



# БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ



Региональный трек  
Всероссийского конкурса  
научно-технологических проектов

**«БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»**

направление

**Современная энергетика**

название работы

**Суперконденсатор и области  
его применения**

участник(и)

**Чернятьева Екатерина Андреевна**

#большиевызовы  
#МГК

[mgk.olimpiada.ru](http://mgk.olimpiada.ru)

г. Москва  
2021



# Цель работы:

Сборка суперконденсатора и выявление экономически выгодных областей его применения.



## Задачи работы:

Ознакомление с технологиями существующих источников альтернативной энергии и источников , запасяющих ее.

Изучение современных принципов хранения энергии.

Сборка прототипа суперконденсатора

Изучение характеристик собранного прототипа (мощность, сила тока, удельная энергия, плотность энергий, КПД зарядки-разрядки).

Сопоставление полученных характеристик с характеристиками существующих топливных элементов.

Формулирование идей об улучшении получившегося элемента удешевления конструкции.

# Принцип работы

**Конденсатор** – система двух проводников (обкладок), разделенных слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводников.



Применяются для создания колебательных контуров, выпрямителей, запуска приборов, подавления и сглаживания помех

Различают достаточно большое количество классификаций данных элементов



## Наиболее важный для нас параметр – емкость конденсатора

▶ Найдем формулу для емкости плоского конденсатора.

▶ Напряженность между обкладками равна

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{q}{\varepsilon_0 \varepsilon S} \quad (5.4.6)$$

где:  $S$  – площадь пластин (обкладок);  $q$  – заряд конденсатора

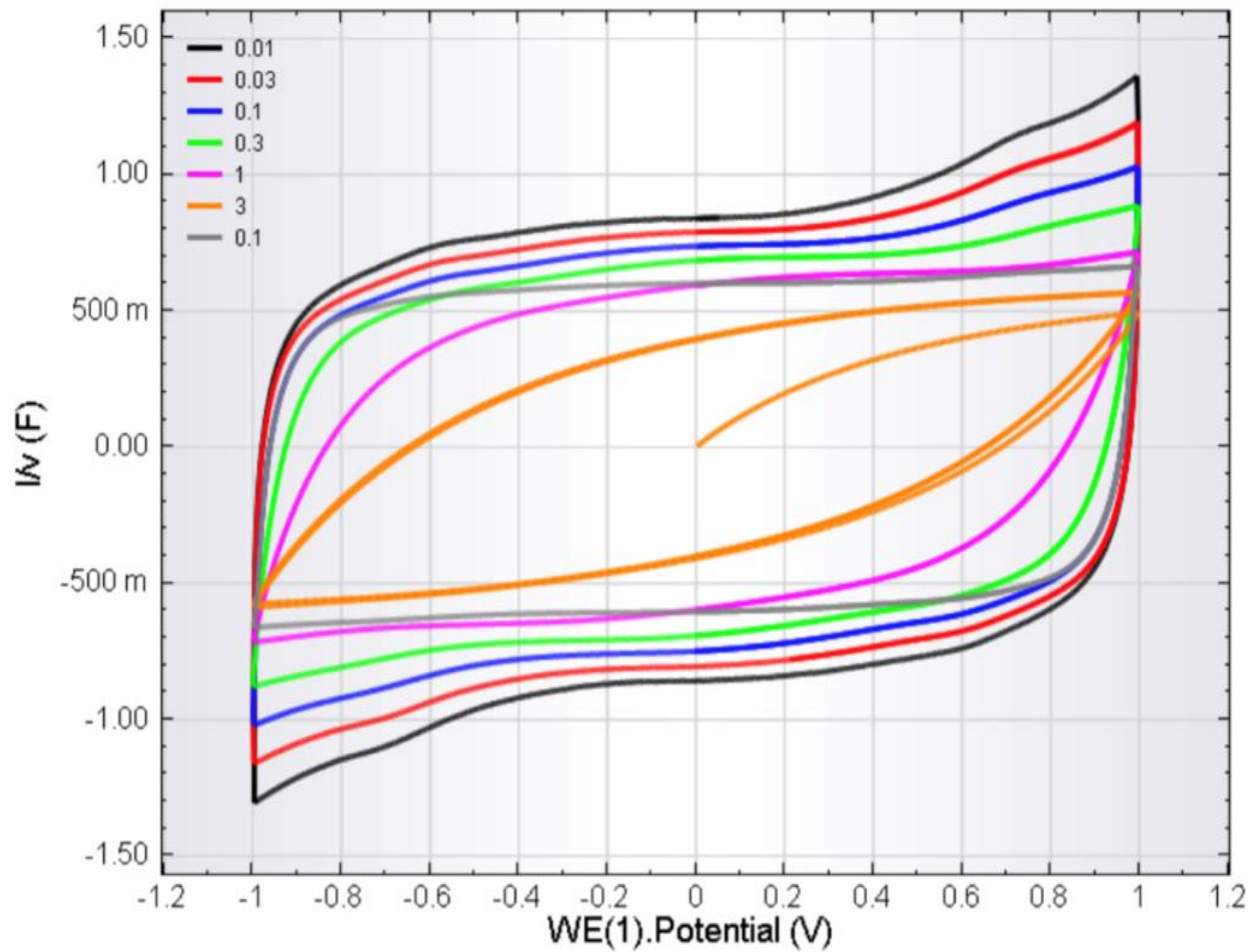
$$U = Ed = \frac{qd}{\varepsilon_0 \varepsilon S}, \text{ отсюда } C = \frac{q}{U} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \quad (5.4.7)$$

