



Казахский агротехнический университет
имени С.Сейфуллина “КАТУ”



ПРОЕКТ ПЦФ

АНАЛИЗ ТИПОВ АККУМУЛЯТОРОВ

Версия документа v.1 от 07.10.2021г.

2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общая информация.....	3
2 Источники анализа.....	4
3 Общее описание основных типов аккумуляторных батарей.....	5
4 Требования по условиям эксплуатации	8
5 Анализ рынка.....	11

1 Общая информация

1.1 Анализ проводится для выбора батарей, для применения в проекте ПЦФ.

1.2 Анализ проводится с целью принятия окончательного решения, дающих полное представление о характеристиках батареи и ее показателях.

1.3 В данном документе приводятся:

- а) источники анализа типов существующих типов аккумуляторных батарей;
- б) краткое описание типов аккумуляторных батарей;
- в) требования по условиям эксплуатации аккумуляторных батарей;
- г) анализ рынка аккумуляторных батарей.

1.4 Документ будет дополняться по мере проведения работ.

1.5 В документе приняты следующие сокращения:

АКБ – аккумуляторная батарея.

2 Источники анализа

- 2.1. [Оптимизация ресурсопределяющих эксплуатационных режимов тяговых аккумуляторных батарей электромобилей](#)
- 2.2. [Сравнение аккумуляторов различных типов](#)
- 2.3. [Аккумуляторы для ЦОДа: сравнение литий-ионных аккумуляторов со свинцово-кислотными](#)
- 2.4. [Типы аккумуляторных батарей](#)
- 2.5. [Литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы](#)
- 2.6. [Накопители электрической энергии для их использования в энергоустановках на возобновляемых источниках энергии](#)
- 2.7. [Influence of low temperature conditions on lithium-ion batteries and the application of an insulation material](#)
- 2.8. [Литий-полимерный аккумулятор: отличие от ионного](#)
- 2.9. [Li-Ion или Li-Polymer Аккумуляторы](#)
- 2.10. [BU-216: Summary Table of Lithium-based Batteries](#)

3 Общее описание основных типов аккумуляторных батарей

Свинцово-кислотные аккумуляторы

Одна из старейших аккумуляторных систем. Эта недорогая, надежная и переносимая перегрузки батарея; но она имеет низкую удельную энергию и ограниченный срок службы. Свинцовый кислотный аккумулятор используется в автомобильном транспорте, в инвалидных колясках, в системах аварийного освещения и в источниках бесперебойного питания (ИБП).

Данный тип для питания рассматриваемого носимого устройства не подходит.

Никель-кадмиевые (NiCd) аккумуляторы

Также является одной из старейших и хорошо изученных аккумуляторных систем. Эти источники питания используются там, где необходим длительный срок службы, высокий ток разрядки, экстремальные температуры и низкая стоимость. Из-за того, что NiCd аккумуляторы наносят значительный вред окружающей среде, их заменяют другими типами систем. Основные области применения: электроинструмент, рации, авиационный транспорт, ИБП. В Европе запретили продавать потребительские товары с такими типами аккумуляторов, но в России их можно приобрести.

Данный тип для питания рассматриваемого носимого устройства не подходит.

Никель-металлгидридные (NiMH) аккумуляторы

Фактически являются заменой никель-кадмиевых; имеет более высокую удельную энергию и меньшее количество токсичных металлов. NiMH аккумуляторы используются в медицинском оборудовании, в гибридных автомобилях, в ракетно-космической технике, в промышленности.

Данный тип для питания рассматриваемого носимого устройства не подходит.

Литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы

Самый перспективный тип аккумуляторных систем; используется в портативных потребительских товарах, также как и в электромобилях. Li-ion аккумуляторы чувствительны к превышению напряжения при заряде и, для обеспечения безопасности, в них добавляется защитный контур, но не всегда. Эти типы аккумуляторов дороже, чем описанные выше.

Данный тип подходит для питания рассматриваемого носимого устройства. Ниже рассмотрены разновидности литиевых аккумуляторов.

Семейство литий-ионных систем можно разделить на три основных типа батарей в зависимости от материала катода – это кобальт лития, литий-марганцевая шпинель и литий-феррофосфат. Характеристики этих литий-ионных систем приведены ниже.

