

КОНТРОЛЛИНГ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Березанских А. В. – студент группы Э-31, Шипицына Е. В. – доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Актуальность названной темы не вызывает сомнений. Энергосбережение является одной из самых серьезных задач XXI века, решение которой должно быть первостепенным для государства. Энергосбережение – это комплексная многоцелевая и долговременная работа. Сбережение энергии является основным методом сохранения ресурсов и экосистемы, а также реальным способом экономии бюджета. Экономические показатели – главное требование, лежащие в основе решения этой проблемы. Внедрение энергосберегающих технологий в муниципальных общеобразовательных учреждениях может помочь улучшить экономическую и экологическую обстановку в стране.

Особое внимание, выделяющее образовательные организации связано с тем, что бюджетный сектор является также энергозатратным, как и производственная сфера. Ежегодно объекты государственного финансирования потребляют около 40 млн. т.у.т. или 4% от суммарного потребления энергии всех видов в России. По доле расходов на энергоресурсы и воду в себестоимости услуг, объекты бюджетной сферы превосходят даже такие отрасли, как машиностроение, строительство, сельское хозяйство и цветную металлургию [1].

В целях решения задач энергосбережения и повышения энергетической эффективности бюджетного сектора принят ряд нормативно-правовых документов, среди которых стоит отметить значение Постановления Правительства РФ от 18.11.2013 N 1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя» и Приказ от 17 марта 2014 г. N 99/пр Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ «Об утверждении методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя», регламентирующие порядок, права и обязанности бюджетных учреждений после приема-сдачи приборов на коммерческий учет ресурсоснабжающей организации, и позволяющие бюджетному учреждению перезаключить с ресурсниками договоры на энергоснабжение с учетом внедрения энергосберегающих технологий [3,5,6].

Изложенные задачи определяют потребность внедрения энергосберегающей политики в образовательных организациях. Решение данной проблемы сопряжено с неэффективным использованием энергосберегающих технологий в данных организациях. Наличие вышеизложенных проблем вызвало необходимость в поиске и разработке новых научных положений, направленных на повышение эффективности энергопотребления в образовательных учреждениях.

Основной целью работы является обеспечение эффективного использования энергетических ресурсов в образовательных организациях за счет реализации энергосберегающих мероприятий, которые помимо уменьшения использования ресурсов, также позволят минимизировать затраты бюджета на коммунальные услуги.

Дефицит энергоресурсов – реальность современной России. С каждым годом потребление электроэнергии населением возрастает. Одни месторождения на сегодняшний день уже исчерпаны, а искать и обустроить новые – долгое, недешевое и трудоемкое занятие.

Эффективно решить проблему дефицита энергоресурсов можно при помощи двух составляющих: энергосбережение и использование альтернативных источников энергии. Как известно, альтернативными источниками энергии являются: энергия ветра, солнечная энергия, геотермальные источники и др. Но в нашей стране использование данных источников не всегда может обеспечить бесперебойное питание потребителей. Поэтому рассмотрим энергосбережение, как более приемлемый способ уменьшения потребления энергоресурсов.

Каждый житель нашей страны может эффективно сберегать электроэнергию, путем установки специального оборудования в собственные дома. Также данные энергосберегающие установки используются с целью снижения оплаты за потребляемую электроэнергию.

В образовательных организациях, в частности школах, дошкольных учреждениях, больницах, университетах, учреждениях культуры и искусства, физкультурных и спортивных уч-

реждениях, учреждениях МВД и Минобороны проблема сбережения энергии стоит наиболее остро. Процесс установки аппаратуры для уменьшения потребления энергии на данных объектах сложен, так как их финансирование идет из государственного бюджета. Решить эту проблему возможно за счет внедрения концепции контроллинга энергоэффективности в муниципальных учреждениях. Контроллинг — комплексная система поддержки управления организацией, направленная на координацию взаимодействия систем менеджмента и контроля их эффективности [1].

Практика энергообследований показывает, что в среднем общеобразовательные учреждения имеют ежегодный перерасход по теплу 10-20%, по воде 5-15%, по электрической энергии 7-20%. Из общей суммы переплат за энергоресурсы наибольшая доля - до 70%, приходится на центральное отопление. В муниципальных учреждениях имеются в основном 5 групп потребителей электроэнергии: осветительные установки (50-70%), потребители с электродвигателями (10-30%), нагревательные установки (чайники, электрические плиты и т.д.) потребляющие от 10% до 20% электроэнергии, компьютерные классы до 10%, различные лаборатории. По тепловой энергии можно выделить три группы потребителей: отопление 40%-60%, горячее водоснабжение 10%-25%, вентиляция 15%-35% [4].

Недостаточно только правильно учитывать потребление энергоресурсов, от бюджетных организаций требуется их эффективно экономить при сохранении полезных санитарно-гигиенических и технических характеристик объектов эксплуатации.

Для выполнения задач государственных программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности в направлении бюджетного сектора, необходимо применение нового способа контроля, которым может стать контроллинг энергоэффективности.

Система контроллинга энергоэффективности способна не только определить наличие или отсутствие слабых мест в области энергосбережения, но и выполнять информационное обеспечение процесса осуществления решений по их устранению.

Реализация контроллинга энергоэффективности возможна, так как обладает следующими функциями:

- формирование показателей энергоэффективности, оценивающие энергетическую эффективность бюджетного учреждения;
- контрольная деятельность за экономической обстановкой в стране в условиях нестабильности экономики;
- решение вопросов в области энергосбережения на основе государственных программ по энергосбережению;
- определение допустимых границ отклонения показателей энергетической эффективности от плановых показателей;
- формирование способов устранения отклонений показателей энергоэффективности.

С помощью материала, получаемого в процессе контроллинга энергоэффективности возможно оценивать текущее состояние энергетической эффективности бюджетного учреждения, а также формировать пути увеличения эффективности использования энергоносителей.

Сбережение энергии всех видов – эта проблема все в большей мере встает перед обществом. Недостатка энергии пока на Земле нет, но гигантское ее потребление, порой совсем не обоснованное, рачительное, в скором времени приведет к ее дефициту, поэтому стоит задуматься о будущем наших потомков.

Результаты работы показывают, что реализация программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности бюджетных учреждений возможна за счет контроллинга энергетической эффективности, цель которого заключается в анализе больших потоков разнородной информации и нахождении вариантов решения хозяйственных, финансовых и коммуникационных проблем, направленных на оценку энергетической эффективности в бюджетных учреждениях.

Список использованных источников:

1. Башмаков И.А. Повышение энергоэффективности в организациях бюджетной сферы. Энергосбережение № 6/2009. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4404 (дата обращения 10.09.2014).
2. ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения. – Москва : Утв. Постановлением Госстандарта РФ от 30.11.1999 № 458-ст. – 22 с.
3. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты [Текст] / Федеральный Закон от 23 нояб. 2009 г. № 261-ФЗ.
4. ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения».
5. Постановление Правительства РФ. О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя от 18 ноября 2013г. №1034;
6. Приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Об утверждении методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя от 17 марта 2014г. №99/пр;

ОСОБЕННОСТИ МЕСЯЧНОГО И ГОДОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕМОНТОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Булгакова Т. А. – студент группы Э-31, Грибанов А. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Обеспечение бесперебойного и надежного электроснабжения потребителей является важной задачей электроэнергетических организаций, поэтому планирование проведения ремонтов играет немаловажную роль. От того, как будет организовано данное планирование, зависит качество выполнения работ, а также функционирование объектов электроэнергетики.

В настоящее время планирование ремонтов в ПАО «МРСК Сибири»-«Алтайэнерго» выполняется в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 26 июля 2007 г. №484 «О выводе объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации», а также в соответствии с Регламентом формирования в ОАО «СО ЕЭС» годовых и месячных графиков ремонтов ЛЭП, оборудования и технического обслуживания устройств РЗА и СДТУ от 14 апреля 2008 г.

В таблице 1 показано общее количество отключений (запланированных и не запланированных) в годовом графике отключений на 2016 год на территории Бийского энергоузла Алтайского края.

Таблица 1 – Общее количество выполненных отключений электрооборудования в 2016 году в Восточных и Белокурихинских сетях Бийского энергоузла

Месяц		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего
		шт.	24	45	54	97	59	82	78	102	80	74	45	21
Выполнено в годовом графике отключений	%	3,15	5,91	7,1	12,75	7,75	10,78	10,25	13,4	10,51	9,72	5,91	2,76	100

В таблице 2 приведены фактические отключения в соответствии с годовым графиком отключений на 2016 год. Под отключениями в соответствии с годовым графиком отключений подразумеваются отключения, которые полностью совпадают по срокам в соответствии с годовым графиком отключений, а под отключениями, совпадающие с годовым графиком отключений — отключения, которые частично соответствуют по срокам, заложенным в годовой график отключений, в пределах месяца, при этом возможно сокращение или изменение сроков вывода, начала окончания отключений.

Таблица 2 – Фактические отключения в соответствии с годовым графиком отключений

Месяц	Утверждено в годовом графике отключений		Запланированные отключения в соответствии с годовым графиком отключений		Незапланированные отключения, совпадающие с годовым графиком отключений		
	1	2	3	4	5	6	7
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	
Январь	24	100	1	4,17	23	95,83	
Февраль	45	100	15	33,33	30	66,67	
Март	54	100	22	40,74	32	59,26	
Апрель	97	100	63	64,95	34	35,05	
Май	59	100	29	49,15	30	50,85	
Июнь	82	100	37	45,12	45	54,88	
Июль	78	100	63	80,77	15	19,23	
Август	102	100	57	55,88	45	44,12	
Сентябрь	80	100	46	57,5	34	42,5	
Октябрь	74	100	21	28,38	53	71,62	
Ноябрь	45	100	8	17,78	37	82,22	
Декабрь	21	100	6	28,57	15	71,43	
Всего	761	100	368	48,36	393	51,64	

Из таблицы следует, что незапланированных отключений на 3,28% больше, чем запланированных. Т.е. большинство отключений происходит не запланировано. Необходимо корректировать годовое и месячное планирование вывода в ремонт или из эксплуатации.

