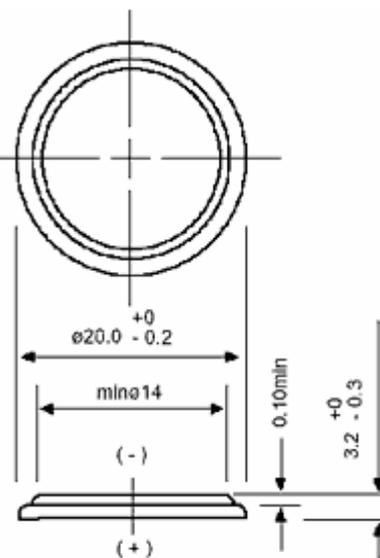


Элементы CR2032 для питания сенсорных тегов WST-#

В качестве источника питания сенсорных тегов WST-# используется дисковая литиевая батарея типа CR2032. Такие элементы являются непerezаряжаемыми, т.е. одноразовыми, и после расходования генерируемой ими энергии они должны быть заменены новыми. Вопрос о выборе элемента питания для сенсорного тега WST-# часто является в высшей степени важным и ответственным. Поскольку от качества и характеристик используемой батареи, а также особенностей (темпа) их деградации в ходе эксплуатации в значительной степени зависит, дальность и качество радиобмена между тегами и менеджером.



Элементы питания CR2032 имеют форму диска и вес 2,8 г...3,2 г. Они построены на базе системы литий/диоксид марганца (Li/MnO₂) с твердым катодом из диоксида марганца. В соответствии со стандартом МЭК в обозначении типа любого элемента Li/MnO₂ присутствуют буквы CR. Следующие за этими буквами цифры определяют типоразмер элемента. В данном случае первые две цифры 20 - диаметр корпуса батареи в мм, вторые две цифры 32 - предельная толщина корпуса в десятках мм. Обычно напряжение разомкнутой цепи элемента Li/MnO₂ составляет 3,5 В, а номинальное напряжение составляет 3 В, хотя первоначальное напряжение при подключении нагрузки может быть и немного выше. Конечным напряжением питания при эксплуатации сенсорных тегов WST-# считается напряжение 2,5 В. Типичный рабочий диапазон температур эксплуатации батарей CR2032, как правило, лежит в границах от -20°C до +55°C. Однако некоторые производители изготавливают батареи с более широким температурным диапазоном эксплуатации -40°C...+85°C, и даже до -40°C...+125°C (RENATA SA, RAYOVAC, Panasonic). Как правило, возможность эксплуатации элементов питания в таких диапазонах специально оговаривается производителем. При этом номинальная ёмкость батарей типоразмера CR2032 находится в пределах от 200 до 240 миллиамперчасов (мАч). Благодаря очень низкому уровню саморазряда около 1% в год (но не более 2%), такие литиевые элементы питания сохраняют свои характеристики в течение ~10 лет. Сегодня в мире батареи CR2032 изготавливаются примерно двумя сотнями крупных производителей. Поэтому следует особо подчеркнуть, что все приводимые здесь данные указаны только для элементов питания CR2032, которые свободно доступны на российском рынке.



Характеристики батарей типоразмера CR2032, указанные производителями

Марка	Номинальная ёмкость, мАч	Рабочий температурный диапазон	Время разряда до уровня 2,7 В
DURACELL (США)	-	-20°C...+54°C	1100 ч при 21°C и нагрузке 15 кОм
Energizer (США)	240 мАч (21°C, 15 КОм)	не нормирован	1150 ч при 21°C и нагрузке 15 кОм
FocusRay (Китай)	-	не нормирован	-
GP (Гонконг)	210 мАч	-30°C...+65°C	1100 ч при 23°C и нагрузке 15 кОм
Maxell (Китай)	220 мАч	не нормирован	1000 ч при 21°C и нагрузке 15 кОм
Maxell (Япония)	220 мАч	не нормирован	1000 ч при 21°C и нагрузке 15 кОм
Panasonic (Япония)	220 мАч	-30°C...+60°C	1000 ч при 20°C и нагрузке 15 кОм
VARTA (Германия)	230 мАч (21°C, 6,5 КОм)	-20°C...+70°C	460 ч при 20°C и нагрузке 5,6 кОм
SONY (Япония)	220 мАч	не нормирован	1100 ч при 23°C и нагрузке 15 кОм
EEMB (США-Китай)	210 мАч (23°C, 6,5 КОм)	-20°C...+65°C	950 ч при 23°C и нагрузке 15 кОм
RENATA (Швейцария)	235 мАч (23°C, 6,5 КОм)	-40°C...+85°C	1200 ч при 23°C и нагрузке 15 кОм

Основная часть энергии потребляется сенсорными тегами WST-# во время исполнения ими периодических измерений и передачи полученных результатов к менеджеру. При этом время преобразования составляет не более 60 мс, а ток потребления в зависимости от модификации сенсорного тега может иметь значение в диапазоне от 0,5 мА до 1,5 мА. Таким образом, важно как работают батарейки CR2032 при импульсном режиме эксплуатации.