Кобальт лития или литий оксид кобальта (LiCoO₂)

Обладает высокой удельной энергией, переносит умеренные нагрузки и обладает небольшим сроком службы. Применяется в сотовых телефонах, ноутбуках, цифровых фотоаппаратах и других гаджетах.

Литий-марганцевая шпинель или литий-марганцевый (LiMn₂O₄)

Переносит высокий ток заряда и разряда, но имеет низкую удельную энергию и небольшой срок службы; используется в электроинструментах, медицинском оборудовании и в электрических силовых агрегатах.

Литий-феррофосфатный (LiFePO₄)

Схож с литий-марганцевым; номинальное напряжение 3,3 В/элемент; более долговечный, но обладает более высокой скоростью саморазряда, чем другие литий-ионные системы.

Литий-полимерный (LiPol)

Li pol элементы питания отличаются от литий ионных в основном по физическому состоянию электролита. В первом случае используется твердый полимерный электролит, либо пластины с включениями гелеобразного электролита, а во втором случае электроды разделены жидким активным веществом. Использование полностью сухого электролита снижает его активность, поэтому для улучшения эксплуатационных характеристик батарей, в него добавляют вкрапления гелевого полужидкого электролита. Использование полимерной электролитной прослойки вместо пористого сепаратора, наполненного электролитом, усложняет технологический процесс и удорожает его, но позволяет получить более удобные и безопасные при эксплуатации источники питания.

Данный тип подходит для питания рассматриваемого носимого устройства.

На рисунке 3.1 приведены равнительные характеристики четырех наиболее часто используемых типов аккумуляторных систем, с указанием усредненных параметров

Параметр	Свинцово-кислотные	NiCd	NiMH	Li ion		
				Кобальт-лития	Литий-марганцевые	Литий-ферро-фосфатные
Удельная плотность энергии, Втч / кг	30-50	45-80	60-120	150-190	100-135	90-120
Внутреннее сопротивление ¹ , (mΩ)	<100 аккумуля. блок 12В	100-200 аккумуля. блок 6В	200-300 аккумуля. блок 6В	150-300 7,2В	25-75 ² на элемент	25-50 ² на элемент
Жизненный цикл ⁴ (80% разряда)	200-300	1000 ³	300-500 ³	500-1000	500-1000	1000-2000
Время быстрой зарядки	8-16ч	обычно 1ч	2-4ч	2-4ч	1ч или менее	1ч или менее
Терпимость к перезарядке	Высокая	Средняя	Низкая	Низкая. Не переносят постоянную подзарядку		
Саморазрядка/месяц (при комнатной температуре)	5%	20% ⁵	30% ⁵	Менее 10% ⁶		
Напряжение в элементе (номинальное)	2В	1,2В ⁷	1,2В ⁷	3,6В ⁸	3,8В ⁸	3,3В
Напряжение отсечки при зарядке (В/элемент, 1С)	около 2,4 и 2,25			4,2		3,6
Напряжение отсечки при разряде (В/элемент, 1С)	1,75	1,00		2,5-3,0		2,8
Пиковый ток нагрузки (лучшие результаты)	5С ⁹ (0,2С)	20С (1С)	5С (0,5С)	>3С (<1С)	>30С (<10С)	>30С (<10С)
Температура зарядки	от -20°С до 50°С	от 0°С до 45°С		от 0°С до 45°С ¹⁰		
Температура разрядки	от -20°С до 50°С	от -20°С до 65°С		от -20°С до 60°С		
Требования к обслуживанию	3-6 ¹¹ месяцев (подзарядка)	30-60 дней (разрядка)	60-90 дней (разрядка)	Не требуется		
Требования к безопасности	термически стабильны	Термически стабильны, обычно используются термопредохранители		Обязательный защитный контур ¹²		
Используются с	конца 1800х	1950	1990	1991	1996	1999

Рисунок 3.1 – Сравнительные характеристики аккумуляторов

Наиболее подходящими вариантами для носимого устройства являются литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторные батареи. Сравнение характеристик литий-ионных и литий-полимерных батарей приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнение литий-ионных и литий-полимерных батарей

Характеристика	Литий-ионные АКБ	Литий-полимерные АКБ
Плотность энергии	Высокая	Низкая
Эффект старения	Со временем теряет емкость	Теряет емкость медленнее литий-ионных АКБ

