
Г. все вышеперечисленное

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Индивидуальное тестирование по кейсу

Кейс №3

Да будет свет

1. Самым энергоэффективным типом ламп являются ...
 - А. лампы накаливания
 - Б. светодиодные**
 - В. галогенные
 - Г. люминесцентные

2. Как правило, основным источником энергии на действующих полярных станциях является ...
 - А. дизельный генератор**
 - Б. солнечная батарея
 - В. ветрогенератор
 - Г. термоэлектрогенератор

3. С уменьшением температуры сопротивление металлов (при температурах, характерных для Арктики и полярных станций) ...
 - А. падает линейно**
 - Б. падает нелинейно
 - В. растет линейно
 - Г. растет нелинейно

4. Как связана яркость светодиода с его температурой?
 - А. при росте температуры яркость падает**
 - Б. при росте температуры яркость увеличивается
 - В. не связаны

5. При помощи какого ПО Вами была спроектирована принципиальная схема?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Профиль «Арктика»
Индивидуальное тестирование по кейсу

Кейс №4

Тепло ли тебе, красная?

1. В твердых телах процесс теплопередачи происходит за счёт ...
 - А. излучения
 - Б. теплопроводности**
 - В. конвекции

2. Какой из этих материалов обладает наибольшей теплопроводностью?
 - А. дерево
 - Б. медь**
 - В. кирпич
 - Г. пеноблок

3. Для того чтобы вычислить величину теплопроводности материала из эксперимента, нужно знать величину ...
 - А. разности температур
 - Б. теплового потока
 - В. сечения материала
 - Г. всего вышеперечисленного**

4. Какой тип излучения регистрирует тепловизор для измерения температуры?
 - А. радиоволновое
 - Б. инфракрасное**
 - В. видимое
 - Г. ультрафиолетовое

5. Предложите способ уменьшить теплопотери дома.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Арктика»

Командный кейс «Тепло ли тебе, красная?»

Актуальность

Последние десятилетия структура используемых человечеством источников энергии радикально меняется из-за тренда на увеличение энергоэффективности. Одной из самых значимых потерь в случае домохозяйств являются теплопотери, возникающие при обогреве в холодное время года, – в северных странах, таких как Россия или Канада, они могут достигать 60 % от их общего потребления энергии. Качество термоизоляции и места основных теплопотерь можно выявить, в частности, при помощи термографии (измерении температурной карты дома при помощи тепловизора). Если же совместить её с аэрофотосъёмкой, то можно составить карту теплопотерь домов для целого города. Ещё острее проблема уменьшения теплопотерь возникает в случае низких внешних температур при ограничении возможного потребления энергии, что, например, происходит за полярным кругом.

В этом задании Вам предлагается создать испытательный стенд для моделирования процессов теплообмена дома с внешней средой, провести измерения и проанализировать их результаты, на их основе предложить способы уменьшения теплопотерь и проверить их эффективность.

Этапы работы над кейсом:

- Анализ литературы по теме теплопереноса и обогрева.
- Создание испытательного стенда для исследования процессов теплообмена дома с внешней средой при обогреве.
- Проведение эксперимента.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Профиль «Арктика»

Командный кейс «Тепло ли тебе, красная?»

- Качественный и количественный анализ полученных результатов.
- Исследование теплопереноса посредством ПО.
- Анализ способов для уменьшения теплопотерь.
- Выбор двух наилучших способов по результатам анализа и экспериментальная проверка их эффективности.
- Помимо модельного эксперимента также можно дополнительно провести измерение реальных процессов теплообмена в доме.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- Оборудование для создания экспериментального стенда (любые материалы, используемые для строительства домов, либо похожие на них; источник тепла – обогреватель или лампа накаливания).
- Термометр (датчик) либо тепловизор.

Требования к представлению решения кейса:

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведённого эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных результатов и их анализа в формате .pdf. Объём основного текста не более 25 страниц, включая рисунки, без учёта приложения (например, графиков).

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Арктика»

Командный кейс «Тепло ли тебе, красная?»

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

- Методика.
- Результаты.
- Обсуждение.
- Заключение.
- Список литературы.

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение существующих и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты, включая описание и анализ полученных экспериментальных данных по теплопереносу и теплопотерям. Объёмные таблицы и графики можно вынести в приложение.

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Профиль «Арктика»

Командный кейс «Тепло ли тебе, красная?»

