

УДК 621.316

А.А. ЛИЛЯЕВА, студент гр.ЭПб-221 (КузГТУ)

Научный руководитель В.А. ВОРОНИН, научный сотрудник (КузГТУ)

г. Кемерово

## **ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА СОКРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

**Введение и постановка проблемы.** Различные элементы управления спросом действуют в России со второй половины 1990-х годов. Управление спросом – это механизм изменения профиля нагрузки в зависимости от изменения тарифа на электроэнергию, приводящий к снижению стоимости электроэнергии для потребителя. Электрическая энергия продаётся по «рыночным» ценам, которые меняются каждый час. Конечная стоимость рассчитывается согласно ценам для каждого часа, в пиковые часы она принимает своё максимальное значение. Для того, чтобы снизить затраты можно применить на предприятиях накопителя электроэнергии, которые сократят потребление в пиковые часы.

Управление спросом при помощи использования промышленных накопителей электроэнергии осуществляется путём аккумуляирования электроэнергии в часы с наименьшей стоимостью и использования во время её максимального тарифа. Сегодня экономический доход на литий-ионные системы накопления энергии емкостью 1-10 МВт·ч при разряде каждый рабочий день составляет порядка 5,4 млн руб./МВт·ч [4]. В последнее время тенденция хранения энергии возрастает, что приводит к уменьшению стоимости накопителей на 14-38% [5] и созданию новых, с большей емкостью, при использовании дешевого и доступного сырья.

**Методология.** Анализ данных и расчет стоимости электроэнергии производился при помощи языка программирования Python. В качестве расчётных данных использованы показатели электропотребления и тарифов за январь-август 2020 года угольной шахты Кемеровской области. В расчётах использована третья ценовая категория. В качестве накопителя рассмотрен литий-ионный аккумулятор стоимостью 20 млн. руб. [6], с энергоёмкостью 1 МВт·ч.

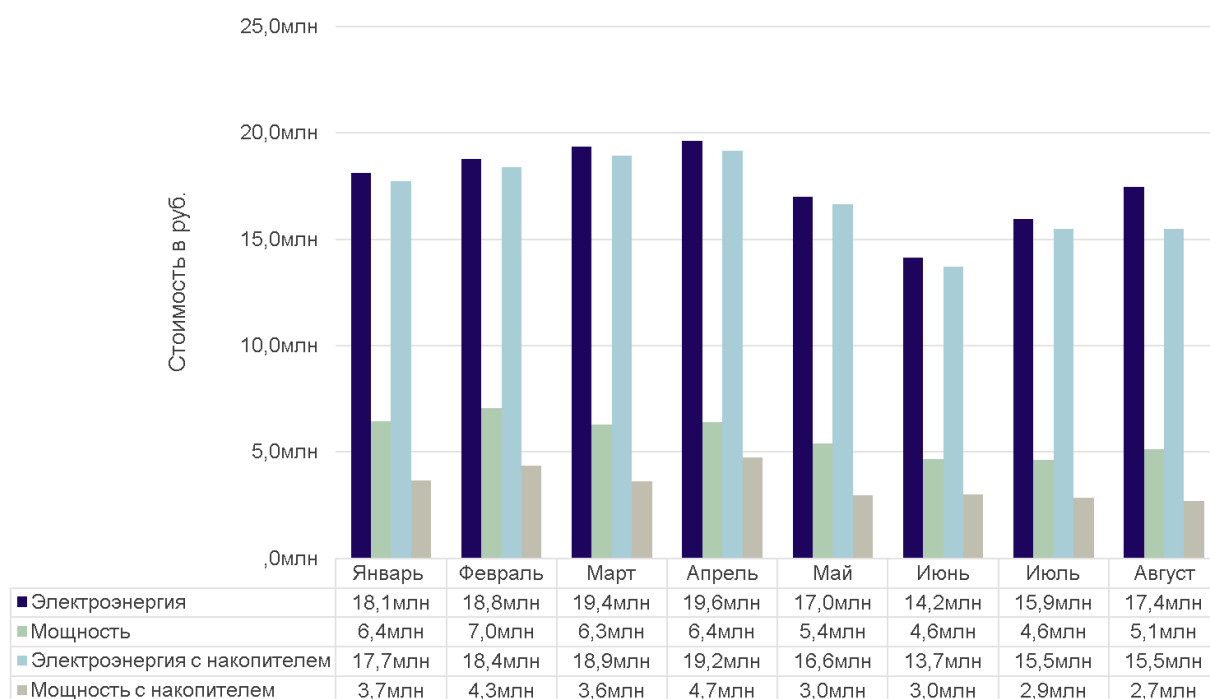
На основе анализа профилей электропотребления угольной шахты и тарифов на электроэнергию и мощность были разработаны несколько вариантов графиков заряда/разряда накопителя электроэнергии:

Вариант №1: часы заряда – 2:00, 3:00, 4:00 (выбраны исходя из наименьшей стоимости электроэнергии); часы разряда – 14:00, 15:00, 16:00, 17:00 (выбраны исходя из наиболее высокого тарифа).

Вариант №2: часы заряда – 2:00, 3:00, 4:00 (выбраны исходя из наименьшей стоимости электроэнергии); часы разряда – 12:00, 16:00, 17:00, 18:00, 19:00, 20:00 (часы максимального электропотребления угольной шахты).

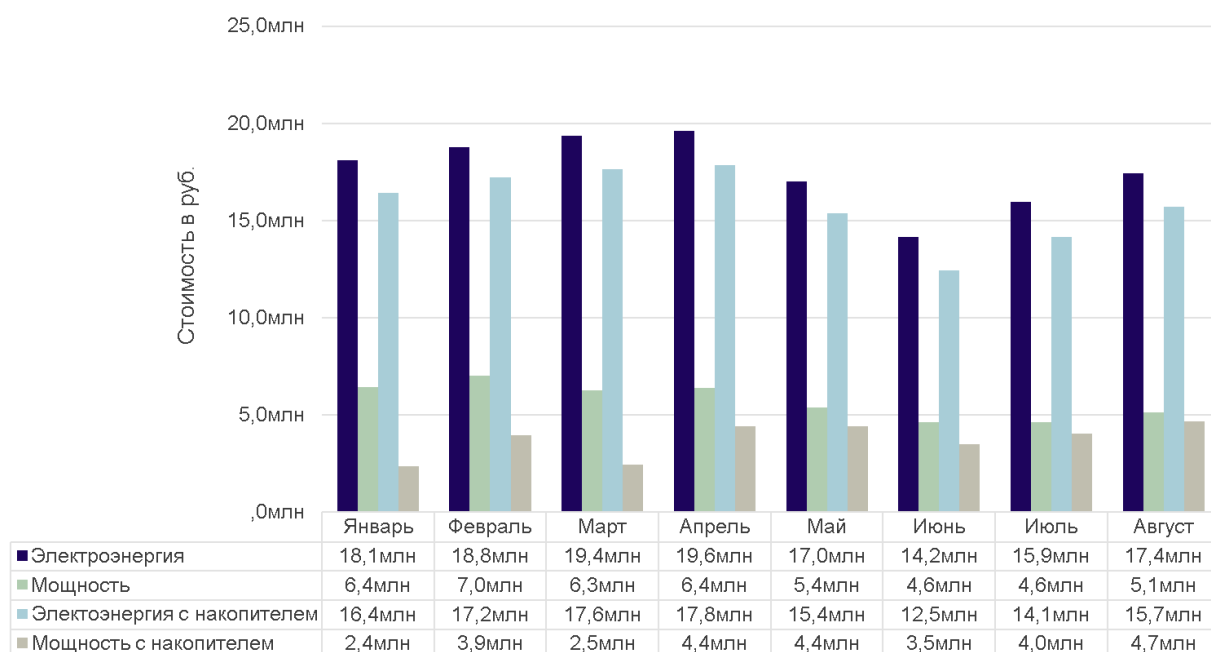
Вариант №3: часы заряда – 2:00, 3:00, 4:00 (выбраны исходя из наименьшей стоимости электроэнергии); часы разряда – часы пиковой нагрузки, определяемые АО «АТС».

**Результаты и обсуждение.** При использовании варианта режима работы накопителя №1 (рис. 1) в среднем экономия за электроэнергию и мощность за период январь-август составляет 4 871 021 и 18 056 491 рублей соответственно, окупаемость 1 год и 2 месяца.