Продолжение таблицы 3.1

Безопасность	При перезаряде могут взорваться	Взрывоопасны варианты с жидким электролитом
Стоимость	Высокая	Низкая
Время зарядки	Медленно	Быстро
Токоотдача при пониженной температуре	Высокая	Низкая
Срок службы	Высокий	Меньше чем у литий-ионных АКБ

По полученным данным литий-ионные и литий-полимерные АКБ являются подходящими к требованию вариантами. Литий-ионная АКБ имеет большую плотность энергии, а также низкую стоимость, также этот тип АКБ более распространен на рынке, нежели литий-полимерные АКБ. Однако литий-полимерные АКБ являются более безопасными.

Окончательный выбор между этими видами АКБ будет сделан опираясь на имеющиеся варианты на рынке. Анализ рынка представлен в главе 5.

4 Требования по условиям эксплуатации

АКБ будет применяться в составе систем, работающих на фермах, а также на удаленных пастбищах Казахстана.

Температура окружающей среды может колебаться от -40 до +45 градусов Цельсия. Температура аккумуляторного отсека будет отличаться незначительно.

При необходимости смену АКБ или аккумуляторного отсека должен иметь возможность заменить пользователь не обладающий специальными профессиональными навыками, а также без сложного спец инструмента.

Устройство, в составе которого будет применяться АКБ часто находится в условиях повышенной влажности. АКБ будет иметь герметичный корпус или же будет помещена в герметичный аккумуляторный отсек. Устройство с АКБ является носимым, поэтому к АКБ предъявляются повышенные требования к безопасности.

Обязательным условием является возможность перезарядки АКБ. Перезарядка будет осуществляться при температурах от 0 до +45 градусов Цельсия.

АКБ подбирается как альтернатива для уже используемых батарей. Устройство с открытым аккумуляторным отсеком показано на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Аккумуляторный отсек носимого устройства

В настоящее время в носимом устройстве применяются 4 литиевые батареи от Energizer формата AAA с номинальным напряжением 1.5 вольт и диапазоном температур от -40°C до +60°C.

Технические характеристики АКБ Energizer L92 AAA показаны на рисунке 4.2.

		AAA
	Specifications	
Classification:	"Cylindrical Lithium"	
Chemical System:	Lithium/Iron Disulfide (Li/FeS ₂)	
Designation:	ANSI 24-LF, IEC-FR03	
Nominal Voltage:	1.5 Volts	
Compatible With:	E92 , NH12 , 1212	
Storage Temp:	-40°C to 60°C (-40°F to 140°F)	
Operating Temp:	-40°C to 60°C (-40°F to 140°F)*	
Typical Weight:	7.6 grams (0.3 oz.)	
Typical Volume:	3.8 cubic centimeters (0.2 cubic inch)	
Max Discharge:	1.5 Amps Continuous	
(single battery only)	2.0 Amps Pulse (2 sec on / 8 sec off)	
Max Rev Current:	2 uA	
Lithium Content:	Less than 1 gram	
Typical IR:	140 to 180 milliohms (depending on method)	
Shelf Life:	20 years at 21°C	
Shipping:	Please refer to PSDS Document	
Certifications:		



Рисунок 4.2 – Технические характеристики АКБ

На рисунках 4.3, 4.4 приведены графики из технической документации на батареи Energizer L92 AAA.