Полностью отказываться от годового планирования не желательно. В годовом графике отключений следует планировать только длительные отключения и ремонты ЛЭП и электрооборудования (более 10 дней), а отключения с меньшим сроком по продолжительности учитывать уже в месячном планировании. Это поможет снизить затрату времени при планировании годового графика отключений.

Проблемы с планированием ремонтов есть при месячном планировании. Далее проведен анализ месячных графиков отключений оборудования. Месячные графики составляются на основе годового. При месячном планировании уточняются даты ремонтов, их продолжительность, вносятся коррективы при возникновении новых заявок на ремонт, т.е. не предусмотренные годовым графиком планово-предупредительных ремонтов. Утвержденный график является документом, который регламентирует проведение ремонтов и осмотров оборудования в текущем месяце.

В настоящее время действует месячное планирование, показанное на рисунке 1.

Основные проблемы системы месячного планирования:

- при утверждении графика 30 числа месяца предшествующего планируемому ремонтные бригады не успевают подготовиться к переключениям, разрешенных в начале месяца, к выполнению ремонтных работ (оснащение ремонтного персонала необходимой спецтехникой, оборудованием, ГСМ и т.п.). Это приводит к невыполнениям диспетчерских заявок по причине неготовности, появляется необходимость переноса ремонтов на следующий месяц;
- диспетчерские заявки, которые оформлены в месячном графике отключений, но отличающиеся по срокам в утвержденном месячном графике ремонтов ЛЭП и электрооборудования, снимаются как заявки, не согласованные с планом. Это влияет на показатель неплановых и неотложных диспетчерских заявок.

Для решения проблем действующей системы месячного планирования необходимо изменить регламент формирования и одобрения сводного месячного графика отключений ЛЭП и электрооборудования. Предлагается схема месячного планирования, представленная на рисунке 2.

Таким образом, данная схема должна избавить эксплуатирующие организации от проблем действующей системы месячного планирования, что должно обеспечить своевременность и качество выполняемых работ.

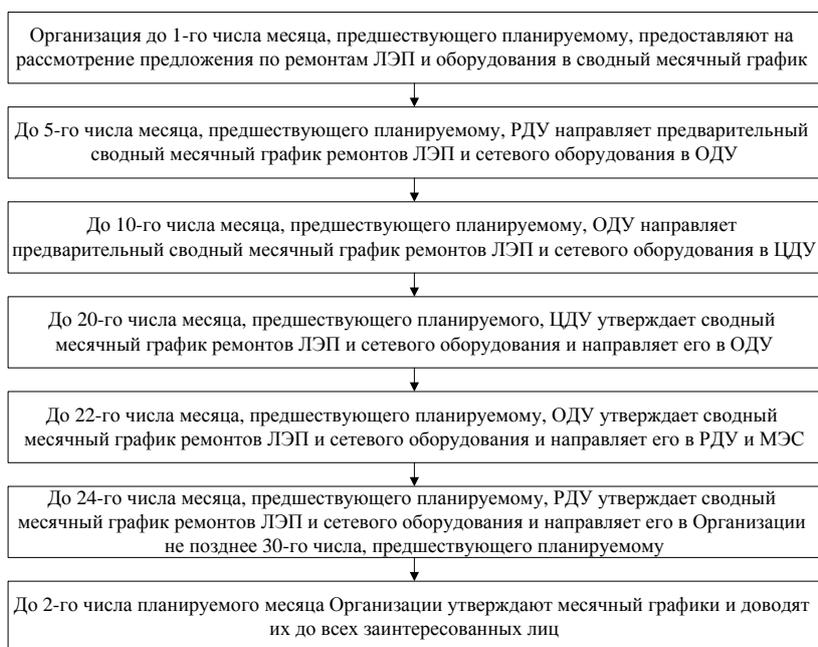


Рисунок 1 – Система месячного планирования ремонтов ЛЭП и электрооборудования

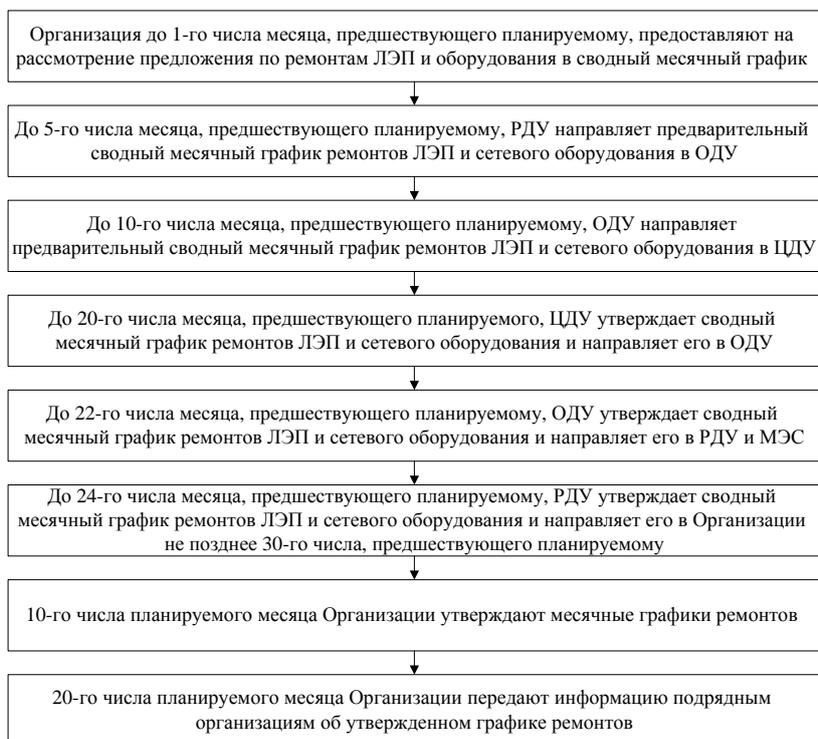


Рисунок 2 – Предлагаемая схема месячного планирования

Список использованных источников:

1. Постановление Правительства РФ от 26 июля 2007 г. N 484 «О выводе объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации» (с изменениями и дополнениями). Режим доступа: <http://base.garant.ru/191582/#ixzz4cKNhDEfB>
2. Регламент формирования в ОАО «СО ЕЭС» годовых и месячных графиков ремонтов ЛЭП, оборудования и технического обслуживания устройств РЗА и СДТУ от 14 апреля 2008 г.
3. СТО 70238424.27.140.031-2010 Гидроэлектростанции. Ремонт и техническое обслуживание оборудования, зданий и сооружений. Организация производственных процессов. Нормы и требования.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Вакуленко С. В. – студент группы Э-31, Грибанов А. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

В современном мире мы уже не мыслим понятие «энергосбережение» отдельно от понятия «электроснабжение». В последние годы всё больший и больший оборот набирает такой явление как умный дом. Умный дом – это совокупность устройств и аппаратов, предназначенных для автоматизации процессов энергоснабжения, что напрямую отражается на сбережении электрической энергии.

Если говорить об энергосбережении в целом, то энергосбережение – это комплекс мероприятий, приводящих к уменьшению потребления энергии, в частности электрической энергии из сети. Данный вопрос становится всё более важным из-за нарастающих нагрузок потребителей, что, в свою очередь, сказывается на непрерывно растущем использовании топлива. Этот процесс имеет как минимум две негативные стороны: увеличение ежегодного расхода невозобновляемых ресурсов, а также увеличение выброса в атмосферу вредных веществ, образующихся в ходе получения электрической энергии, что в свою очередь, оказывает необратимое влияние на климат и на здоровье населения.

Вернувшись к вопросу потребления электрической энергии, стоит отметить, что есть несколько способов энергосбережения:

- разумное потребление электрической энергии;
- установка оборудования с повышенной энергоэффективностью;
- автоматизация процессов энергопотребления.

Есть и другие способы энергосбережения, но особый интерес в процессе проектирования систем электроснабжения имеет автоматизация путём применения элементов системы "Умный дом". В данный момент у инженера-проектировщика есть следующие реальные возможности реализации энергосбережения для системы электроосвещения проектируемого здания:

- использование светодиодных светильников;
- установка датчиков движения;
- управление системой освещения с помощью контроллеров;
- установка астрономического таймера для уличного и фасадного освещения;
- установка датчиков освещённости и диммируемых светильников;

Очевидным и самым простым путём энергосбережения является использование светодиодных светильников. При аналогичном световом потоке по сравнению с другими видами ламп, светодиодные лампы потребляют в разы меньшее количество электрической энергии. Кроме того они имеют самый большой срок службы. Их недостатком на данный момент является только дороговизна.

Одним из самых эффективных способов по экономии электрической энергии можно по праву считать установку датчиков движения. Есть несколько видов датчиков движения:

- инфракрасные;
- ультразвуковые;
- фотоэлектрические;
- микроволновые;
- томографические;

Наибольшее распространение получили первые два вида, при этом ультразвуковые относятся к датчикам присутствия по причине их большей чувствительности. Установка инфракрасных датчиков движения в общественных зданиях рекомендуется в коридорах, на лестницах и др. При проектировании жилых зданий установка датчиков движения необходима в между лестничными пролетами и в коридорах.

