

УДК 621.311

А.О.МОРОЗКИН, студент гр. ЭРб-181 (КузГТУ)
Научный руководитель Р.В. БЕЛЯЕВСКИЙ, к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ**

Мир, в котором мы сегодня живем, невозможно представить без электричества. Генерация электроэнергии одна из важнейших отраслей каждой страны, а сохранность этой энергии еще важнее.

Электроэнергия – это уникальный продукт, на транспортировку которого она сама же и тратится.

В настоящее время, еще никем не придуман способ передачи электроэнергии без потерь, так как физические процессы возникающие в проводящей части при передаче электроэнергии очень сложно обойти в техническом плане. Поэтому, в данный момент времени перед специалистами этой области не стоит первоочередная задача избежать эти потери, а цель – максимально их уменьшить, не снижая качества электроэнергии и надежности электроснабжения (рис. 1) [1].

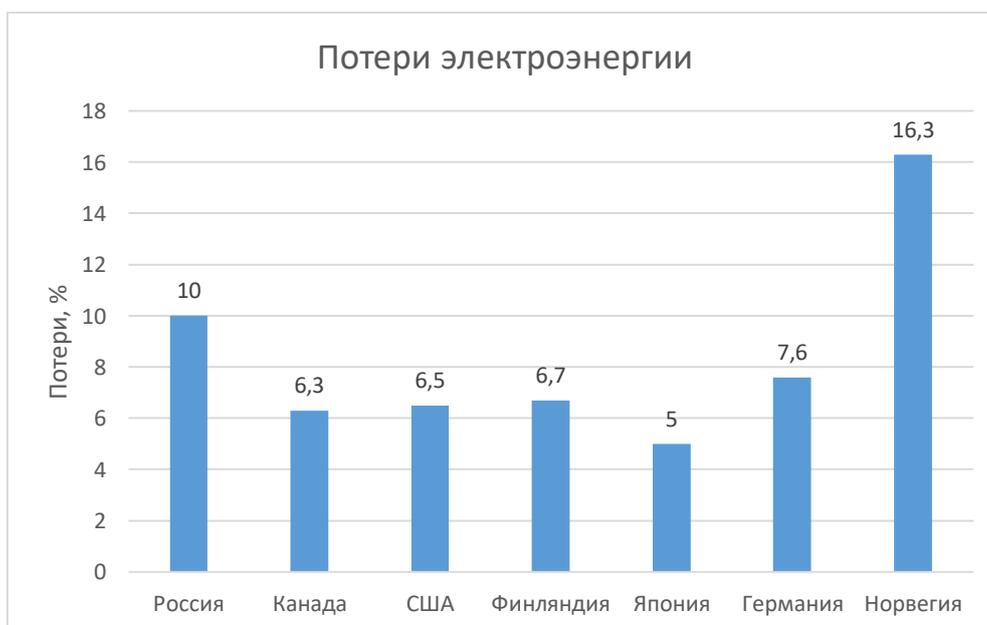


Рис. 1. Гистограмма потерь электроэнергии в мире

Цифровизация – прогрессивный способ управления электроэнергией и уменьшение их потерь, достигающийся путем строительства «умных» сетей и всей энергосистемы в целом. Это не просто модернизация старого оборудования на предприятиях и в распределительных сетях – это создание искусственного интеллекта, чьи возможности намного шире человеческих [6].

Цифровая энергосистема будет ответственна за:

- получение данных о выработке электроэнергии от ее поставщиков;
- получение информации о расходовании электроэнергии от потребителей;
- оперативная обработка полученных данных;
- возможность нахождения идеального баланса между выработкой и потреблением электроэнергии;
- равномерное распределение нагрузки по сетям;
- помощь в диспетчеризации.

Все это будет функционировать в режиме реального времени для получения максимального эффекта от управления каждого отдельно взятого элемента энергосистемы, благодаря согласованности искусственного интеллекта с диспетчером при помощи оптоволоконных или беспроводных средств связи на основе Ethernet или сотового оператора (рис. 2) [9].