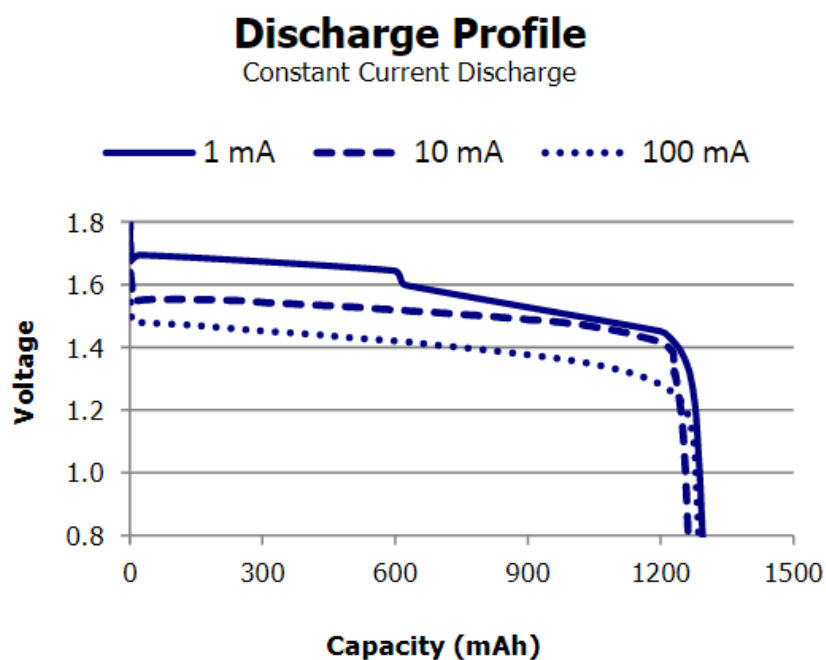


Рисунок 4.3 – Зависимость напряжения от емкости при разряде

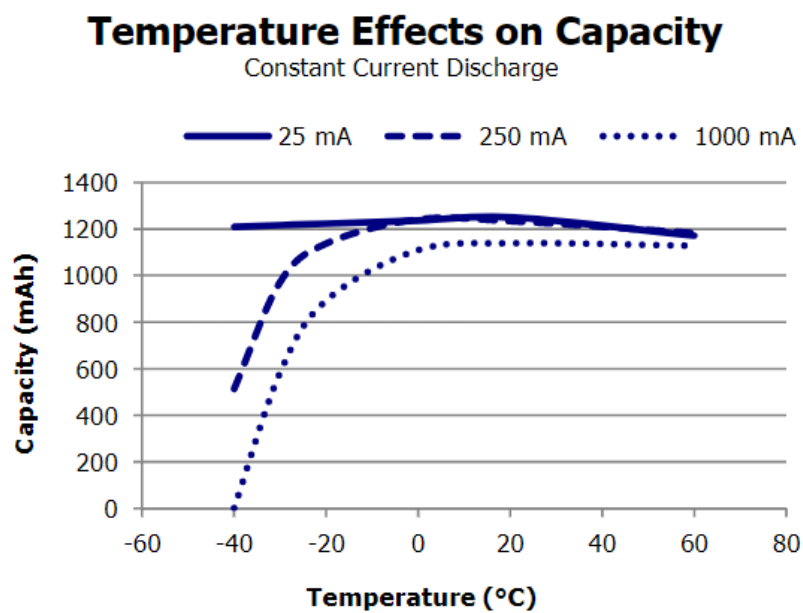


Рисунок 4.4 – Зависимость емкости от температуры при разряде

5 Анализ рынка

В первую очередь поиск проведен на сайтах таких крупнейших дистрибьютеров как: [DigiKey Electronics - Electronic Components Distributor](#); [Дистрибьютор электронных компонентов - Mouser Российская Федерация](#); компания [Arrow.com](#); интернет-магазин [AliExpress](#).

При поиске в фильтровались АКБ по следующим критериям: литий-ионного или литий-полимерного типа, типоразмер ААА либо герметичный корпус, напряжение 1.5, 3, 3.6, 6 или 7.2 вольта, активный статус, наличие, возможность перезарядки, работа в условиях пониженных температур. Ниже приведены ссылки на наиболее подходящие под эти критерии варианты.

1. [18650 7.2 V Lithium-Ion Battery Rechargeable \(Secondary\) 3.25Ah](#)
Рабочая температура +10°C to +45°C. Цена: \$27
2. [18650 3.6 V Lithium-Ion Battery Rechargeable \(Secondary\) 2.55Ah](#)
Рабочая температура +10°C to +45°C. Цена: \$19.48
3. [Набор из 8 АКБ типоразмера ААА PALO и зарядного устройства 990mWh 1.5V](#)
Рабочая температура -20°C to +60°C. Цена: 1150 руб.

Вариант полностью удовлетворяющий требования не был найден. Наиболее подходящий вариант (вариант №3) не удовлетворяет требования по рабочей температуре. Не удалось найти перезаряжаемые АКБ с рабочей температурой ниже -20°C.