В случае, если необходимы различные сценарии управления освещением или его централизованным управлением, стоит рассматривать установку контроллеров, таких как: Бастион или контроллеры на базе DALI.

Установка астрономического таймера позволяет автоматизировать включение и отключение уличного и фасадного освещения посредством уставки по времени. Это позволяет облегчить труд людей, отвечающих за управление системой освещения здания, и даёт экономию электрической энергии.

В наше время имеется технология установки диммеров и датчиков освещенности. Цель установки данных устройств заключается в поддержании необходимого уровня освещенности в помещении при минимальном использовании искусственного освещения. То есть датчики освещенности реагируют на естественную освещенность помещения и воздействуют на диммер, который регулирует световой поток светильников.

Подводя итоги, необходимо отметить, что все приведенные сценарии энергосбережения являются лишь рекомендованными способами при проектировании систем электроснабжения. На сегодняшний день есть множество устройств и систем, применение которых ограничивается только бюджетом, закладываемом в проект.

Список использованных источников:

1. Сопер М. Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома» / Сопер М. Э. - М.: НТ Пресс, 2007. - 432 с.
2. Давыдянец Д.Е., Жидков В.Е., Зубова Л.В. К определению понятий «энергосбережение» и «энергоэффективность» // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-6. – С. 1294-1296. – Режим доступа : <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35057>
3. Инфракрасные датчики движения и присутствия - реальный способ экономии электроэнергии [Электронный ресурс] : электронный журнал : "Энергосовет". – Москва, 2010. – Режим доступа : http://www.energsovet.ru/bul/6_2010.pdf

РАЗРАБОТКА НИТИНОЛОВОГО ЭЛЕКТРОКЛАПАНА ДЛЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Гизбрехт О. П. – студент группы Э-31, Белицын И. В. – к.п.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Электроклапан — это устройство, которое предназначено для регулирования потока различных типов жидкостей и газов на оборудовании. Существует огромное множество конструкций и исполнений электроклапанов. Но основным недостатком данных устройств является наличие сложного и дорогостоящего электропривода. При разработке нового типа электроклапана было решено применить современный материал – нитинол.

Нитинол - это сплав никеля и титана который обладает эффектом памяти при определённой температуре. Он обладает коррозионной и эрозионной стойкостью. Если на изделие приложить механическое усилие, в охлажденном мартенситном состоянии, то ему можно придать любую форму и даже попробовать растянуть на 7-8% его относительной длины, при этом, она будет сохраняться до тех пор, пока нитинол не нагреют до температуры аустенитного превращения. При нагрева до температуры завершения аустенитного превращения нитинол не сможет перейти в аустенитную фазу, и начнет полностью восстанавливать свою прежнюю форму и реализуя при этом свой эффект памяти.

При применении данного материала в качестве рабочего тела стоимость изготовления клапана уменьшается в несколько раз, конструкция становится более простой и надёжной, что тоже немаловажно.

Разрабатываемое устройство состоит из следующих элементов:

- корпус;
- входной и выходной фланец;
- сердечник с клапаном;
- седло клапана;

- возвратная пружина;
- нитиноловая рабочая пружина(струна);
- контакты.



Рисунок 1 – Внешний вид нитиноловых пружин

Принцип работы данного клапана очень прост. При приложенном напряжении по нитиноловой пружине начинает протекать ток, пружина(струна) нагревается и сжимается, создавая большое усилие, тянет за собой сердечник и открывает клапан. При отключенном питании нитинол начинает остывать и возвратная пружина закрывает клапан. Конструкция нитинолового клапана возможна и в других исполнениях. При применении недорогих и качественных материалов появляется возможность создать более простое по конструкции, но в то же время надёжное, превосходящее по пропускным характеристикам своих конкурентов устройство, при более низкой цене. Данный клапан найдет широкое применение в теплотехнике, гидравлике, в элементах пневматического оборудования. Подобных разработок в производстве не существует, поэтому мы решили провести исследование в этом направлении.

Список использованных источников:

1. Нитинол [Электронный ресурс] : Википедия. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нитинол> (дата обращения 20.09.16)
2. Нитинол [Электронный ресурс] : Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://nitinoil.ru/nitinol> (дата обращения 14.10.16)

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

Гизбрехт О. П. – студент группы Э-31, Белицын И. В. – к.п.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время можно заметить активный рост цен на энергоресурсы, а учитывая климат нашей страны стоит очень важный вопрос внедрении альтернативных источников энергии. В данной исследовательской работе рассматривается установка-гибрид солнечного концентратора и вакуумной трубки.

Существует два основных типа солнечных коллекторов, которые реализуются на рынке: плоский и вакуумно-трубчатый. Первый относительно недорогой, но в отличие от второго типа менее эффективный из-за конструкционной особенности. Вакуумно-трубчатый коллектор имеет хорошие технические характеристики, но является достаточно дорогим. Исходя из приведенных выводов, нами была сконструирована совершенно новая конструкция-гибрид солнечного коллектора – параболический концентратор и вакуумная трубка в качестве теплоприемника. Основным достоинством нашей конструкции в отличии от классических солнечных коллекторов является большая эффективная рабочая площадь, которая поддерживается солнечным трекером. На рисунке 1 представлена графическая модель, показывающая принцип работы коллектора.

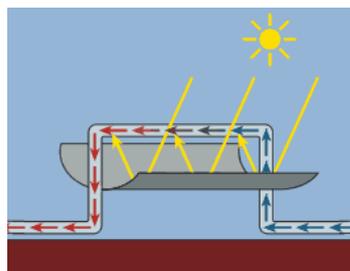


Рисунок 1 – Принцип работы коллектора-гибрида

В нашем проекте разрабатывается установка-гибрид, с целью повышения КПД системы солнечного коллектора и снижения стоимости её изготовления, посредством разработки «дешёвого» исполнения солнечного трекера и модернизации конструкции и подбора экономически-выгодных материалов.

Общее устройство модели:

- опорная конструкция;
- вакуумная трубка;
- параболический концентратор;
- система слежения за солнцем;
- редуктор солнечного трекера.

Наша установка может генерировать тепловую энергию температурой до 300 градусов, что в несколько раз выше, чем у аналогов. Благодаря легкой и прочной раме, конструкция устойчива к сильным ветрам и атмосферным осадкам. Это дает большие перспективы применения данного коллектора. Расчетная стоимость выпуска готового образца сравнимо с китайским коллектором аналогичной стоимости, но уступающим по генерации тепловой энергии в 4 раза.

Используя данную установку, можно совершенно бесплатно обеспечить горячей водой дом в течение всего года. Данным коллектором можно отапливать производственные помещения, склады и зимние теплицы. В летнее время можно подогревать бассейн и летний душ. Тепло можно направить и на охлаждение помещений имея в системе с коллектором абсорбционную холодильную машину. Благодаря возможности генерации пара, на базе коллектора можно построить экокухню или экобаню. Очень перспективным направлением применения данного коллектора является подогрев биомасс в биогазовых установках, для эффективной генерации газа. Расчетная окупаемость составляет всего 2 года, а срок службы не менее 20 лет, что на рынке вам ни кто не сможет предложить.

Список использованных источников:

1. Виды солнечных коллекторов [Электронный ресурс] : Солнечные коллекторы. – Электронные данные. – Режим доступа: http://solar-kollektor.ru/solnechnye_kollektor.htm
2. Солнечные коллекторы. Какие они бывают [Электронный ресурс] : Свободная энергия. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.solarroof.ru/theory/45/87/>
2. Солнечные коллекторы [Электронный ресурс] : Свет-ДВ-солнечная энергия. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://svetdv.ru/teplo/index.shtml>

ПРИМЕНЕНИЕ ПАССИВНЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ТИПА

Гизбрехт О. П. – студент группы Э-31, Белицын И. В. – к.п.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Пассивный кондиционер может выполнять все функции по кондиционированию и охлаждению, что и классическая сплит-система, которую не редко можно встретить в нашем Алтайском крае. В настоящее время можно заметить активный рост цен на энергоресурсы, а учитывая климат нашей страны стоит очень важный вопрос внедрении новых систем кондиционирования промышленных предприятий, административных зданий, жилых домов с бо-

лее низким энергопотреблением. В данной работе рассматривается система пассивного кондиционирования, перспективы её усовершенствования с целью снижения энергопотребления и стоимости изготовления.

Пассивный кондиционер – так называют систему охлаждения помещений, состоящую из фанкойла, геотермального контура, «холодных» полов/стен и насоса для циркуляции рабочего тела. Огромным плюсом данной климатической системы является возможность прямого использования подземного холода для кондиционирования/охлаждения дома. Пассивный кондиционер, по сравнению со сплит-системами, имеет крайне низкое энергетическое потребление, 100-150 ватт (что сравнимо с обыкновенной лампочкой), которые расходуются на работу вентиляторов и циркуляционного насоса в фанкойле. Если сделать краткий анализ, то на один 1 кВт затраченной электроэнергии можно получить до 50 кВт энергии в виде холода, а это в десять раз эффективнее современного кондиционера. При этом, срок службы пассивного кондиционера ограничен только сроком службы внешнего геотермального контура, у которого рабочий ресурс более 60 лет. К тому же, данный вид кондиционеров может работать с открытым окном, что по сравнению с обычным кондиционером делать не рекомендуется. Пассивное кондиционирование способно понижать температуру помещения на 4 – 10 °С, затрачивая при этом во много раз меньше электроэнергии по сравнению с классической сплит-системой.