В заключении кратко и чётко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

Литература

1. <https://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/showTable.cfm?type=AN§or=res&juris=00&rn=11&page=0>
2. <https://www.concordia.ca/news/stories/2019/10/01/thermal-imaging-of-housing-stock-can-tell-us-where-energy-costs-will-hurt-say-concordia-researchers.html>
3. <https://heat.myheat.ca/st-albert/>
4. Берман Р. Теплопроводность твёрдых тел: Пер. с англ. – Мир, 1979.
5. Малявина Е.Г. [Теплопотери здания](#) // М.: Авок-Пресс, 2007.
6. Nellis G., Klein S. Heat Transfer // Cambridge, New York, 2009.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «Да будет свет»**

Актуальность

Энергетика является одной из основных областей инженерной деятельности и в определённом смысле лежит в основе благополучия современного общества. Эта область охватывает широкий круг вопросов, включая производство электроэнергии, её передачу и потребление. В каждом из них есть множество разделов, в которых есть место инновациям, в том числе в вопросе освещения – одной из первых областей, которая начала триумфальное распространение использования электричества.

В своё время появление уличного освещения, поначалу газового, значительно подстегнуло развитие экономики городов. Современное общество, с более строгими требованиями по экологической безопасности и энергопотреблению, подталкивает к разработке более совершенных способов освещения. Без освещения не прожить и в необычных местах – например, на отдалённых станциях, маяках, в космических аппаратах, где к осветительным системам предъявляются более жёсткие требования по безопасности, энергопотреблению, весу и т. д.

В рамках задачи Вам предлагается предложить, изготовить и испытать схему освещения для полярной станции, которая, на Ваш взгляд, будет оптимальной с точки зрения различных параметров, а именно: энергоэффективности и энергопотребления, массы, долговечности, обеспечения достаточной яркости для работы, а также влияния на здоровье и самочувствие полярников в зависимости от режима освещения. При работе обязательно учтите, что работать придётся в широком диапазоне температур, поэтому работоспособность прототипа следует проверить в диапазоне температур от –10 до 20 °С.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «Да будет свет»**

Этапы работы над кейсом:

- Анализ литературы по теме схемотехники и работы осветительных устройств, подбор используемых элементов. Выбор между различными источниками света.
- Проектирование схемы в симуляторе электронных схем.
- Анализ работы схемы при различных условиях, выбор оптимального варианта для реализации.
- Создание прототипа осветительного устройства.
- Лабораторное испытание прототипа осветительного устройства.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- Симулятор электронных схем общего назначения (SPICE). Рекомендуются к использованию программы с открытым исходным кодом, такие как MicroCap либо LTspice.
- Оборудование для создания электрической схемы (схемотехнические детали, макетная плата).
- Криостат, холодильная камера или подобное оборудование для проведения измерений при различных температурах.
- Датчик освещённости.
- Мультиметр.

Требования к представлению решения кейса:

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведённого эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «Да будет свет»**

результатов и их анализа в формате .pdf. Объем основного текста не более 30 страниц, включая рисунки, без учёта приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название кейса, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

- Методика.
- Результаты.
- Обсуждение.
- Заключение.
- Список литературы.

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение существующих и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «Да будет свет»**

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

В заключении кратко и чётко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ
ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**

Актуальность

В настоящее время крайне актуальной задачей является освоение Арктического региона по причине наличия большого количества и разнообразия полезных ископаемых [1], а также возможности более активного применения Северного морского пути. Проведение любых работ в Арктическом регионе невозможно без применения надёжных и экологически чистых источников энергии [2].

Использование источников электрической и тепловой энергии приводит к образованию так называемого паразитного тепла, которое рассеивается путём теплопотерь. Для повышения эффективности использования генераторов необходимо создание устройств, генерирующих дополнительную электроэнергию за счёт разности температур между окружающей средой (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ по «арктическому» ГОСТу) и нагретым помещением, в котором живут и работают люди. Одна из технических реализаций такого устройства основана на применении термоэлектрического эффекта (также известного как эффект Зеебека). Устройства, построенные на применении термоэлектрического эффекта для генерации электрической энергии, являются крайне надёжными (срок службы может превышать 30 лет) и экологически чистыми источниками энергии.