**Рис. 1. Стоимость электроэнергии и мощности с использованием накопителя (вариант №1)**

При использовании графика заряда/разряда накопителя по варианту №2 (рис. 2) шахта сэкономит около 13 634 050 рублей за электроэнергию и 16 123 031 рублей за мощность. Срок окупаемости 1 год и 5 месяцев.



**Рис. 2. Стоимость электроэнергии и мощности с использованием накопителя  
(вариант №2)**

При использовании накопителя только в пиковые часы (вариант №3) (рис. 3) оплата снизится за электроэнергию на 3 577 239 и за мощность на 15 012 691 рублей, окупаемость накопителя 9 месяцев.

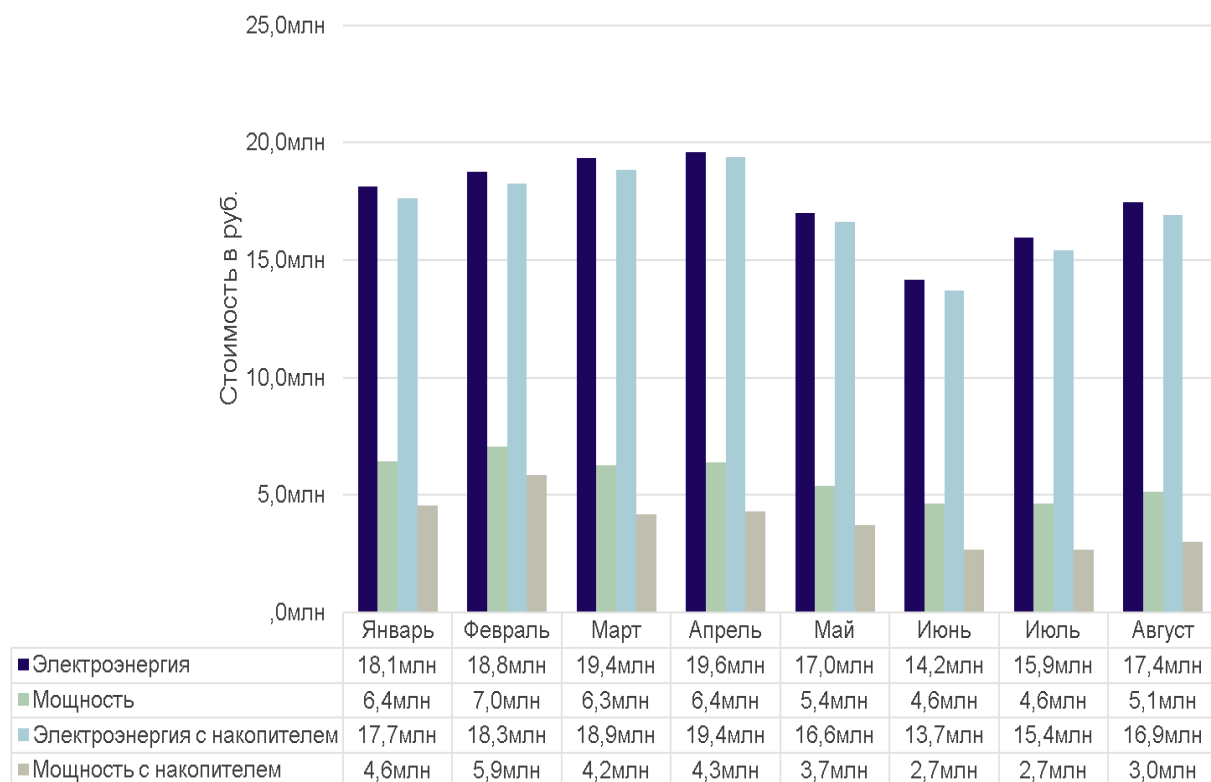


Рис. 3. Стоимость электроэнергии и мощности с использованием накопителя  
(вариант №3)

Результаты расчета экономического эффекта при использовании различных вариантов графика заряда/разряда накопителя электроэнергии показаны на рис. 4.