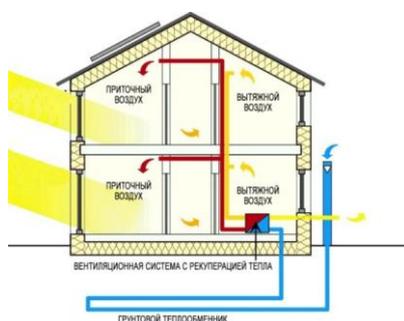


Рисунок 1 – Принцип работы пассивного кондиционера

В системах применяется вертикальный внешний коллектор (зонд), охлажденный за зиму грунт вокруг зонда имеет температуру около 5 градусов. Циркуляционный насос прокачивает теплоноситель по зонду, охлаждается и далее перекачивается в дом, распределяясь по фанкойлам или холодным полам/стенам. И в данном случае, электроэнергия расходуется только на циркуляцию теплоносителя. Геотермальный контур (вертикальный) представляет собой скважину в земле. Чем глубже эта скважина - тем она более эффективней.

Внутри сделанной скважины опускается вертикальный коллектор из U-образных параллельных относительно друг друга пластиковых труб. Выбор пластиковых труб считается самым оптимальным. Стоят они относительно недорого, а эксплуатационные качества достаточно хорошие, чтобы пассивный кондиционер прослужил более 60 лет. Пластиковая труба заполнена жидкостью, которая циркулирует насосом в системе. Эту жидкость еще называют хладагентом. В тепловых насосах часто используется специальный незамерзающий хладагент, но если речь идет про пассивный кондиционер, то можно использовать и обычную воду. В данном случае, так будет меньше затрат на эксплуатацию и восполнение случайных потерь. Главный недостаток системы – дороговизна бурильных работ, которая останавливает владельцев перед установкой пассивного кондиционера. Скважина в земле – не единственный способ осуществления пассивного кондиционирования. Один из более дешёвых способов - это размещение горизонтального геотермального контура в траншеях, но для его установки нужна большая площадь. Также, допускается размещение коллектора в воде, температура которой достаточна для того, чтобы перекачиваемый хладагент остыл на 3 – 5 °С. Примером может послужить опускание коллектора в скважину с холодной водой или в горную реку. Следующим элементом системы, обеспечивающей пассивное охлаждение, являются фанкойлы. Данные агрегаты очень часто называют «полукондиционерами». Он состоит

из теплообменника, фильтра, обдувающего вентилятора и блока управления. Внутри теплообменника циркулирует теплоноситель. Вентилятор обдувает теплообменник и тем самым выдувая холодный воздух. Фильтр очищает воздух. А блок управления нужен в этой системе для того, чтобы постоянно регулировать температуру воздуха в кондиционируемом помещении. Фанкойлы поддерживают температуру в помещении двумя способами: регулируя объем воды в теплообменнике, либо регулируя объем подаваемого воздуха. Для расхода теплоносителя применяются специальные клапаны, которые изменяют диаметр поперечного сечения трубы. В следствии чего, меняется поток теплоносителя, поступающей в теплообменник. Пассивное охлаждение не во всех случаях реализуется с применением фанкойлов. В помещениях, где нежелателен шум от вентиляторов или движение воздушных масс, можно использовать холодные стены, потолки или холодные полы.

Сплит-системы в настоящее время является более выгодным предложением для потребителей, благодаря низкой стоимости капитальных вложений. К тому же, во многих таких кондиционерах поддерживается функция обогрева в зимний период, чего нет у пассивного кондиционера, а это немаловажный фактор при выборе системы. Но с другой стороны, энергопотребление пассивного кондиционера в 10 раз меньше, что дает возможность быстро окупиться системе.

К основным способам уменьшения удельной стоимости системы пассивного кондиционера можно отнести:

- использование более дешёвых материалов;
- упрощение конструкции;
- замена на более простую и надёжную электронику собственной разработки.
- уменьшение глубины бурения с увеличением количества скважин;
- бурение скважины с промывкой;
- укладка контура в траншеи (если есть возможность);
- установка контура в скважине с водой, в водоёме/реке (если есть возможность);
- использование водяных скважин с откачкой воды (применимо для больших площадей кондиционирования).

Таким образом, при внедрении усовершенствований в систему, можно добиться более низкой рыночной стоимости оборудования конкурирующей с классическими системами. А благодаря низкому электропотреблению и снижению затрат на энергоресурсы, конечный потребитель сделает выбор в сторону систем пассивного кондиционирования.

Список использованных источников:

1. Пассивный кондиционер - один из самых дешевых способов охлаждения [Электронный ресурс] : Полезные статьи о строительстве. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://subscribe.ru/group/poleznyie-stati-o-stroitelstve/2688619/>

2. Пассивные кондиционеры, история [Электронный ресурс] : Современная школа ремонта. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://masterok-tut.ru/remont/945-passivnye-konditsionery-istoriya-okhlazhdeniya-doma.html>

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИБОРОВ УЧЕТА С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ КОЛИЧЕСТВОМ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Жиряков Д. А. – студенты группы 8Э-61, Попов А. Н. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Незаконное безучетное потребление электроэнергии - одна из самых серьезных проблем энергетиков. За первое полугодие 2016 года "Россети" выявили более 83 тыс. фактов воровства энергии в объеме, превышающем 1,4 млрд кВт·ч, и предъявили недобросовестным потребителям претензии более чем на 6,6 млрд. руб. [1]. Несмотря на ужесточающиеся штрафы за безучетное и бездоговорное потребление электроэнергии, проблема далека от решения.

Относительно недавно на отечественном рынке приборов учета количества потребляемой электрической энергии появились счетчики с пультом. Внешне они ничем не отличаются от устройств, которые выпускают российские и зарубежные производители. Они опломбированы так, как того требуют нормы, на них присутствуют все необходимые наклейки. На подобные приборы есть вся необходимая документация. Однако в отличие от обычных счетчиков они позволяют владельцам безучетно потреблять электроэнергию.

Внешний вид модифицированного счетчика с пультом приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Модифицированный счетчик с пультом для запуска или остановки учета электроэнергии

Современные электросчетчики с пультом управления проходят небольшую модернизацию, которая дает возможность владельцу контролировать работу устройства. Одно нажатие на кнопку, и электросчетчик с пультом управления начинает принимать в учет меньшее количество электроэнергии, чем расходуется на самом деле. При желании можно и вовсе остановить устройство для того, чтобы пользоваться неучтенной электроэнергией.

За изменение работы счетчика отвечает миниатюрный радиуправляемый контроллер, который устанавливается в устройство. Визуально, не разбирая прибор учета электроэнергии, обнаружить контроллер не представляется возможным. Практически во всех случаях в счетчик устанавливается только приемник сигнала, что также затрудняет его обнаружение. В случае проверки потребитель имеет возможность быстро перевести счетчик в штатный режим. По этой причине владельцы модернизированных счетчиков не сталкиваются с какими-либо проблемами при проверках.

Актуальность темы статьи заключается в наличии модифицированных приборов учета электроэнергии в свободной продаже, которые в последнее время пользуются большой популярностью среди потребителей, а энергосбытовые организации сталкиваются с большими трудностями в выявлении данных приборов [2].

Для разработки аппаратного обеспечения, которые позволили бы выявлять приборы учета со встроенными устройствами дистанционного управления количеством потребляемой электроэнергии без их вскрытия, необходимо:

- произвести анализ принципа работы устройств, устанавливаемых в приборы учета;
- произвести анализ возможности обнаружения модификации путем ее активации без оригинального пульта;
- произвести разработку прибора для выявления модификации.

При анализе устройств, устанавливаемых в приборы учета, стало известно, что в качестве беспроводного выключателя часто используются самые дешевые и распространенные механические реле. В последнее время их начали вытеснять миниатюрные беспроводные твердотельные реле, так как их легче спрятать, они меньше весят, не щелкают, получают низковольтное питание от самого счетчика.

Несколько примеров беспроводных реле приведены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Беспроводные реле

В зависимости от способа подключения и используемого реле можно полностью остановить счетчик или замедлить. При этом моргающий светодиодный индикатор также останавливается или замедляется, либо продолжает считать правильно в любом случае, что более предпочтительно, так как это затруднит обнаружение модификации.

Во всех вышеприведенных беспроводных реле передача сигнала происходит на частоте 433 МГц с одинаковым протоколом. Отличается только 12 битный код, посылаемый пультом, а это 4096 возможных комбинаций.

Одним из способов обнаружения модификаций счетчика внутри может стать его проверка при активном режиме ограничивающего механизма по следующим признакам:

- при наличии потребления электроэнергии индикаторный светодиод не моргает или моргает очень медленно. Например, слышно, что работает пылесос, а по количеству импульсов получается нагрузка намного ниже;
- светодиодный индикатор моргает и отсчитал, например, уже 100 Вт/ч, а счетный механизм заметно меньше или вовсе ноль;
- при подключении токоизмерительных клещей нагрузка есть, а у счетчика вышеперечисленные признаки неисправности.

Но не всегда есть возможность застать счетчик в таком состоянии, так как собственник счетчика может при неожиданном приходе контролера вернуть счетчик в нормальную работу при помощи пульта. В этом случае стоит по возможности внимательно слушать наличие щелчков реле внутри счетчика. В качестве вспомогательного средства обнаружения вмешательства в работу счетчика может стать наличие у контролера регистратора сигналов радиоуправления на частоте 433 МГц с известными протоколами. Данное устройство эффективно в случае неожиданного прихода контролера, так как собственник постарается вернуть счетчик в нормальную работу, а фиксация сигнала в этот момент должна насторожить проверяющего. Однако наличие множества подобных устройств в люстрах, светильниках, розетках и так далее может вызвать срабатывания регистратора, что сделает его менее информативным. Информативность можно повысить путем анализа сигналов по коду и времени.