Термоэлектрические генераторы также могут использоваться в обратном направлении для утилизации избытка электроэнергии в случае использования возобновляемых источников энергии со случайным профилем генерации (ветрогенераторы, солнечные панели) для выработки тепловой энергии.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ
ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**

Помимо этого они могут быть использованы в составе радиоизотопного термоэлектрического генератора — радиоизотопного источника электроэнергии, который использует тепловую энергию, выделяющуюся при естественном распаде радиоактивных изотопов и преобразует её в электроэнергию с помощью термоэлектродгенератора. Такие генераторы используются как на зондах в космосе (например, «Кассини»; «Галилей» или «Новые горизонты») [3], так и для питания марсоходов (например, Curiosity) [4].

Исследование, которое предлагается провести в кейсе, имеет практическую и фундаментальную значимость, поскольку исследуемые явления, предлагаемые к проведению эксперименты и подобные устройства используются в системах энергоснабжения в Арктическом регионе.

Постановка задачи

В этом задании Вам предлагается исследовать термоэлектрический эффект и возможность создания на его основе генератора для Арктического региона.

Предполагается, что команда соберёт простейший образец термоэлектрического генератора и изучит, как генерируемая мощность зависит от приложенной разности температур, а также сможет оценить коэффициент полезного действия (КПД) полученного генератора.

Этапы работы над кейсом:

- Анализ литературы по теме устройства термоэлектрических генераторов и элементов Пельтье (можно начать с [5]).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ
ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**

- Постановка задачи по сборке простейшего термоэлектрического генератора из имеющихся подручных средств (металлическая скрепка и два провода из различных металлов). Пример такого генератора приведён на *рисунке 1*.



Рисунок 1. Пример конструкции простейшего термоэлектрического генератора

- Постановка задачи по совершенствованию термоэлектрического генератора как за счёт совершенствования конструкции генератора из предыдущего пункта (увеличение числа элементов, а также оптимизация их параметров), так и за счёт изменения конструкции термоэлектрического генератора.

Пример усовершенствованной конструкции генератора приведён на *рисунке 2*.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ
ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**



Рисунок 2. Термоэлектрический генератор усовершенствованной конструкции

- Исследование влияния прикладываемой разности температур на величину вырабатываемой электрической энергии.
- Выбор оптимальных параметров термоэлектрического генератора – прикладываемой разности температур, применяемых материалов и набора используемых элементов; определение направления оптимизации.
- Изучение работы термоэлектрического генератора в обратном направлении – так называемого элемента Пельтье. Исследование влияния прикладываемой электрической энергии на получаемую разность температур.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ
ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**

Также исследовать свойства элементов Пельтье можно с помощью покупных ячеек.

- Описание схемы проведения экспериментов в натуральных условиях.
- Оценка погрешности измерительных приборов и её влияния на результаты исследования.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- провода из различных материалов;
- холодильник с морозильной камерой (или хотя бы стакан с водой и льдом), печь;
- термометр;
- мультиметр.

Ограничения

Обеспечить безопасность проведения экспериментов.

Требования к представлению решения кейса

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведённого эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных результатов и их анализа в формате .pdf. Объём основного текста - не более 10 страниц, включая рисунки, без учёта приложения (например, графиков).

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Arial или Times New Roman 12 кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ
ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**

нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине. Все прилагаемые таблицы или рисунки должны быть подписаны с указанием пояснения в тексте.

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название решаемой задачи, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

- Методика.
- Результаты.
- Обсуждение.
- Заключение.
- Список литературы.

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору старых и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты. Объёмные таблицы и графики можно вынести в приложение.

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ
ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА»**

В заключении кратко и чётко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

Источники информации:

1. <https://ria.ru/20100415/220120223.html>
2. <https://национальныепроекты.рф/news/energetika-budushchego-kak-razrabotki-rossiyskikh-uchenykh-povliyayut-na-osvoenie-arktiki>
3. https://elementy.ru/novosti_nauki/430065
4. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20160009220/downloads/20160009220.pdf>
5. <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/10514/2013143.pdf?sequence=1>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Арктика»
**Командный кейс «ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

Актуальность кейса

В настоящее время крайне актуальной задачей является освоение Арктической зоны Российской Федерации по причине наличия там большого количества полезных ископаемых, а также возможности более активного применения Северного морского пути (СМП) [1], значительно сокращающего время доставки грузов между континентами. Проведение любых работ в Арктической зоне невозможно без надёжных, эффективных и экологически чистых источников энергии [2]. Конструкция большинства источников энергии, равно как и применяемых устройств, в целом предполагает наличие в составе накопителей электрической энергии различной ёмкости [3]. Они позволяют сглаживать пики потребления различных устройств (например, маяков, оборудования для связи и локации), более эффективно использовать источники энергии со случайным профилем генерации (например, ветрогенераторы, солнечные панели и т. д.), а также позволяют обеспечить потребителей питанием даже в отсутствие генерации (например, на время их первичного развёртывания).