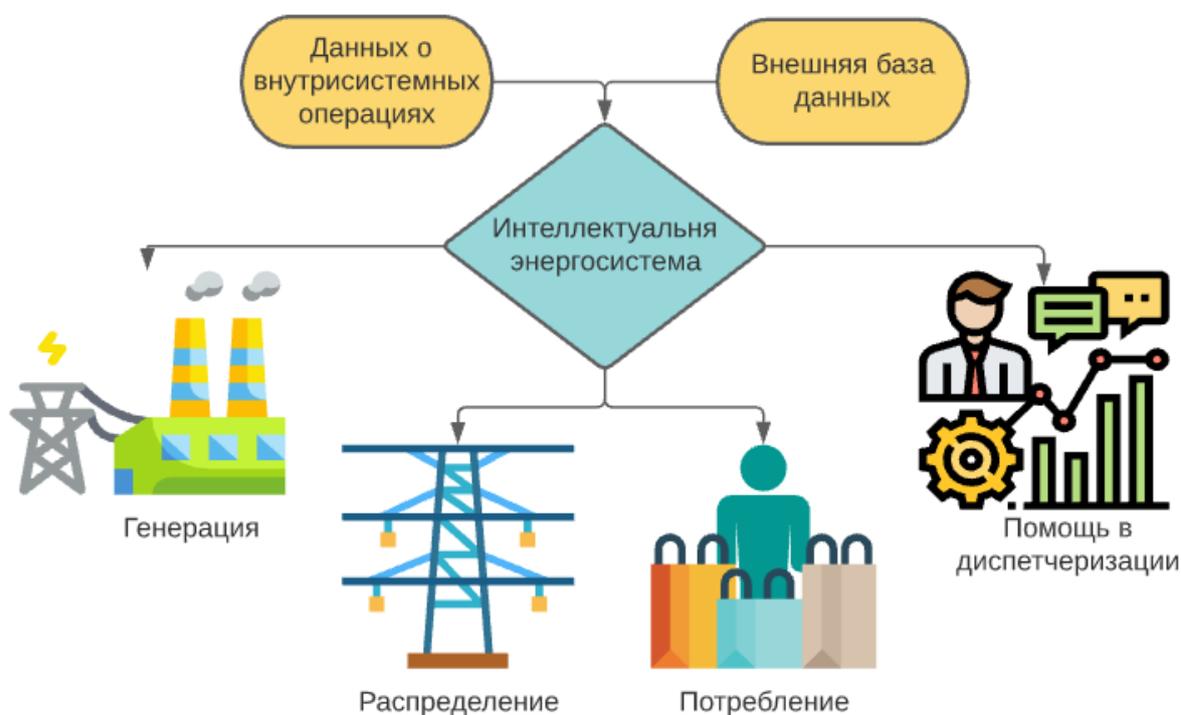


Рис. 2. Связь интеллектуальной энергосистемы с отдельно взятыми элементами

Рассмотрим более подробно как оцифровывание каждого элемента энергосистемы сможет принести положительную динамику:

Интегрирование в процесс генерации «цифры» позволит в реальном времени контролировать и прогнозировать необходимое количество выработки электроэнергии с целью автоматического регулирования загрузки любой имеющейся в обиходе станции, а, следовательно, и генерации электроэнергии [4].

Внедрение технологий «Smart grids» (умные сети) позволит перераспределить нагрузку между сетями оптимальным образом, не допуская как перегруженных частей линий электропередач, так и недогруженных [5]. Будучи организационным мероприятием, это позволит снизить потери в ЛЭП, не тратя дополнительные денежные средства [10]. Еще одним преимуществом «умных» сетей будет возможность при резком возрастании потребления электроэнергии в одном месте и при избытке в другом, за доли секунд произвести расчет и быстро перенаправить электроэнергию из одной точки в другую, дав возможность максимально корректно потратить излишки электроэнергии и получить с этого наибольшую прибыль [1].

В системах учета при использовании однофазных и многофазных счетчиков модульного типа, присоединенных к общей интеллектуальной системе, появляется возможность более точно отслеживать расходуемую электроэнергию потребителями и выставлять им счета по факту потребления [2]. Наблюдение за расходами электроэнергии по временным промежуткам и анализ этих данных, по-новому раскрывает возможность предоставления скидок на электроэнергию в те периоды, когда сеть имеет недогрузку, чтобы максимально сбалансировать энергопотребление в течение дня. А предоставление интеллектуальной энергосистеме базы данных корпоративных клиентов с внешних систем (банковские базы данных и пр.), дает возможность энергосетевой компании проверить их на кредитоспособность и рассчитать все возможные риски, что уменьшит долю потерь электроэнергии на хищение [5].