Также в случае применения простейших устройств для модификации счетчика возможно произвести перебор всех возможных комбинаций кодов с известными протоколами обмена. При наличии механического реле будет слышно его срабатывание в момент совпадения кода и на его обнаружение будет достаточно 10-20 минут. При использовании твердотельных реле обнаружение возможно только при длительной проверке правильности работы счетчика, а также при зажигании светодиода внутри устройства в момент получения правильного сигнала, которое можно увидеть в случае прозрачного корпуса [3].

Таким образом, основной дальнейшей задачей является разработка и тестирование устройства регистрации и проверки стандартных 12 битных кодов беспроводных пультов на рабочей частоте 433 МГц для обнаружения модифицированных приборов учета, что позволит выявлять факты воровства электроэнергии и уменьшит соответствующие убытки.

Список использованных источников:

1. Воры на проводе. Коммерсант.ru [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/3111594>
2. Перечень тем для открытого конкурса научных работ МРСК Сибири 2016 [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://urla.ru/10000NBN>

3. Дубинин, В. В. Программно-аппаратный комплекс контроля параметров режима электрических сетей напряжением 6-10 кВ [Электронный ресурс] / В. В. Дубинин, А. Н. Попов // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. – Тюмень, 2014. – Режим доступа: http://elibrary.ru/download/elibrary_23356626_43613717.pdf

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА С ФУНКЦИЕЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Коломейцева А. Д. – студент группы ИБ-62, Белицын И. В. – к.п.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г.Барнаул)

Электронные терморегуляторы — это современные приборы, которые управляют температурой на различном оборудовании. К такому оборудованию можно отнести отопительную систему в целом, теплые полы, электронагреватели и т.д. Очень часто снабжаются дисплеем с цифровым обозначением и кнопочной панелью. Данные устройства имеют несложную конструкцию и просты в эксплуатации. Некоторые терморегуляторы в своем функционале имеют программируемый и адаптивный (подстраиваемый) режим.

Чаще всего, электронные комнатные терморегуляторы используются для контроля температуры в жилых помещениях, в офисах, гостиницах, государственных учреждений. Устанавливают такой прибор на стену, не ниже 1 - 1,5 метров от пола во внутренней стене помещения.

Электронные терморегуляторы позволяют не только экономить электро-теплоэнергию, но и создавать комфортные условия в помещениях.

Данные устройства обладают следующими основными характеристиками:

- мощность коммутируемой нагрузки (до 3-5 кВт);
- диапазон температур, меняется в зависимости от назначения (от -50 до 100 °С);
- возможность подключения электроклапанов (регулирование теплоносителя);
- количество управляющих каналов — данная характеристика говорит о количестве одновременно подключенных объектов (теплые полы, электроклапаны, обогреватели);
- функция точного программирования — данная характеристика позволяет настроить в электронном терморегуляторе оптимальный режим, алгоритм работы;
- возможность подключения беспроводного модуля управления устройством (gsm, Wi-fi);
- низкое потребление электроэнергии.



Рисунок 1 – Внешний вид современного комнатного терморегулятора

В настоящее время, на рынке можно найти огромное количество разнообразных моделей терморегуляторов. Но все они обладают одним большим недостатком – высокая стоимость при малой функциональности. Решение данной проблемы кроется в подборе качественных и недорогих радио-электронных компонентов, в упрощении схемы устройства и в написании адаптивного программного обеспечения. Таким образом, стоимость данного устройства снижается в 4-5 раз. Подобных разработок в производстве для домашнего использования не существует, поэтому мы решили провести исследование в этом направлении.

Список использованных источников:

1. Выбор терморегулятора для теплого пола [Электронный ресурс] :Терморегуляторы для теплого пола. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://nastilaem.com/termoregulyator-dlya-teplogo-pola.html> (дата обращения 26.09.16)
2. Электронные терморегуляторы [Электронный ресурс] :Магазин - 220 вольт. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.220-volt.ru/catalog/elektronnyue-termoregulyatory/?p=30> (дата обращения 08.10.16)

ОЦЕНКА УЩЕРБА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ ОТ ПЕРЕРЫВОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Малков И. С. – студент группы Э-31, Грибанов А. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Электроэнергетика как отрасль промышленности имеет ряд особенностей, присущих только ей. Продуктом производства является электроэнергия, которая не может быть аккумулярована в больших количествах и на длительный период времени, что приводит к значительным потерям при перерывах в электроснабжении. Поэтому снижение финансовых рисков энергопроизводителей определяется, главным образом, надёжностью работы распределительных электрических сетей. Хотя показатели количества отключений и недоотпуска электрической энергии согласно данным федеральной службы статистики по субъектам РФ постоянно снижаются, это не защищает производителей от ущербов, возникающих при перерывах электроснабжения. Поэтому проблема управления надёжностью энергоснабжения, связанная с прогнозом ущерба от возможных отключений является актуальной, особенно в условиях энергодефицита для территории Алтайского края.

При проектировании электрических сетей, схемы выбираются на основе технико-экономического сравнения вариантов по приведенным затратам, включающим народнохозяйственный ущерб от аварийных и плановых перерывов электроснабжения и затрат, связанных с аварийным ремонтом оборудования в энергосистеме. Однако, поскольку в ПУЭ нет классификации конкретных приёмников и чётких рекомендаций по построению систем электроснабжения, то определение категории надёжности представляется недостаточно обоснованным, а величина удельного ущерба от недоотпуска электроэнергии явно не отражает реальной ситуации финансовых рисков энергопроизводителей.

В современных условиях представляет интерес система энергоаудита, в рамках которой энергопроизводители смогут сами определять необходимый им уровень надёжности, взвешивая дополнительные затраты на её обеспечение и ущербы от возможных отключений. Решение может быть принято на этапе проектирования, при рассмотрении вариантов электроснабжения с использованием статистических данных о повреждаемости элементов, количественной оценки надёжности и вероятного ущерба от ожидаемого среднегодового времени плановых и аварийных отключений. В рамках приемлемого риска приоритетный вариант должен обеспечивать надёжность системы с минимальными приведёнными затратами.

Существующая методология Российского научного общества анализа риска позволяет оценить ущерб от перерывов электроснабжения с учётом плановых и случайных отключений [1]. Однако аналогичные расчёты для стадии проектирования электроснабжения требуют обобщения и анализа статистически достоверных данных, которые не представлены в фонде федеральной службы статистики. Мы приводим авторский проект оценки ущерба и анализа приемлемости риска по приведенным затратам при проектировании электрических сетей.

Ущерб от перерывов электроснабжения имеет две составляющие – недоотпуск продукции (электроэнергии) и внезапность перерыва электроснабжения. Ущерб от недоотпуска можно посчитать, зная мощность предприятия и годовую продолжительность отключений. Ущерб от внезапности можно оценить, зная количество аварийных отключений в год и энергию производственного цикла (время цикла и мощность предприятия) приближенно – если считать что он охватывает весь производственный цикл.

Объём недоотпущенной электроэнергии:

$$W_{\text{нед}} = P_{\text{потр}} t_{\text{откл}},$$

где $P_{\text{потр}}$ – потребляемая предприятием мощность;

$t_{\text{откл}}$ – годовая продолжительность аварийных отключений.

Удельная составляющая ущерба от недоотпуска:

$$y_0 = \frac{C_{\text{прод}}}{\mathcal{E}_{\text{потр}}},$$

где $C_{\text{прод}}$ – прибыль с единицы продукции;

$\mathcal{E}_{\text{потр}}$ – потребление энергии на единицу продукции.

Ущерб от недоотпуска:

$$Y_{\text{нед}} = y_0 W_{\text{нед}} = y_0 P_{\text{потр}} t_{\text{откл}}$$

Ущерб от недоотпуска прямо зависит от потребляемой мощности и годовой продолжительности аварийных отключений.

Ущерб от внезапности:

$$Y_{\text{внез}} = y_0 P_{\text{потр}} t_{\text{цикл}} \lambda,$$

где $t_{\text{цикл}}$ – время производственного цикла;

λ – интенсивность отказов объекта, питающего предприятие.

Ущерб от внезапности прямо зависит от интенсивности отказов питающего объекта, потребляемой предприятием мощности и времени производственного цикла.

Так как интенсивность отказов питающего объекта фигурирует в формулах для расчёта ущерба, её целесообразно использовать как меру надёжности электроснабжения предприятия. Интенсивность отказов питающего объекта можно считать постоянной в пределах срока эксплуатации оборудования. Зная интенсивности отказов объектов схемы (трансформаторы, разъединители и т. д.), можно рассчитать интенсивность отказов всей схемы (λ).

Чтобы учесть надёжность при проектировании вводится коэффициент:

$$Y_{\%} = \frac{Y_{\text{нед}} + Y_{\text{внез}}}{K_{\text{н/ст}}},$$

где $K_{\text{н/ст}}$ – капиталовложения в питающий объект (можно посчитать даже по укрупненным показателям).

Строятся графические обобщенные типовые зависимости $Y_{\%} = f(\lambda)$. При проектировании новых объектов ущерб от возможных перерывов электроснабжения можно учитывать, рассчитав интенсивность отказов схемы проектируемого объекта. По графику находится $Y_{\%}$, умножается на капитальные затраты и суммируется с приведенными затратами по варианту.