$\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость диэлектрика между обкладками.

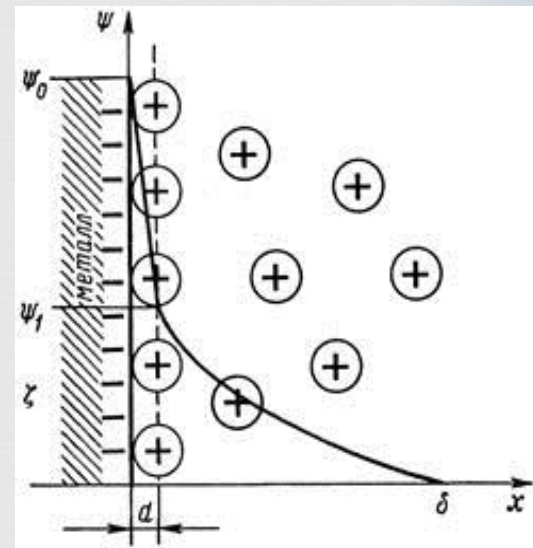
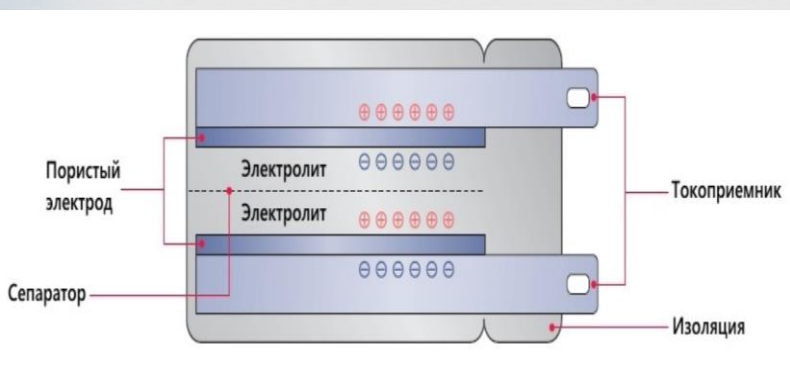
▶ Как видно из формулы, диэлектрическая проницаемость вещества очень сильно влияет на емкость конденсатора. Это можно увидеть и экспериментально: заряжаем электроскоп, подносим к нему металлическую пластину – получили конденсатор (за счет электростатической индукции, потенциал увеличился).



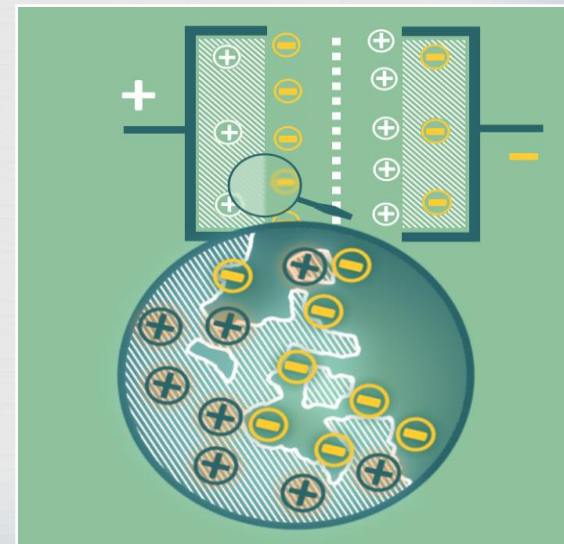
# Характеристики собранного конденсатора



