

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
профиль «Арктика»

ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

**ЭТАП 1.
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

Во время продолжительного арктического плавания произошло столкновение исследовательского судна с подводной частью айсберга, который повредил двигательный отсек, проводку АКБ и стартер двигателя. Инструменты, находящиеся в отсеке, были уничтожены.

Однако, в каюте механика имелся мультиметр, с помощью которого он проверил напряжение на стартере: оно оказалось нулевым. Казалось бы, двигатель уже не запустить, и корабль остался один на один с холодным морем....

Научный сотрудник экспедиции на оперштабе по ликвидации последствий аварии упомянул, что иногда накоротко замкнутые конденсаторы могут...самопроизвольно зарядиться! И что это явление, во многом схожее с намагничиванием, имеет даже свое название и научное объяснение. Однако, подробностей не вспомнил.

Тем не менее, было предложено экспериментально подтвердить этот эффект - и, о чудо! На оставшемся ресурсе судно успешно доплыло до ближайшего порта.

Для того, чтобы определить потенциал данного явления при проектировании прототипа специального стартера повышенной мощности, команде требуется:

1. Определить эффект, о котором идет речь. Дать определение этому явлению.
2. Сформулировать несколько гипотез в отношении явления.
3. Подготовить план эксперимента/экспериментов для подтверждения/ опровержения гипотез.
3. Собрать экспериментальную установку и изучить данное явление, подобрав наиболее подходящие конденсаторы, обеспечивающие наибольший процент восстановления напряжения.
4. Исследовать, как восстановленное напряжение и восстановленный заряд зависят от:
 - типа конденсатора (на выбор вам предложены керамические, электролитические алюминиевые, а также ионистор (последний - по требованию);
 - емкости конденсатора;
 - температуры конденсатора.
5. Подтвердить или опровергнуть гипотезы на основе полученных результатов эксперимента.
6. Сформулировать и обосновать, что можно добавить или сделать иначе, чтобы увеличить качество исследования.

НАПОМИНАЕМ:

1. Вы — команда, и для успешного выполнения задачи необходимо работать сообща. Рекомендуется распределить роли в команде.
2. Вам разрешается пользоваться интернетом для поиска информации (например, при работе с Arduino). Записывать данные и строить графики предлагается в Google- таблицах.
3. Перед тем, как приступать в решению кейса, важно прочитать весь кейс от начала до конца.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
профиль «Арктика»**

ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

ЭТАП 2. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
--

Состав оборудования и комплектующих для проведения эксперимента:

1. Ноутбук с выходом в сеть Интернет и необходимым ПО для исследования – 1 шт.
2. Набор конденсаторов: (электролитические алюминиевые - 5 шт., керамические многослойные - 4 шт., сборный ионистор (1 шт., доступ предоставляется по требованию).
3. Морозильная камера (1 шт., доступ предоставляется по требованию)
4. Плата Arduino UNO – 1 шт.
5. Реле – 1 шт.
6. Комплект проводов – 1 шт.
7. Кнопка – 1 шт.
8. Резистор – 1 шт.
9. Клеммная колодка – 1 шт.

**Рекомендации
к последовательности и порядку выполнения работы по сборке установки,
получению, обработке и предоставлению данных**

1. ВНИМАНИЕ!

После сборки схемы ПЕРЕД ее включением необходимо обратиться к экспертам для проверки корректности сборки. После этого командам будут выданы батарейки.

2. Для реализации экспериментальной части вам предложена плата Arduino UNO, с помощью которой возможно измерять напряжение на конденсаторе, а также переключать реле для циклов зарядки/разрядки.
3. В колодку, установленную на плате, необходимо поместить конденсатор, один вывод заземлить (**Следите за полярностью конденсатора!**). На положительный вывод через реле подключаются: еще одна земля, положительное напряжение с последовательно соединенных 2х батареек Крона, а также аналоговый вход Arduino (АЦП).

ВАЖНО!

Аналоговый вход Arduino рассчитан максимум на 5 вольт. **Ни в коем случае** нельзя подключать АЦП на конденсатор во время цикла зарядки, иначе плата будет уничтожена. Настоятельно рекомендуется тестировать работу схемы на напряжении зарядки 5 вольт и только потом, убедившись в корректности коммутации, **а также попросив организаторов проверить ее**, подавать напряжение зарядки с батарей.

В выключенном состоянии реле с землей и питанием не должно быть куда-либо подключено, а АЦП соединен с землей (обратите внимание, что на каждом реле **3 контакта**)

-
3. Питание макетной платы по крайней шине подключается к 5 вольтам и земле Arduino.
 4. Реле подключается к питанию, управляющие провода подключаются к цифровым пинам Arduino.
 5. Подключается тактовая кнопка: один ее вывод подключается к питанию 5 вольт, другой вывод - на цифровой пин Arduino, а также на землю через резистор подтяжки.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
профиль «Арктика»

ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

6. Написание программы в среде разработки Arduino IDE

6.1. Функция `setup()` должна содержать в себе следующую логику:

6.1.1. Так как измеряемое напряжение мало (для оценки можно считать его равным 5% от напряжения зарядки), то рекомендуется использовать встроенную функцию **`analogReference(INTERNAL)`** для установки максимального измеряемого напряжения в 1.1 вольт и повышения точности (Напоминаем, что разрядность АЦП Arduino — **10 бит, т.е. 0...1023**).

6.1.2. Устанавливаются типы подключенных пинов (**INPUT/OUTPUT**)

6.1.3. Отключаются **все** реле

6.1.4. Открывается **Serial** порт

6.2. Функция `loop()` должна содержать в себе следующую логику:

6.2.1. Необходимо определить, была нажата или отпущена кнопка.