При условии, что капитальные вложения в питающий объект линейно зависят от его мощности:

$$Y_{\%} = \frac{y_0 P_{\text{потр}} t_{\text{откл}} + y_0 P_{\text{потр}} t_{\text{цикл}} \lambda}{k_{\text{уд.л/ст}} P_{\text{потр}}} = \frac{y_0 (t_{\text{откл}} + t_{\text{цикл}} \lambda)}{k_{\text{уд.л/ст}}},$$

где $k_{\text{уд.л/ст}}$ – удельные капиталовложения на 1 кВт мощности питающего объекта.

То есть $Y_{\%}$ не зависит от мощности предприятия (в пределах одного класса напряжения питающего объекта) – только от его вида (химическая промышленность, металлургия и т. д.) и от интенсивности отказов питающего объекта.

При разработке различных вариантов проектов систем электроснабжения проводится оценка приведённых затрат с учётом возможного ущерба и анализ приемлемости риска, согласно предложенной нами схеме, приведённой на рисунке 1. Варианты проектов могут быть равноэкономичны, равнонадёжны или различаться по надёжности и экономичности. Предпочтителен наиболее надёжный вариант, а в случае равнонадёжных – наиболее экономичный. Критерий оптимального решения – минимум приведённых затрат.

В процессе эксплуатации электрических сетей реальный ущерб от перерывов электроснабжения может отличаться от проектного значения. Это будет зависеть от различных факторов: технического состояния сетей, условий и сроков их эксплуатации и др. Например, в

условиях Алтайского края, согласно общим данным по показателям аварийности в сетях до и выше 1 кВ, для «Алтайэнерго» количество технологических нарушений (перерывов электроснабжения): 2559; недоотпуск электроэнергии: 643,25 тыс. кВт·час; продолжительность перерыва электроснабжения потребителей 3462,92 часа [2]. Значение абсолютного риска от перерывов электроснабжения составило $2,559 \cdot 10^3$ неблагоприятных случаев в год. Кроме того, энергетика является наиболее динамично развивающейся отраслью промышленности в современном обществе, совершенствуется оборудование и технологии, возрастают требования потребителей к качеству оказываемых услуг. Поэтому в условиях постоянного роста уровня технической достижимости необходимым условием реализации проектных вариантов является послепроектный анализ приемлемости фактического ущерба. Это позволит выработать комплекс мероприятий по снижению экономических рисков отрасли в целом.

Величина приемлемого экономического риска в энергетике может быть обоснована с учётом соотношения с реально достижимой рентабельностью производства, или исходя из размера компенсации ущерба потребителям. В настоящее время в России отсутствуют нормативы удельной стоимости компенсации ущерба от ограничений потребителей электроэнергии. В зарубежной литературе удельные ущербы принимаются в диапазоне 2-4,5 долл./кВт·ч, в зависимости от групп потребителей: промышленных, коммерческих или бытовых (например, для сетей общего пользования с разным составом потребителей 1,5-4 долл./кВт·ч) [3].

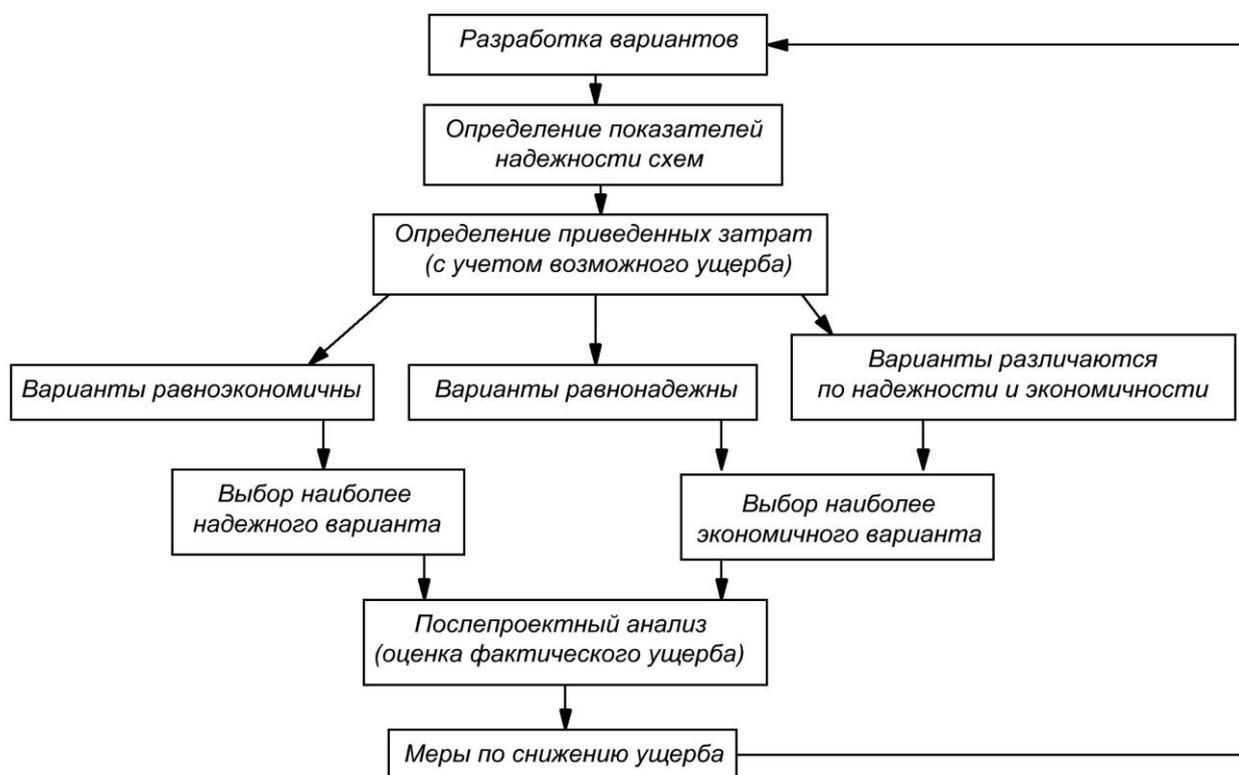


Рисунок 1 – Схема оценки ущерба и анализа приемлемости риска

Таким образом, ущерб от перерывов электроснабжения имеет смысл учитывать на стадии проектирования электрических сетей. Это позволит обеспечить надёжность электроснабжения при минимальных затратах и снизить экономические риски отрасли в целом.

Список использованных источников

1. Лесных, А.В. Лесных Оценка ущерба и регулирование ответственности за перерывы в электроснабжении: зарубежный опыт: отчет по гранту №04-06-80056.- Москва – Иркутск, 2005.- 17 с. – Режим доступа: http://www.dex.ru/riskjournal/2005/2005_2_1/33-49.pdf.

2. Сведения о техническом состоянии сетей ПАО «МРСК Сибири» за 2016 год. - Режим доступа: www.mrsk-sib.ru/index.php?option=com_content&view...id...
3. Надежность технических систем и техногенный риск: электронное учебное пособие МЧС России - EMERCOM / автор - составитель. Ветошкин А.Г. - Пенза, 2013.- 155 с. - Режим доступа: <http://www.obzh.ru/nad/2-3.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ МИРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА

Мартыненко В. А. – студент гр. Э-31, Шипицына Е. Л. – доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Неоспорим тот факт, что энергетика на сегодняшний день является одной из крупнейших отраслей мирового хозяйства. Годовой оборот в мировой энергетике, по мнению экспертов, составляет от 4,7 до 6,0 трлн. долл. США. Наряду с этим, энергетика является одной из базовых и основополагающих отраслей народного хозяйства, чей уровень развития в большей степени определяет развитие экономики страны и ее геополитическую роль в мире.

Обоснованное и полностью осмысленное использование энергетических ресурсов, обладающая часть которых относится к не возобновляемым, является одним из средств, приводящих к повышению эффективности экономики и качества жизни населения, а также к снижению пагубного воздействия на окружающую среду постоянно увеличивающейся в объемах хозяйственной деятельности человека [1].

Динамика изменения энергетических рынков в мире за последние пятнадцать лет привела к возможности развития экономических теорий до экспериментального уровня. В процессе решения актуальных проблем, как практического, так и теоретического характера, были определены наиболее подходящие модели и формы организации рынка, а также надзора за ним. Благодаря воздействию кризисных ситуаций доля определенных моделей уже прошла стадию модификации.

Процесс либерализации энергетического рынка должен осуществляться максимально безболезненно, не ущемляя при этом интересы собственников. Кроме того, могут быть созданы отдельные генерирующие компании, наряду с которыми могут сохраняться и вертикально-интегрированные. Однако доля продаж вертикально-интегрированных компаний на рынке должна ограничиваться. Мероприятия, осуществляющие надзор и ревизию рынка, имеют огромное значение для энергетического рынка в целом и его отдельных частей в частности.

Структурная организация рынка подразумевает под собой взаимодействие сразу нескольких операторов:

- технологического (в его качестве выступает системный оператор);
- коммерческого (в этой роли выступает, как правило, биржа или администратор);
- сетевых операторов, воздействующих на процессы переключения в электроэнергетических сетях.

Выделение на энергетическом рынке коммерческого оператора приводит одновременно и к позитивным, и к негативным последствиям. В случае, когда технологический оператор не является владельцем системообразующей сети, разделение функций коммерческого и технологического операторов необязательно. Если же они формируются в качестве двух независимых организаций, то необходимое условие деятельности их на рынке – это тесное взаимодействие при формировании графика нагрузки и использовании разного рода данных, способствующих осуществлению совместной деятельности [2].