# Что происходит внутри такого элемента?



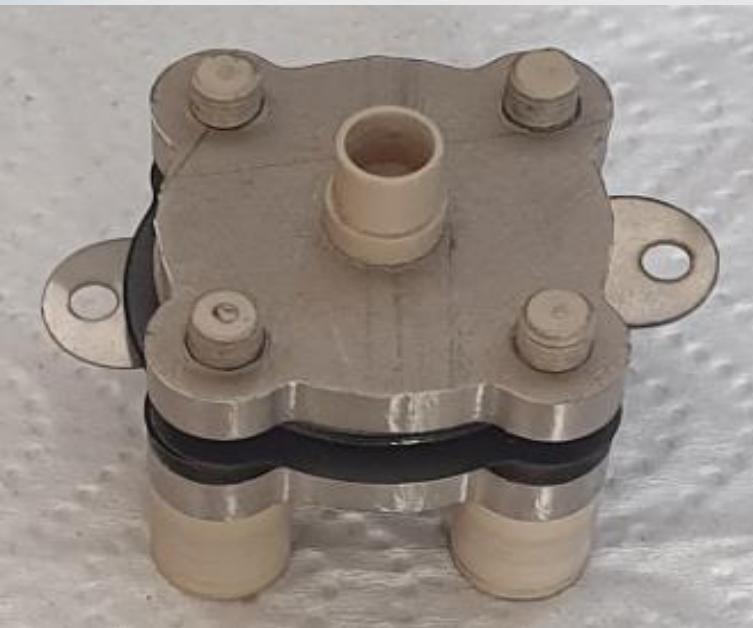
При подведении заряда к электродам суперконденсатора происходит зарядка ДЭС, и так как его толщина (т.е. по сути расстояние между обкладками) крайне мала, запасённая ионистором энергия выше по сравнению с обычными конденсаторами того же размера. К тому же, использование двойного электрического слоя вместо обычного диэлектрика позволяет намного увеличить площадь поверхности электрода. Типичная ёмкость ионистора — несколько фарад, при номинальном напряжении 2—10 вольт. У обычных конденсаторов ёмкость измеряется в пико, нано и микрофарадах.



# Экспериментальная часть

Экспериментальная установка состоит из ячейки симметричного суперконденсатора, подключенной к потенциостату-гальваностату Autolab 302N.

(a)

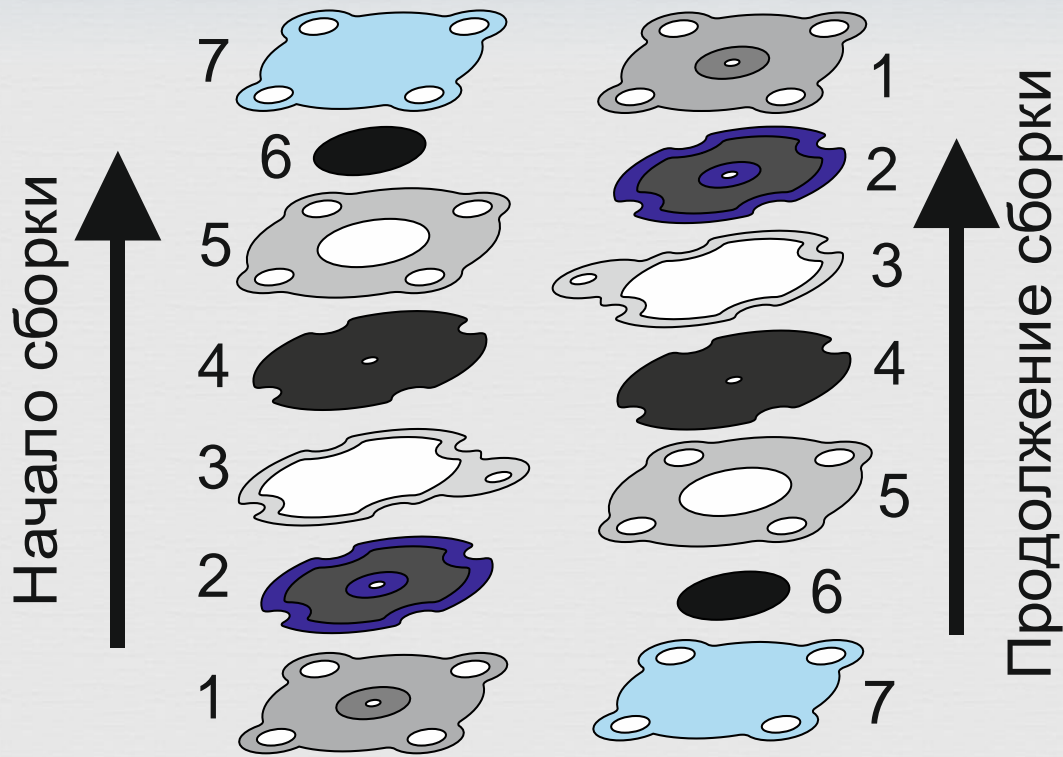


(б)



