

## **Секция IV. Радиоэлектроника, автоматизация, телекоммуникации и связь 11**

Преимуществами цифровой системы видеонаблюдения будут возможности создания видеонаблюдения на основе локальной сети учреждения и оперативного переноса видеонаблюдения на другие компьютеры, простое совмещение системы видеонаблюдения с разными системами безопасности, а также ее модернизация, защита видеосигнала от несанкционированного доступа, повышенное качество изображения на мониторе, полученное от цифровой камеры.

Недостатки цифровой системы видеонаблюдения – непростая настройка камер; требуется большой объем памяти для хранения видеофайлов ввиду их высокого качества; высокая цена комплектующих и их монтажа.

Исходя из вышеперечисленных достоинств и недостатков аналоговой и цифровой систем видеонаблюдения, можно сделать вывод, что главным отличием цифровой технологии в видеонаблюдении от аналоговой является повышенное качество картинки на экране.

Из проведенного анализа понятно, что следует учитывать вышеперечисленные особенности устройства и классификации систем видеонаблюдения при их выборе и установке для охраны объектов и территорий, в том числе и для охраны участков границы. Также данная тема исследования является актуальной при изучении курсантами раздела «Технические средства охраны границы».

### **Литература**

1. Тявловский, К. Л. Системы видеонаблюдения. Основы проектирования : метод. пособие / К. Л. Тявловский, Т. Л. Владимирова, Р. И. Воробей. – Минск : БНТУ, 2012. – 48 с.
2. Артюхин, В. В. Системы видеонаблюдения и космического слежения : учеб.-метод. пособие / В. В. Артюхин. – Алматы : КазАТК им. М. Тынышпаева, 2015. – 220 с.
3. Проектирование систем охранного телевидения : учеб.-метод. пособие / К. Л. Тявловский [и др.]. – Минск : БНТУ, 2016. – 69 с.
4. Гонта, А. С. Практическое пособие по видеонаблюдению / А. С. Гонта. – М. : 2017. – 188 с.
5. Инженерное обеспечение охраны границы : учеб. пособие : в 3 ч. / И. В. Щербаков [и др.]. – Минск : ИПС РБ, 2020. – Ч. 3. Технические средства охраны границы. – 347 с.
6. Поликанин, А. Н. Технические средства охраны и видеонаблюдения. Системы видеонаблюдения и тепловизионного контроля : учеб. пособие / А. Н. Поликанин. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 46 с.
7. Рыжова, В. А. Интеллектуальные системы видеонаблюдения : учеб. пособие / В. А. Рыжова, С. Н. Ярышев, В. В. Коротяев. – СПб. : Университет ИТМО, 2021. – 107 с.

## **СУПЕРКОНДЕНСАТОРЫ И СФЕРЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**В. Е. Лебединский**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. В. Брель

*Цель разработки суперконденсаторов – это создание батарей высокой емкости, повышение долговечности и скорости зарядки, достижение более низких потерь тока. Представлены преимущества использования суперконденсатора в сравнении с обычными аккумуляторами, а также виды, на которые подразделяются суперконденсаторы, и возможные сферы использования данной разработки.*

**Ключевые слова:** суперконденсатор, ионистор, конденсатор, аккумулятор, псевдоконденсаторы.

## **12 Секция IV. Радиоэлектроника, автоматизация, телекоммуникации и связь**

---

Суперконденсаторы (ионисторы) – это электрохимические конденсаторы, сильно отличающиеся от обычных долгим сроком эксплуатации, существенно низкими потерями тока и большими значениями удельной емкости. Также еще одним преимуществом являются меньшие габариты в сравнении с обычными конденсаторами.

Суперконденсатор накапливает электроэнергию за счет электростатических зарядов, которые создаются на противоположных поверхностях электродов, относящихся к двойному электрическому слою. В процессе зарядки распределенные случайным образом ионы электролита перемещаются в сторону поверхности электрода, имеющего противоположную полярность. Данный процесс имеет физическую, а не химическую природу. Кроме того, он полностью обратим.

Основное отличие суперконденсатора от обычного конденсатора – это наличие у первого двойного диалектического слоя. В результате этого между электродами образуется маленькое расстояние, а его способность накапливать электроэнергию повышается.

На данный момент основной задачей для ученых является создание батареи высокой емкости, которую можно будет использовать в самых различных областях, например, в электромобилях. Это позволит обеспечить поездки на более длительные расстояния и быструю зарядку батарей. Также суперконденсатор – это гарантия более экономичной работы возобновляемых источников энергии через аккумулятирование избытков электроэнергии: солнечные батареи, ветрогенераторы и т. д.