В свою очередь, формы надзора за процессами, протекающими на рынке, должны обеспечить свободный доступ на рынок новых участников, ограничение власти отдельных участников рынка, полноту и достоверность предоставляемой участникам и внешним пользователям информации. Организации или предприятия, использующие рыночную силу через установление дискриминационных правил, могут подлежать регулированию и юридическим санкциям. Поспособствовать соблюдению правил по ведению честной и чистой конкуренции

могут антимонопольные и другие уполномоченные организации. Обычно они накладывают ограничения на объемы рынка, контролируемые отдельными компаниями.

В качестве примера организаций подобного рода можно привести организацию стран-экспортеров нефти (ОПЕК), которая, являясь международной и межправительственной, была создана странами, добывающими и экспортирующими нефть, для контроля цен на нефть. Другим ярким примером является Международное энергетическое агентство – это международный автономный орган в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Так же такими организациями являются Международное Агентство по Атомной Энергетике, организация стран-экспортеров газа и многие другие.

Основываясь на представленном выше списке организаций, сделаем вывод о том, что регулирование мирового энергетического рынка - это одна из самых приоритетных задач в мировой экономике. В настоящее время в качестве основных потребителей нефти выступают страны с высокоразвитой экономикой, в то время как большая доля мировых запасов углеводородов сконцентрирована в сравнительно небольшой группе развивающихся стран и стран с переходной экономикой [3].

Ситуация в мировой энергетике в настоящее время меняется очень динамично. На первое место в мире по количеству потребляемой энергии выходит Китай. Стремительный рост потребления электроэнергии в быстроразвивающихся странах является гарантом продолжения роста мирового энергетического рынка. Огромный спрос на электроэнергию в ближайшее время будет наблюдаться в Индии и странах Африки.

Исходя из вышесказанного, международная торговля электроэнергией должна стать следующим шагом на пути к созданию межконтинентальной электрической сети, которая позволит осуществлять передачу энергии из одной страны в другую, с одного континента на другой.

Для обеспечения эффективности реструктуризации мирового рынка требуются разумные преобразования организационного характера и правильные формы образования цен и тарифов в энергетике. Наиболее эффективными в данном вопросе являются рыночные инструменты, целью которых является развитие системы в целом и отдельных ее элементов. В то же время нельзя исключать возможность введения ограничений по стоимости услуг, обеспечивающих надежность работы системы [4].

Таким образом, приходим к выводу о том, что мировой энергетический рынок нуждается в проведении эффективной инвестиционной политики, в которой государство и привлеченные финансовые ресурсы должны сыграть важную роль не только в наращивании потенциала всего энергетического комплекса, но и в восстановлении контроля над крупнейшими энергетическими компаниями страны.

Список использованных источников:

1. Логинова, К. В. Современные тенденции развития мировых энергетических рынков / К. В. Логинова // Труд и социальные отношения. – 2008. – № 2. – С. 96–106.
2. Лунина, Е. В. Организация мировых энергетических рынков : проблемы и пути развития / Е. В. Лунина // РАО "ЕЭС России" – 2009. – № 4. – С. 10–17.
3. Дьяконов Е.И., Каневская Е.В., Огарь В.П. и др. Реформы в мировой электроэнергетике. //Вестник ФЭК России, №№1-2, 1999.
4. Правительство Российской Федерации. Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации. / Москва. 2013 г. № 511-р – 43 с.

КОМПЛЕКСНАЯ ЦИФРОВАЯ ОХРАННАЯ GSM-СИГНАЛИЗАЦИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИИ SMART GRID В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ENERGYNET

Самсонова Н. Ю. – студент группы Э-31, Попов А. Н. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Умной сетью (Smart Grid) называют концепцию по созданию современной сети электро-снабжения, которая опираясь на современные технологии контроля и мониторинга, сможет

обеспечить высокую эффективность, надежность и значительно снизить потери на передачу и производство энергии. Данный термин появился в энергетике относительно недавно, но уже успел получить масштабное направление в этой области развития.

Gsm-сигнализация позволяет производить непрерывный мониторинг работы оборудования, на котором она установлена. Именно поэтому цифровая охранная gsm-сигнализация является неотъемлемой частью технологии Smart Grid.

Сегодня в мире повсеместно увеличивается потребление электроэнергии, в связи, с чем воздвигаются и вводятся в эксплуатацию новые электрические станции и подстанции, так же линии электропередачи: воздушные и кабельные. В результате, энергетическая система становятся все более и более сложной, возрастает трудность управления, а, следовательно, растут и требования к управлению и автоматике.

В таком случае, невозможно переоценить роли человека в электроэнергетике и роль электроэнергии в жизни человека, нужно понимать, что надёжность в системе электрообеспечения должна быть очень и очень высока. От надёжности оборудования и его охраняемости, а так же охраняемости любого имущества объектов электроэнергетики зависит качество и надежность услуг, предоставляемых электроэнергетиками. Автономные подстанции городов (в том числе КТП) на данный момент не оборудованы сигнализацией или средствами оповещения и представляют собой легкодоступную цель для воровства и вандализма. Разработка и создание устройства оповещения сигнализации о фактах технологических нарушений позволит избежать порчи и потери электрооборудования подстанций при проникновениях сторонних лиц, а также увеличит надежность электрической системы городов и самой энергосистемы страны.

Статистика говорит о том, что около 50% случаев краж и воровства случается на ВЛЭП. Что не является удивительным, так как ВЛЭП расположены вдали от городов населённых пунктов, проводниковый материал здесь является легкодоступной добычей.

Так же, около 35% краж происходит в отношении оборудования в таких местах, как комплектные трансформаторные подстанции (КТП) и распределительные пункты (РП). Данный вид электроустановок является легкой добычей для правонарушителей, вследствие своей независимой работы.

Возьмем во внимание что, именно оборудование КТП, наиболее часто страдает от воровства, вандализма, а так же любопытства. От проникновения на территорию КТП и РП защищает лишь «амбарный замок» и стальная дверь, которые не на долго задержат целенаправленного вора.

Обеспечение сохранности оборудования, а так же оперативное и надёжное оповещение о несанкционированном проникновении, позволят большое количество технических средств и методов. Наиболее эффективным методом на сегодняшний день является комплексная охранная сигнализация, основным элементом которой служит приёмно-контрольный прибор(ППК) [1].

В большинстве своем, приёмно-контрольные приборы (ППК) рассчитаны на общепромышленные объекты. Как правило, разработчики охранной системы представляют готовые решения для частных домов, торговых залов, складов и т.д.

Узкая спецификация электроэнергетики, требует комплексной доработки существующих систем сигнализации и оповещения. Реализация прибора приема и контроля было возможна на основе микроконтроллера, что позволит запрограммировать его в зависимости от условий и назначения прибора.

Самым рациональным способом с экономической точки зрения и с точки зрения удобства использования решена реализация передачи данных по средствам GSM модуля (SIM800).

Данный способ передачи информации по средствам GSM связи удобен из-за двухсторонней передачи сигнала. Следствием является дистанционная постановка и снятие с охраны, что требует только человеческих ресурсов либо устройств автоматики. Таким образом здесь нет необходимости в транспортировке персонала до места, где расположено оборудование, что позволит убрать часть статьи расходов предприятия[2].

2. Синилов В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации [Текст] / В. Г. Синилов. – Москва: ПрофОбрИздат, 2001. – 267 с
3. Ащеулов, И. А. Создание устройства проверки параметров низковольтных защитно-коммутиционных аппаратов [Электронный ресурс] / Ащеулов, И. А., А. Н. Попов // Современные тенденции развития науки и производства. – Кемерово, 2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25532523>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Серебряков Н. А. – студент группы 8Э-51, Грибанов А. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Созданием математической модели, адекватно прогнозирующей электропотребление, занималось множество отечественных и зарубежных ученых с 1950-х годов. Проблема планирования потребления электроэнергии стала в разы актуальнее с реформированием электроэнергетики в нашей стране. В соответствии с постановлением правительства РФ от 27 декабря 2010 г. N 1172 «Об утверждении правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты правительства российской федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности» в России начал функционировать оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Правила оптового рынка регламентируют механизм покупки электроэнергии на «рынке на сутки вперед» (РСВ). По этому механизму гарантирующий поставщик планирует свое потребление на сутки X в сутки X-1 и подает ценовую заявку. Указанные в данной ценовой заявке объемы электроэнергии покупаются по равновесной цене, сложившейся для каждого часа суток X. Торговля отклонениями фактического потребления от планового происходит на балансирующем рынке (БР), по невыгодной цене. Правилами оптового рынка определено пятипроцентное отклонение фактического потребления от прогнозного, которое гарантирующий поставщик транслирует на своих потребителей. Если средний за месяц процент отклонения будет выше 5%, то энергосбытовое предприятие будет нести убытки в чистом виде. Поэтому качество оперативного планирования напрямую влияет на доходы гарантирующего поставщика.

Метод экспертных оценок хорошо зарекомендовал себя при прогнозировании во многих областях науки и техники. Данный метод широко используется для прогнозирования электрических нагрузок. Метод экспертных оценок предъявляет жесткие требования к квалификации эксперта-прогнозиста. Для получения точного прогноза эксперт должен:

- обладать достаточным опытом работы с объектом прогнозирования;
- понимать какие факторы влияют на прогноз, а также степень их влияния;
- знать о характерных особенностях поведения объекта прогнозирования при изменении влияющих факторов.

Результаты прогнозирования потребления электроэнергии АО «Алтайкрайэнерго» на РСВ методом экспертных оценок за февраль 2017 года представлены на рисунке 1.