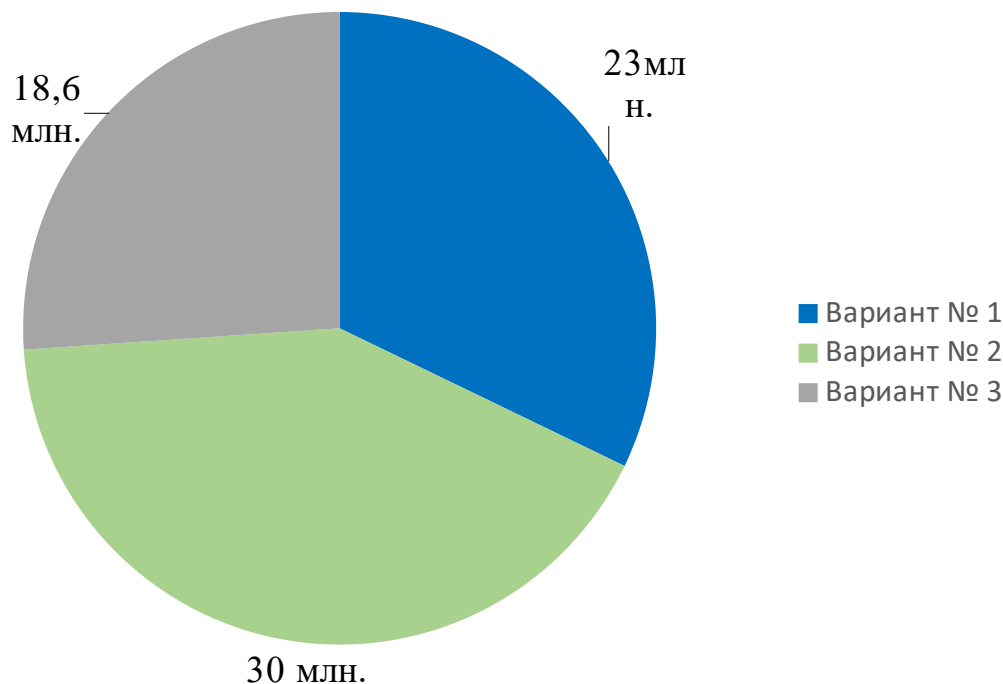


Рис. 4. Экономический эффект при использовании различных вариантов графика заряда/разряда накопителя

Как следует из полученных результатов, лучшим вариантом является – вариант № 2.

**Заключение.** В данной статье было рассмотрено использование накопителей электроэнергии на угольных шахтах в целях снижения платы за электроэнергию и мощность.

В результате проведенных исследований было установлено, что при использовании промышленного накопителя расходы за электроэнергию снизятся на 920 095 рублей, а за мощность на 2 049 675 рублей.

Проведенный анализ показал, что наибольшая экономия за электроэнергию будет при использовании графика разряда в часы с наибольшим потреблением – 13 634 050 (вариант № 2), за мощность при использовании оптимального графика заряда/разряда – 18 056 491 (вариант № 1). Выгодная схема применения накопителя - вариант №1 и № 2 (высокий экономический эффект, малый срок окупаемости).

Полученные результаты могут быть использованы для разработки программы управления спросом для промышленных предприятий.

### **Список литературы:**

1. Дзюба А. П. Использование накопителей электроэнергии в качестве инструментов управления спросом на электропотребление // Вестник Марийского государственного университета. 2019. № 2 (18) (5). С. 228–238.
2. Дзюба А.П., Соловьева И.А. Ценозависимое электропотребление как инструмент управления рисками неплатежей за электроэнергию промышленных предприятий // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2019. № 1 (10). С. 8–19.
3. Соловьева И. А. Экономическая эффективность ценозависимого управления затратами на электропотребление на промышленных предприятиях // Векторы благополучия: экономика и социум. 2017. № 3 (26). С. 160–173.
4. Energy storage systems in Russia: an injection of sustainable development [Электронный ресурс]. URL: <https://vygon.consulting/en/products/issue-1828/> (дата обращения: 15.09.2022)
5. Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/79236.pdf/> (дата обращения: 15.09.2022)
6. Литий-ионные накопители энергии [Электронные ресурсы]. URL: <https://centrotech.ru/wp-content/uploads/2021/07/Katalog-LINET.pdf/> (дата обращения: 15.09.2022)

### **Информация об авторах:**

Лиляева Ангелина Алексеевна, студент гр. ЭПб-221, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [angelinalilaeva@gmail.com](mailto:angelinalilaeva@gmail.com)

Воронин Вячеслав Андреевич, старший преподаватель кафедры ЭГПП, научный сотрудник НИЛ ЦТПМСК, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [voroninva@kuzstu.ru](mailto:voroninva@kuzstu.ru)