Рис. 1. (а) – ячейка симметричного СК, (б) – потенциостат-гальваностат Autolab 302N





**Рис. 2 – Устройство и порядок сборки ячейки симметричного суперконденсатора. 1 – титановая пластина с штуцером для введения электролита, 2 – витоновая прокладка, 3 – никелевый контакт, 4 – стеклоуглеродный токосъемник, 5 – тефлоновая прокладка, 6 – пористый углеродный электрод, 7 – мембрана. ВНИМАНИЕ, в колонке «продолжение сборки» мембрана продублирована для симметрии. Вторую мембрану класть не нужно.**

# Суперконденсаторы



- большой срок службы
- малое внутреннее сопротивление
- быстрый заряд
- работа при любом напряжении, не выше номинального
- неограниченное число циклов заряда/разряда
- отсутствие необходимости контроля за режимом зарядки
- использование простых методов заряда
- широкий диапазон рабочих температур:  $-25...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$



- 
- низкая энергетическая плотность
  - низкое напряжение на некоторых типах ионисторов
  - для получения требуемого напряжения необходимо последовательное подключение не менее трех элементов
  - высокий саморазряд



# Где использовать?

- **телевизоры, СВЧ-печи:** резервное питание таймера;
- **видеокамеры, платы памяти:** резервное питание запоминающего устройства во время смены батарей;
- **музыкальные центры:** питание микросхем памяти установок тюнера;
- **телефоны:** резервное питание микросхем памяти для хранения номеров абонентов;
- электронные счетчики электрической энергии;
- **охранная сигнализация;**
- **электронные измерительные приборы и т.п.**

Основное применение суперконденсаторов связано с их использованием в системах утилизации кинетической энергии движения. Использование суперконденсаторных систем накопления энергии для рекуперации энергии торможения электрического транспорта, рассчитанное для городского транспорта Москвы позволяет получить следующую экономию электроэнергии: - для парка метропоездов-300 000МВт-час в год - для парка электропоездов-200 000МВт-час в год - для парка трамваев-100 000МВт-час в год - для парка троллейбусов-75 000МВт-час в год



# В промышленных масштабах суперконденсаторы изготавливают...

## В России

- ООО "Технокор", г.Пушкино Моск.обл;
- ОАО "Элеконд", г.Сарапул Удмуртия;
- ООО "ТЭЭМП", г.Химки Моск.обл.
- ООО "Ультраконденсаторы Феникс" г.Москва
- АО "Новосибирский завод радиодеталей «Оксид»



## За границей

### ЯПОНИЯ

NEC-Tokin

([www.nec\\_tokin.net/now/english/index.html](http://www.nec_tokin.net/now/english/index.html)),

Nippon-Chemicon,

Panasonic ([www.maco.panasonic.com](http://www.maco.panasonic.com)),

Power Systems;

### ДРУГИЕ СТРАНЫ

Elna ([www.elna\\_america.com](http://www.elna_america.com));

Maxwell Technologies ([www.maxwell.com](http://www.maxwell.com)),

США;

NessCap ([www.nesscap.com](http://www.nesscap.com)),

LS Cable, Корея;

Bat Scar, Франция;

Evans Capacitor ([www.evanscap.com](http://www.evanscap.com));

AVX ([www.avxcorp.com](http://www.avxcorp.com));

Cooper Bussmann, бывшая Cooper Electronic

Technologies ([www.cooperET.com](http://www.cooperET.com));

Epson ([www.epson.com](http://www.epson.com)).





# Выводы

В нынешнем виде ионистор – весьма узкоспециализированное устройство, которое имеет ограниченное применение. Пока что суперконденсаторы можно использовать только там, где надежность, долговечность и скорость зарядки гораздо важнее автономности и цены.

Появление суперконденсаторов с на порядок большей удельной ёмкостью скажется позитивно и на электронике.

Таким образом, для увеличения удельной ёмкости конденсаторов нужно подбирать материалы, улучшающие его характеристики.

Спасибо за внимание