При возникновении сбоя или аварийной ситуации, программа, благодаря быстрому обмену информацией между электрооборудованием, сообщит диспетчерскому персоналу в центре управления место и причину аварии или сбоя, а также произведет расчеты и предоставит самый оптимальный метод решения проблемы, что в свою очередь повысит надежность энергоснабжения потребителей [7]. В добавок, оснатив машины выездной бригады датчиками GPS, диспетчерский персонал может в режиме реального времени наблюдать за устранением неполадки с момента выезда бригады до момента окончания всех ремонтных работ. Помимо наблюдения, такое техническое решение позволит автоматически формировать бюджет на основе прогнозирования расходов на оперативно-техническое управление [8].

В подкрепление выше сказанному, хотелось бы привести реальный пример внедрения цифровизации, достижением которого стало снижение потерь. В Екатеринбурге на «INNOPROM-2018», на стенде «МРСК Урала» компанией были представлены такие направления как: эффекты от цифровизации, окупаемость инвестиций в этой отрасли, а также пилотные проекты по внедрению цифровых технологий, а промежуточные результаты были прокомментированы в пресс-центре «РОССЕТИ» в конце 2020 года [11].

При помощи кольцевой диаграммы специалисты из «МРСК Урала» отметили эффективность цифровизации, предоставили прогноз окупаемости инвестиций (рис. 3).

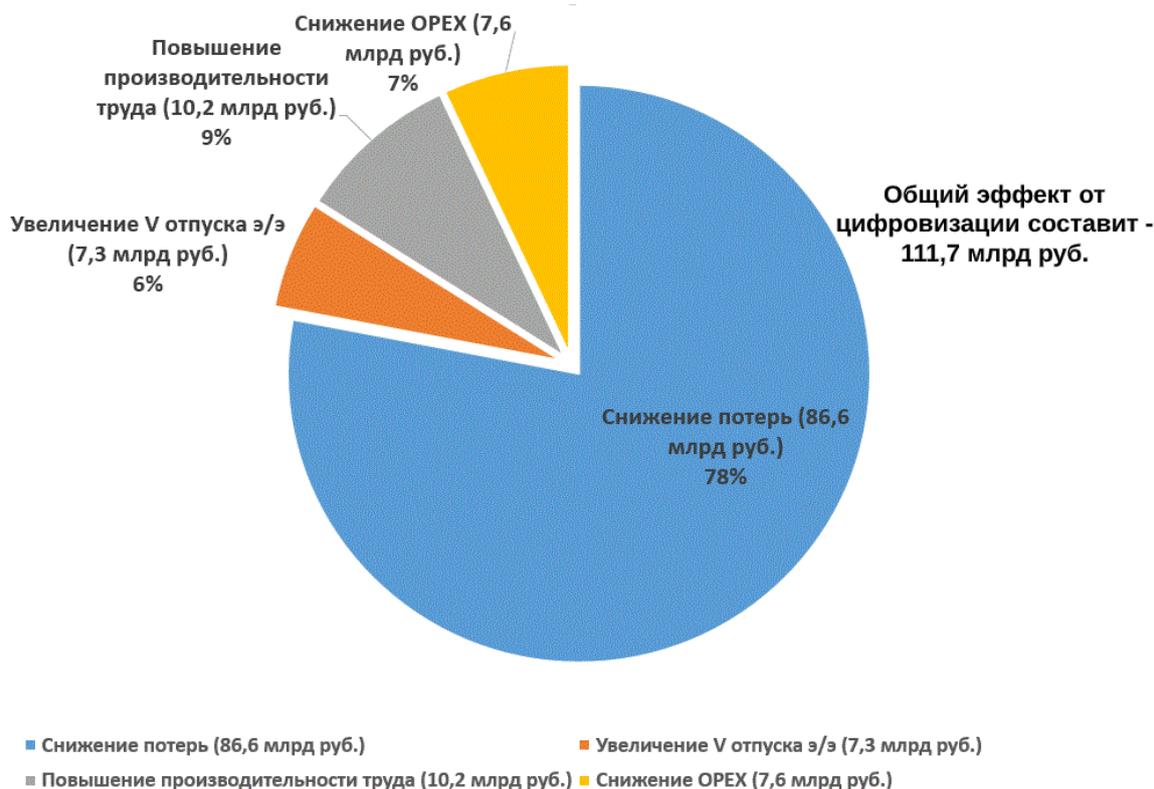


Рис. 3. Эффекты от цифровизации

Также ПАО «МРСК Урала» представили свои пилотные проекты:

- Цифровые РЭС:
 1. Сосновский РЭС («Челябэнерго»);
 2. Орджоникидзевский РЭС («Пермэнерго»);
 3. Ильинский РЭС («Пермэнерго»).
- Цифровые ПС:
 1. ПС 110 кВ «Кемпинг» («Свердловэнерго»);
 2. ПС 110 кВ «Технологическая» («Пермэнерго»);
 3. ПС 110 кВ «Есаулка» («Челябэнерго»);
 4. ПС 35 кВ «Центральная» («Челябэнерго»).

И предоставляют возможность увидеть результаты проделанной работы от реализации первого этапа проекта «Цифровой РЭС» на базе Сосновской, Орджоникидзевской РЭС и положительную динамику в будущем на других предприятиях:

Таблица 1

Пилотные РЭС

Показатели	Сосновский РЭС	Орджоникидзевский РЭС	Ильинский РЭС
Направление инвестиций	Модернизация ячеек на ПС, управляемые аппараты, учет SCADA, реконфигурация топологии сети		

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

223-6

18-20 ноября 2021 года

Эффекты	«до»	«после»	«до»	«после»	«до»	«после» (2021) *Не будет достигнуто в срок из-за COVID-19
Потери э/э,%	27,63	9,3	24,98	11,36	44,64	9,24
SAIDI, час/ед.	3,41	0,65	13,00	2,7	5,4	0,92
SAIFI, шт./ед.	1,91	0,27	6,4	1,03	3,5	0,39
Удельные затраты ТОиР, тыс.руб./у.е.	7,2	6,5	11,1	10,4	6,0	5,26

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что при внедрение цифровых технологий в энергосистему придется столкнуться с главной проблемой, а именно – это нехватка квалифицированных сотрудников. По данным опроса сетевых компаний, в настоящий момент 71% предприятий остро нуждаются в квалифицированных работниках в области цифровизации, а 18% не имеют ни одного. Компетенции персонала должны включать инновационный менеджмент и умение работать с передовыми аналитическими инструментами для обработки огромного количества данных, навыки грамотного использования виртуального мониторинга и прогнозирования технического состояния энергосистемы, тем самым повышая качество и надежность электроснабжения потребителей [4].

Список литературы:

1. Сохранение энергии // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://plus.rbc.ru/news/564d66a37a8aa96855d6606d>.
2. Цифровизация энергетики // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://energy.hse.ru/digitalization>.
3. Цифровизация и потери в сетях // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2018/09/19/tsifrovizatsiya-i-poteri-v-setyah/>.
4. Цифровизация в электроэнергетике: на пути к новой реальности // [Электронный ресурс] // Режим доступа:

<https://marketelectro.ru/content/cifrovizaciya-v-elektroenergetike-na-puti-k-novoy-realnosti>.

5. Внедрение интеллектуальных электрических сетей в России // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.m.eprussia.ru/epr/258/16549.htm>.

6. Цифровизация в электроэнергетике: тенденции и перспективы. Круглый стол // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://marketelectro.ru/content/cifrovizaciya-v-elektroenergetike-tendencii-i-perspektivy-kruglyy->.

7. Цифровизация энергетики // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://in.minenergo.gov.ru/energynet/docs/.pdf>.

8. Пять шагов к цифровизации энергетики // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6796719a7947b5b36a5972>.

9. Системный оператор переводит телефонную связь на цифровую технологию VoIP // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/news/base/2021/5301243.htm>.

10. Цифровая трансформация в энергетике. Проблемы и перспективы развития // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://smartenergysummit.ru/novosti/cifrovaya-transformacziya-v-energetike-problemyi-i-perspektivy-razvitiya>.

11. РОССЕТИ пресс-центр. // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.mrsk-1.ru/press-center/news/branches/>.

Информация об авторах:

Морозкин Андрей Олегович, студент гр. ЭРб-181, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, morozkin.andrej@mail.ru

Беляевский Роман Владимирович, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, brv.egpp@kuzstu.ru