Многие производители литиевых элементов питания рассчитывают на эксплуатацию их продукции для обеспечения нагрузок, потребляющих импульсный ток величиной 10 мА и выше. Таким образом, электронные схемы сенсорных тегов WST-#, потребляющие на порядок меньшие значения импульсного тока, являются льготным потребителем энергии от подобных батарей. При этом важна особенность динамики спада уровня напряжения, генерируемого литиевым элементом питания на всем протяжении его эксплуатации при постепенной потере ёмкости, связанной с малыми импульсными токами разряда (~1 мА), которыми характеризуется потребление электронной схемы сенсорного тега WST-#. Гарантированное длительное и постепенное снижение напряжения до уровня 2,5 В...2,7 В на первом участке эксплуатации, сменяемое резким спадом до весьма низких значений напряжения по отношению к первому участку характеристики. Такая динамика разрядной характеристики позволяет вовремя определить тег, нуждающийся в замене батареи питания, еще до того как связь с ним будет потеряна, из-за питания схемы недостаточным по уровню напряжением.



Следует также учитывать, что корпус с электронной схемой любого из сенсорных тегов WST-# нормирован на эксплуатацию в температурном диапазоне от -40°C до +85°C. Большинство дисковых литиевых батарей имеют нормированный производителем диапазон температур эксплуатации, который всегда уже диапазона эксплуатации электронной схемы сенсорного тега WST-#. Однако это не означает, что за пределами указанного рабочего диапазона температур литиевые элементы питания не функционируют. Просто их электрические характеристики становятся в этих случаях значительно хуже нормированных.

Например, при высоких температурах ёмкость батарей расходуется гораздо большими темпами, поскольку значительно возрастает скорость испарения электролита. Поэтому использование батарей за верхней границей нормированного для них диапазона эксплуатации возможно, но должно быть предельно ограничено по времени. Кроме того, любое превышение температуры выше комнатной увеличивает степень саморазряда литиевых элементов, что сопровождается снижением срока службы батареи. Существует простое практическое правило для определения степени саморазряда при заданной температуре: скорость саморазряда увеличивается в 2 раза при увеличении температуры на каждые 10°C, начиная с комнатной. Саморазряд дисковой литиевой батареи при комнатной температуре составляет около 1% за год от общей ёмкости. А, например, при 50°C саморазряд составит $1\% \cdot 2^{(50-20)/10} = 6\%$ за год от общей ёмкости.

При пониженных температурах эксплуатационные характеристики литиевых батарей ухудшаются, поскольку снижается электропроводность электролита, что вызывает увеличение внутреннего сопротивления. Как следствие этого, батарея теряет способность вырабатывать достаточную электрическую ёмкость.

Именно перечисленные выше положения должны учитываться при выборе элементов питания CR2032 для сенсорных тегов WST-#.

Для того чтобы определить, батареи каких производителей наиболее предпочтительны для эксплуатации в составе сенсорных тегов WST-#, НТЛ "ЭлИн" провела специальное тестирование. В рамках этих испытаний изучались рабочие характеристики литиевых батарей типоразмера CR2032 от различных производителей. В ходе тестирования сравнивались такие их параметры, как напряжение под нагрузкой при различных температурах и времена разряда до минимального допустимого уровня напряжения. Порядок и результаты этих испытаний приведены в документе «Сравнительное тестирование батарей CR2032, используемых для питания сенсорных тегов WST-#» (https://elin.ru/files/pdf/WST/Test_battery.pdf). Тестирование

показало, что наиболее приемлемы для эксплуатации в составе сенсорных тегов WST-# батареи CR2032 производства RENATA, VARTA, DURACELL, Panasonic и GP.

Однако при выборе батареи помимо характеристик не на последнем месте стоят такие важнейшие факторы, как доступность и цена. К примеру, батареи известных марок Panasonic, Sony или Energizer, хотя зачастую доступны, как правило, имеют заградельную цену. И, напротив, при достаточной распространённости и приемлемой цене литиевых элементов FocusRay и Maxell (Китай), необходимо учитывать их низкие эксплуатационные характеристики. На основании нашего опыта эксплуатации сенсорных тегов WST-# и результатов проведённых нами исследований мы рекомендуем использовать батареи трех марок GP, DURACELL, RENATA.