На сегодняшний день суперконденсаторы подразделяются на три основных типа:

- двойнослойные;
- псевдоконденсаторы;
- гибридные конденсаторы.

Двойнослойный суперконденсатор предполагает наличие двух пористых электродов, выполненных из электропроводящих материалов, а также разделенных заполненным электролитом сепаратором. Здесь процесс запасания энергии идет за счет разделения заряда на электродах с весьма большой разностью потенциалов между ними. Электрический заряд двойнослойных конденсаторов определяется непосредственно емкостью двойного электрического слоя, т. е. отдельного конденсатора на поверхности каждого электрода. Между собой они соединяются последовательно посредством электролита, который является проводником с ионной проводимостью.

Псевдоконденсаторы уже ближе к перезаряжаемым аккумуляторам. В них имеются два твердых электрода. Принцип действия сочетает два механизма сохранения энергии: фарадеевские процессы, которые схожи с процессами, происходящими в батареях и аккумуляторах, а также электростатическое взаимодействие, свойственное конденсаторам с двойным электрическим слоем. Приставка «псевдо» появилась вследствие того, что емкость ДЭС зависит не только от электростатических процессов, но и быстрых фарадеевских реакций с переносом заряда.

Гибридные конденсаторы – это переходный вариант между конденсатором и аккумулятором. Слово «гибридные» означает, что электроды в гибридных конденсаторах производятся из различных материалов, а накопление заряда осуществляется по разным механизмам. Большинство случаев в гибридных конденсаторах катодом является материал с псевдоемкостью. В результате аккумулятирование заряда на катоде осуществляется вследствие окислительно-восстановительных реакций, что увеличивает удельную емкость конденсатора, а также расширяет область рабочих напряжений.

**Зарядка суперконденсатора.** Начнем с постоянной времени  $RC$ -цепи:

$$t = RC. \quad (1)$$

За время  $t$  суперконденсатор емкостью  $C$ , подключенный последовательно с резистором  $R$ , зарядится примерно до  $2/3$  (точнее, – до 63,2 %) напряжения питания. За время  $5t$  суперконденсатор зарядится до значения, очень близкого к напряжению питания (99,3 %).

Эти интервалы обусловлены тем, что процесс зарядки конденсатора является нелинейной функцией (экспоненциальной). Для определения его параметров можно использовать следующую формулу:

$$Q = CV_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) V = V_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) I = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}, \quad (2)$$

где  $Q$  – мгновенный заряд, в момент  $t$ , Кл;  $C$  – емкость конденсатора, Ф;  $I$  – мгновенный зарядный ток, А;  $V_0$  – напряжение зарядки, В;  $V$  – мгновенное напряжение на суперконденсаторе, В;  $R$  – сопротивление, подключенное последовательно с суперконденсатором, Ом;  $t$  – время, с.

Зарядка суперконденсатора емкостью 1 Ф через резистор сопротивлением 50 Ом от источника напряжения 5 В показана на рис. 1.

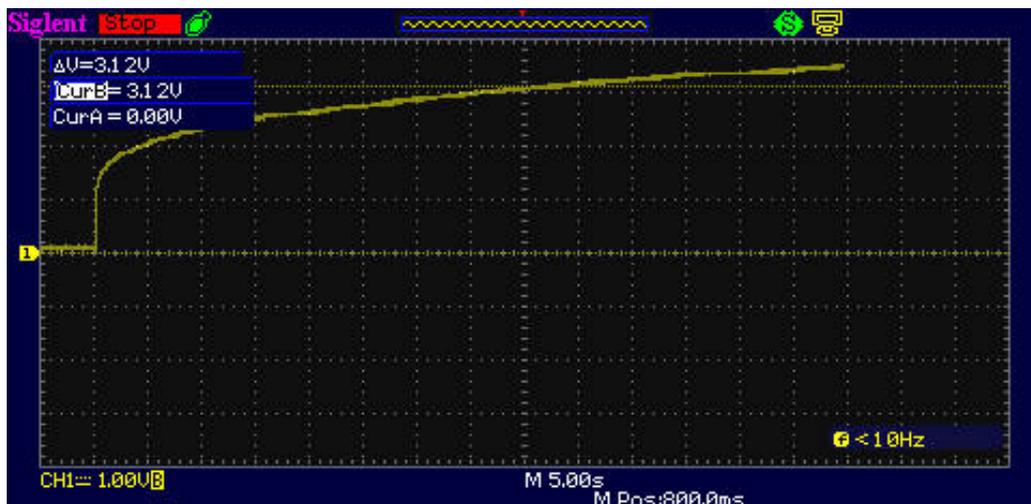


Рис. 1. Зарядка суперконденсатора емкостью 1 Ф через резистор сопротивлением 50 Ом от источника напряжения 5 В