- Если нажата — запустить функцию цикла зарядки

1) Отключить реле разрядки

2) Отключить реле АЦП

3) Включить реле зарядки

4) Подождать заданное количество времени (рекомендуется **5 с**)

5) Отключить реле зарядки

- Если была отпущена — запустить функцию цикла разрядки

1) Отключить реле зарядки

2) Отключить реле АЦП

3) Включить реле разрядки

4) Подождать заданное количество времени (рекомендуется **5 с**)

5) Выключить реле разрядки

6) Включить реле АЦП

7) Записать значение напряжения в начальный момент времени в глобальную переменную

6.2.2. Вывести в порт текущее напряжение минус напряжение в начальный момент времени (не забудьте перевести напряжение в **вольты, желательно выводить с точностью хотя бы 4 знака после запятой**)

6.2.3. Небольшая задержка (например, **10 мс**)

7. Выбранный конденсатор подключить к колодке, провести цикл заряда-разряда

7.1. Один раз (для самого большого электролитического) измерить зависимость напряжения от времени, занести значение в таблицу, построить график

7.2. Во время измерений старайтесь не касаться и не двигать руками над проводами во избежание нарушения контактов и шумов от наводок.

7.3. Один раз нужно попросить организатора измерить напряжение на батарее (во время проверки схемы).

7.4. Подождать **минимум 2 минуты** на каждое измерение для установления напряжения

7.5. Занести значения температуры, тип конденсатора, его емкость, полученное напряжение в таблицу

7.6. Для каждого конденсатора провести **минимум 3 измерения** и вычислить среднее

7.7. Вычислить заряд по формуле $q=CU$ (учтите размерность), занести значение в таблицу

7.8. Вычислить отношение по формуле U/C (учтите размерность), также занести значение в таблицу

7.9. Вычислить процент восстановленного напряжения $U_{восст}/U_{зар} * 100\%$, занести значение в таблицу

7.10. После окончания эксперимента с конденсатором положить его в подписанный пакетик и отнести в морозилку, чтобы потом повторить цикл с охлажденным конденсатором

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
профиль «Арктика»**

ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

8. Нанести полученные значения на общие графики напряжение/емкость и заряд/емкость, подписывая тип конденсатора и значение температуры.
9. Найти объяснения полученным результатам: почему некоторые конденсаторы показывают существенно большую долю восстановления? Почему и как эта доля меняется при изменении температуры?
10. Подготовьте требуемые данные, материалы и носители к защите решения кейса(см.следующий этап).

<p>ЭТАП 3. ЗАЩИТА РЕШЕНИЯ КЕЙСА</p>
--

Для успешной защиты решения кейса команде потребуется **к моменту окончания времени работы над кейсом** иметь на столе следующие материалы и возможности демонстрации:

1. Список гипотез в письменном или электронном виде на ноутбуке
2. Собранная экспериментальная установка
3. Написанная программа
4. Таблицы измерений
5. Графики
6. Список выводов в письменном или электронном виде на ноутбуке по гипотезам.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1. . Моделирование систем и процессов (всего 90 баллов)

- 1.1. Приведены формулы связи заряда, напряжения, емкости и энергии
- 1.2. Представлены кривые заряда-разряда конденсатора, динамики процессов
- 1.3. Проанализировано устройство доступных для эксперимента конденсаторов
- 1.4. Определен эффект, о котором идет речь в задаче. Дано научное определение
- 1.5. Сформулированы гипотезы в отношении явления

2. Постановка и проведение эксперимента (всего 150 баллов)

- 2.1. Приведен план эксперимента/экспериментов для работы с гипотезами (подтверждения или опровержения)
- 2.2. Установка собрана корректно
 - 2.2.1. Кнопка подключена корректно - один вывод в 5 вольт, другой через резистор в подтяжки в землю, из той же точки в цифровой вход Arduino
 - 2.2.2. Модуль реле подключен правильно
 - 2.2.3. Правильная коммутация реле

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
профиль «Арктика»**

ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

2.3. Программа написана корректно

2.3.1. В функции setup есть Serial.begin

2.3.2. В функции setup корректно установлены pinMode

2.3.3. В функции setup явно сделано отключение реле

2.3.4. Использована функция analogReference, иначе обосновано ее отсутствие

2.3.5. Перевод значения analogRead в вольты корректен и выполнен в виде отдельной функции

2.3.6. Сделаны отдельные функции зарядки/разрядки

2.3.7. Во время зарядки/разрядки реле управляется в точности согласно описанию

2.3.8. Время зарядки/разрядки можно изменять

2.3.9. Учтена коррекция остаточного напряжения сразу после разрядки

2.3.10. Корректная работа кнопки: единичный вызов зарядки при нажатии и разрядки при отпускании

2.4. Продемонстрирована корректная работа установки

3. Обработка массива данных (всего 130 баллов)

3.1. Измерена и представлена на графике зависимость напряжения на конденсаторе от времени (или хотя бы номера отсчета)

3.2. Для каждого доступного конденсатора занесены в таблицу: тип, значения величины температуры, емкости, восстановленного напряжения, восстановленного заряда и отношения U/C

3.3. Построены графики значений U/C , q/C и $(U/C)/C$ для каждого типа конденсатора и температуры. Графики для каждого типа конденсатора расположены на разных листах

4. Способность к критическому анализу и оценке современных научно-прикладных достижений (всего 80 баллов)

4.1. Объяснено и представлено различие восстановления между различными типами конденсаторов
4.2. Объяснено и представлено различие восстановления между различными температурами внутри одного типа конденсаторов

4.3. Подтверждены или опровергнуты гипотезы (п.1.4. критериев оценивания) на основе полученных результатов эксперимента.

4.4. Приведен перечень и обоснование того, что можно добавить или сделать иначе, чтобы увеличить качество исследования.