Таким образом, для эффективного освоения Арктики необходимо создание накопителей электрической энергии, не подверженных значительной деградации ёмкости и других функциональных характеристик под воздействием пониженных температур окружающей среды. К сожалению, функциональные характеристики большинства широко распространённых источников энергии, таких как никель-кадмиевые, щелочные и литий-ионные аккумуляторы, значительно ухудшаются даже при незначительном снижении температуры окружающей среды (до $-10\dots-20$ °C), а при температурах Арктической зоны (до

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Арктика»

Командный кейс «ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

-60 °С - согласно «арктическому» ГОСТу) и вовсе могут потерять всякую работоспособность.

Исследование, которое предлагается провести в кейсе, имеет практическую и фундаментальную значимость, поскольку исследуемые явления, предлагаемые к проведению эксперименты и подобные устройства используются в системах энергоснабжения в Арктическом регионе.

Постановка задачи

В этом задании Вам предлагается исследовать поведение накопителей энергии при пониженных температурах [4].

Предполагается, что команда изучит влияние пониженной температуры на кривые разряда и ёмкость накопителей энергии, используя в качестве модельных образцов никель-кадмиевые, щелочные, литий-ионные и другие (разнообразие используемых марок и дополнительных типов приветствуется) аккумуляторы (перезаряжаемые) и батарейки (неперезаряжаемые). Исследование рекомендуется проводить при различных пониженных температурах и различных временах выдержки.

Этапы работы над кейсом

- Анализ литературы по теме устройства накопителей энергии различного типа.
- Постановка задачи по исследованию влияния пониженной температуры на образцы аккумуляторов и батареек: кривые заряда-разряда, ёмкость, время выдержки, другое на усмотрение авторов.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль «Арктика»
**Командный кейс «ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

- Выбор оптимального времени выдержки и пониженной температуры для проведения экспериментов.
- Оценка возможности частичного восстановления ёмкости литий-ионного аккумулятора после потери ёмкости в результате воздействия пониженных температур: возьмите литий-ионный аккумулятор, разрядите его полностью (удостоверьтесь в этом экспериментально), поместите его на 12 и 24 часа в морозильную камеру и проверьте, изменились ли характеристики.
- Построение модели зависимости свойств накопителей энергии от изменения внешних условий.
- Описание схемы проведения экспериментов в натуральных условиях.
- Оценка погрешности измерительных приборов и её влияния на результаты исследования.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- аккумуляторы и батарейки различного типа,
- холодильник с морозильной камерой,
- контейнеры (например, пищевые) для помещения аккумуляторов и батареек в холодильник с морозильной камерой,
- оборудование для изучения ёмкостей, а также кривых заряда-разряда по усмотрению команды.

Ограничения

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Арктика»

Командный кейс «ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ Пониженных температурах ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

- По возможности минимизировать воздействие на свойства аккумуляторов и батареек факторов помимо пониженных температур (например, повышенная влажность).
- Обеспечить безопасность проведения экспериментов за счет помещения образцов аккумуляторов и батареек в контейнер (например, пищевой).

Требования к представлению решения кейса:

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведённого эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных результатов и их анализа в формате .pdf. Объём основного текста - не более 10 страниц, включая рисунки, без учёта приложения (например, графиков).

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Arial или Times New Roman 12 кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине. Все прилагаемые таблицы или рисунки должны быть подписаны с указанием пояснения в тексте.

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название решаемой задачи, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

Структура и содержание работы

Работа должна содержать следующие разделы:

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль «Арктика»

Командный кейс «ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

- Методика.
- Результаты.
- Обсуждение.
- Заключение.
- Список литературы.

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору старых и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты. Объёмные таблицы и графики можно вынести в приложение.

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

В заключении кратко и четко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

Источники информации:

1. <https://goarctic.ru/work/severnyy-morskoy-put-istoriya-ekonomika-ekologiya/>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль «Арктика»
Командный кейс «ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПониЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

2. <https://russian.rt.com/russia/article/709712-arktika-stanciya-snezhinka-energetika>
3. <https://poisknews.ru/news/v-rossii/energetika-ekstremal%27nyh-uslovij-ka/>
4. Козадеров О.А. Введенский А.В. Современные химические источники тока, Лань, 2021. 132 с.