Суперконденсаторы способны выдавать достаточно высокую импульсную мощность и позволяют решить проблему просадки напряжения (рис. 2). Для этого суперконденсатор включается параллельно с аккумулятором. В данном случае суперконденсатор не только предотвращает ложные выключения системы, но и защищает аккумулятор от пиковых токов, которые негативно влияют на срок его службы и могут в некоторых случаях банально вызвать его перегрев и разрушение.

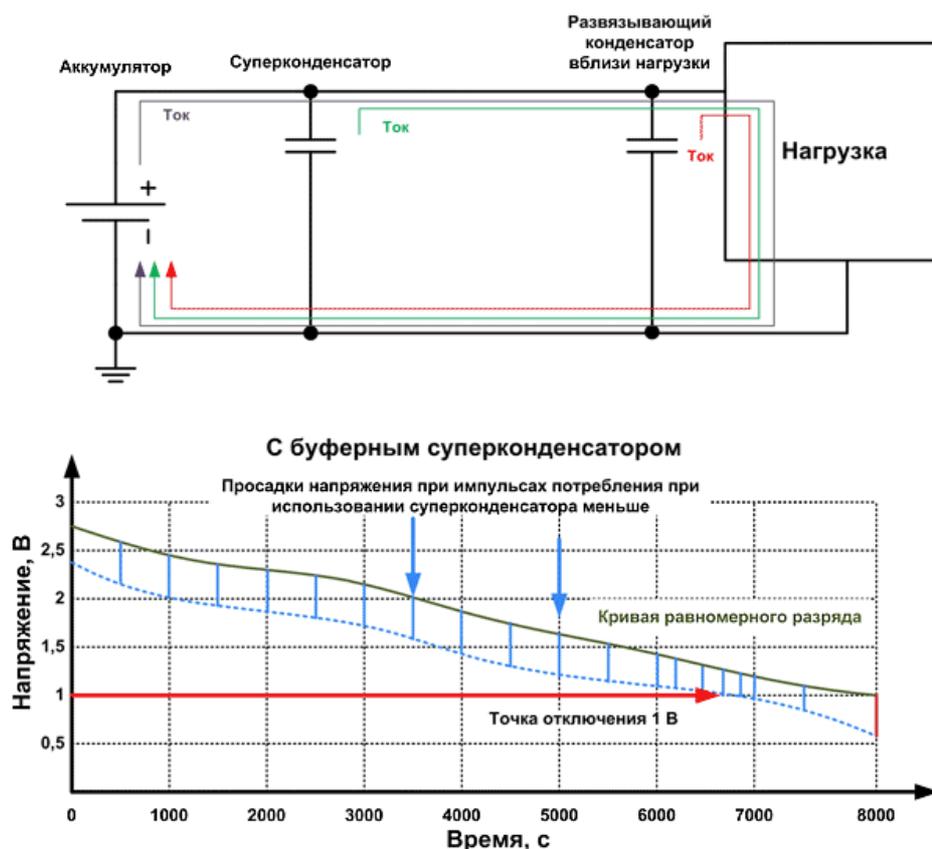


Рис. 2. Предотвращение суперконденсатором ложных выключений и защита аккумулятора от пиковых токов

Основная сфера использования суперконденсатора – это отрасли, где необходимо в короткие сроки отдать электроэнергию в большом объеме, например, альтернативные источники питания по типу ветрогенераторов, волногенераторы и солнечные батареи; в автопромышленности – создание электрических и гибридных автомобилей. В системах бесперебойного электропитания суперконденсаторы можно использовать совместно с топливными элементами и другими источниками. В традиционной энергетике, в сферах, где неизбежны критические нагрузки, и требуется бесперебойная работа «всего и вся», это могут быть аэропорты, вышки связи, больницы и т. п.

Таким образом, суперконденсатор – это уникальное устройство для накопления энергии, обладающее высокой емкостью, имеющее большой срок службы, высокую скорость зарядки и низкие потери тока. Это его главное отличие от традиционных аккумуляторных батарей и конденсаторов.

#### Литература

1. Суперконденсаторы. Устройство и применение. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/superkondensatory/.html>. – Дата доступа: 03.04.2023.