Самые сильные стороны батарей GP — это более чем удовлетворительные характеристики при широкой доступности в России и относительно невысокой цене. Хотя официально литиевые элементы GP нормированы производителем для эксплуатации только в диапазоне температур $-10^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$.

Литиевые элементы питания DURACELL имеют хорошие характеристики при широкой доступности в России, но поставляются по достаточно высокой цене по сравнению, например, с батареями GP. Официально нормированный производителем диапазон температур эксплуатации составляет $-20^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$.

Однако наиболее предпочтительными представляются батареи производства компании RENATA SA (<https://elin.ru/files/pdf/WST/CR2032MFR.pdf>). К их основным достоинствам относятся, следующие особенности:

- единственные из доступных в России литиевых элементов питания, рассчитанные на эксплуатацию в наиболее широком нормированном диапазоне температур по сравнению с батареями любых других производителей ($-30^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$, что совпадает с диапазоном эксплуатации электронных схем сенсорных тегов WST-#).
- единственные из поставляемых в Россию батарей, которые имеют маркировку гарантийного срока годности на каждой из упаковок, содержащих элементы питания,
- гарантировано действительно европейское качество при изготовлении, поскольку все дисковые батареи производятся на одном и том же заводе, расположенном в швейцарском городе Итинген,
- наиболее высокая ёмкость по сравнению с продукцией других производителей, значение которой рассчитано на основании очень строгих испытаний на полный разряд (при нормальных условиях эксплуатации значение ёмкости, как правило, всегда выше номинальной, т.е. батареи RENATA служат дольше, чем предусмотрено в технических спецификациях),
- исключительная герметичность,
- высокая надёжность,
- благодаря сложной системе многослойных сепараторов батареи RENATA обладают исключительно низким уровнем саморазряда,
- длительный срок хранения с минимальным ухудшением качества (9...10 лет)
- оптимизированное отношение мощность/ёмкость,
- экологически безопасны, не содержат токсических веществ и свинца,
- отсутствие транспортных ограничений, неопасны при перевозках,
- имеют покрытие корпуса, оптимизированное для лучшего контакта с контактами холдера (держателя батареи).

RENATA SA — единственная в мире компания, специализирующаяся только на дисковых элементах питания для часов и микроэлектроники. Такой "узкий профиль" деятельности (в отличие от других производителей, работающих по принципу универсализации) позволяет

разрабатывать и выпускать продукцию, максимально адаптированную ко всем параметрам работы качественных кварцевых часовых механизмов и микропотребляющей микросхеменной аппаратуры.

Сейчас в России батареи RENATA поставляются многими компаниями оптом и в розницу.

Среди крупнейших поставщиков этих компонентов следует, прежде всего, назвать:

ООО "СКАНТИ-РУС" (<http://www.scanti.ru/>) — дистрибутор (Москва, С.Петербург),

ЗАО "Телко Лтд" (<http://www.renata-telstar.ru/>) — дилер (Москва),

ООО «Технопарк» (<https://battery-opt.ru/>) — дилер (Москва).

Также при приобретении элементов CR2032 следует учитывать, что дисковые литиевые батареи, как и любые другие батареи, имеют срок годности, т.е. допустимый срок хранения без существенной потери потребительских свойств. Рекомендуется при замене батарей использовать только элементы со сроком хранения до года, считая с даты их производства. Однако в любом случае пользователю важно знать, что указанный срок хранения гарантирует качество батареи только при неукоснительном соблюдении условий хранения: температура +10°C до +25°C, относительная влажность 50 %...60 %. Причем температура хранения никогда не должна превышать +30°C. На практике очень трудно соблюсти регламентированные условия хранения (батареи перевозятся, температура и влажность меняется и т.д.). Например, если хранение на морозе напрямую не влияет на изменение ёмкости батарей, все-таки не допускается: периодически замораживать/размораживать батареи, а также подвергать их даже кратковременным воздействиям высоких температур (в том числе, располагать под солнцем, близко от лампы и т.д.), поскольку все это вызывает конденсацию влаги, что увеличивает саморазряд. Даже очень кратковременная смена температуры (например, при транспортировке) негативно отразится на сроке хранения. Т.е. не рекомендуется сразу переносить батареи с мороза в тепло — необходимо некоторое время подержать их в прохладном помещении с температурой близкой 0°C.