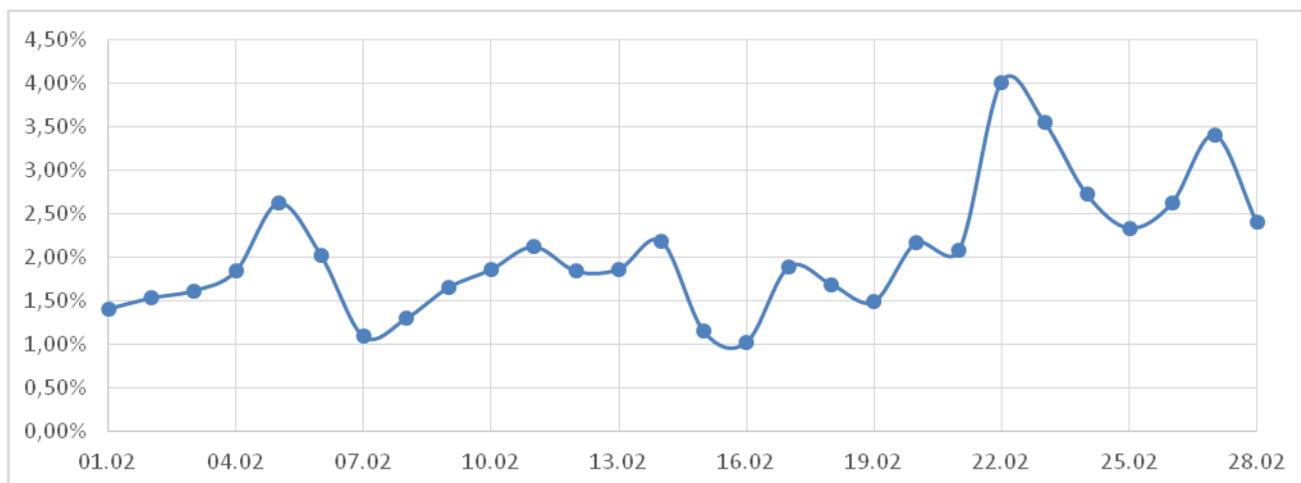


Рисунок 1 – Результаты прогнозирования потребления электроэнергии на РСВ

При прогнозировании учитывались тип дня, температура наружного воздуха, освещенность, скорость ветра, ремонты на сетевом оборудовании. Как мы видим, метод экспертных оценок дает достаточно точные прогнозы. Ни в один день процент отклонения не превысил 5%, регламентированных правилами ОРЭМ. К недостаткам метода можно отнести низкую скорость прогноза. Прогнозирование потребления в среднем занимает 4-5 часов в день, что составляет 70% рабочего времени инженера.

Для автоматизации процесса прогнозирования была применена искусственная нейронная сеть, реализованная в среде программирования matlab. Обучение нейронной сети происходит по алгоритму обратного распространения ошибки (back propagation error).

Данная нейронная сеть состоит из трех слоев: входного, скрытого и выходного. Данная архитектура наиболее распространена среди моделей прогнозирования электрической нагрузки. На вход сети подается 48 часовых значений потребления электроэнергии за предыдущие двое характерных суток. Выход нейронной сети содержит 24 нейрона, которые прогнозируют часовые значения на следующие сутки. Нейронная сеть оперирует значениями от нуля до единицы, поэтому перед началом обучения данные необходимо масштабировать. Также производится кластеризация исходных данных. В данном случае данные разделяются на 3 кластера: будние дни, суббота, воскресенье. Праздничные дни были удалены из выборки для уменьшения ошибки прогноза. Алгоритмом нейронной сети производится разделение выборки на обучающую и тестовую.

Процесс обучения состоит из последовательных циклов (эпох обучения). Первый цикл обучения оперирует с весами взаимодействия нейронов входного и скрытого слоев, заданными по умолчанию. Далее каждый цикл происходит обучение на обучающей выборке, внутренняя корректировка весов взаимодействия и оценка средней абсолютной ошибки прогноза в процентах. Если процентное изменение ошибки за цикл составит менее 0,005%, то процесс обучения остановится. Максимальное количество циклов составляет 150.

Нейронная сеть производит классификацию данных по признаку принадлежности к определенному часу суток от 0 до 23. На основе данной классификации и входных данных нейронная сеть производит тестовое прогнозирование и сравнивает прогноз с тестовой выборкой. Результат тестового прогнозирования потребления электроэнергии нейронной сети представлен на рисунке 2.

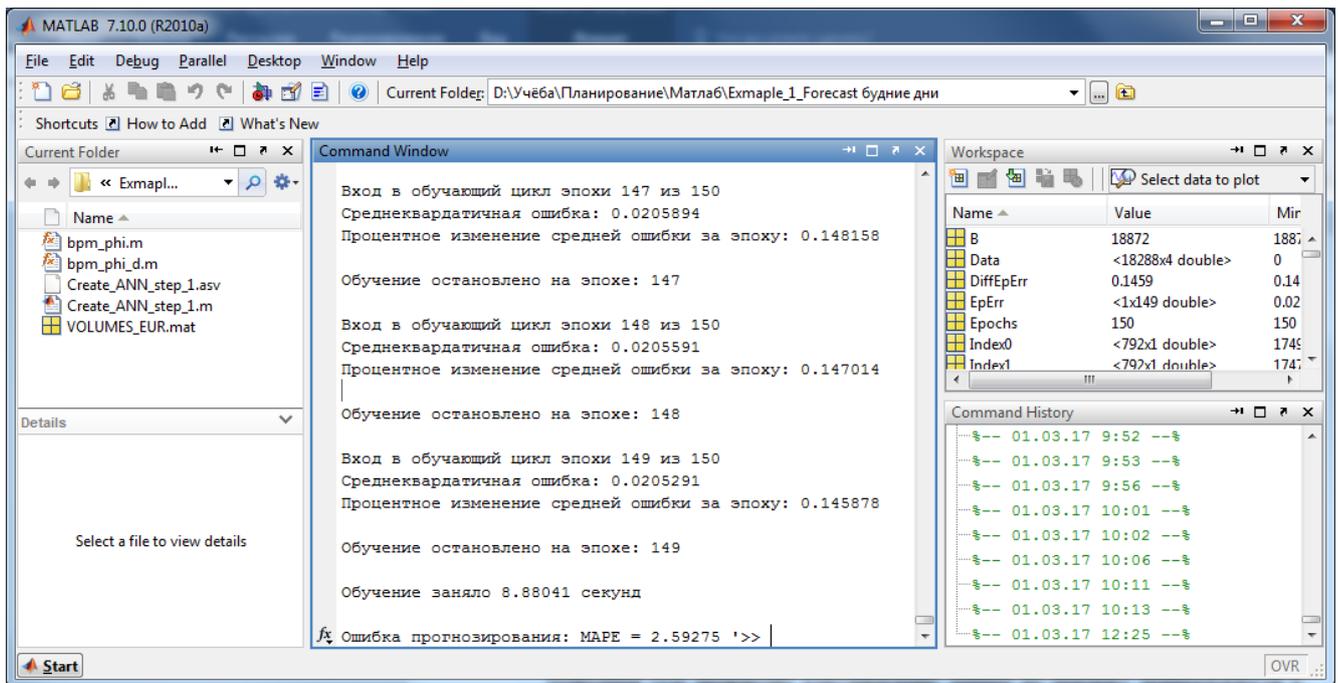


Рисунок 2 – Результат тестового прогнозирования потребления электроэнергии

Как мы видим скорость обучения данной нейронной сети составляет около 9 секунд. Высокая скорость прогноза одно из главных преимуществ нейронной сети. Данная скорость недостижима при прогнозировании методом экспертных оценок. Средняя ошибка тестового прогнозирования составляет 2,6%, что на 2,4% меньше предельной ошибки прогноза, определенной правилами оптового рынка. На основе тестового прогнозирования можно сделать вывод что модель адекватно описывает временной ряд электропотребления.

После тестового прогнозирования можно переходить непосредственно к прогнозированию на сутки вперед. На рисунке 3 представлены фактический и прогнозные суточные графики потребления электроэнергии ГТП «Южная» за 01.03.2017.



Рисунок 3 - Фактический и прогнозные суточные графики потребления электроэнергии ГТП «Южная»

Как мы видим из данного графика, при первом запуске нейронной сети происходят выбросы (17-ый час суток). Процент отклонения первого прогноза составляет 4,02%. После второго запуска происходит сглаживание графика, удаляются выбросы, а также процент отклонения прогноза от факта уменьшается до 2,9%. В целом отмечается завышение прогнозных значений над фактическими. Это объясняется тем, что в предшествующий период был сильный мороз до -35°C и высокая облачность. 01.03.2017г. среднесуточная температура составляла -7°C и было ясное небо. Нейронная сеть не успела приспособиться к новым условиям из-за чего завышала прогнозные значения.

Можно сделать вывод, что нейросетевая модель пригодна для оперативного прогнозирования электрических нагрузок. Для повышения точности прогноза необходимо учесть дополнительные факторы, такие как среднесуточная температура и освещенность.

Список использованных источников

1. Аль Зихери Баласим, М. Повышение точности краткосрочного прогнозирования электрической нагрузки потребителей региона с учетом метеофакторов на основе метода опорных векторов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : Мохаммед Аль Зехери Баласим. – Новочеркасск, 2015. – 181 с.

2. Соломахо, К. Л. Применение метода главных компонент для прогнозирования объемов электропотребления энергосбытового предприятия [Текст] : дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: Ксения Львовна Соломахо. – Челябинск, 2015. – 141 с.

ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Шахворостова Д. Н. – студент группы 8Э-61,

Хомутов С. О. – д.т.н., профессор, Капустин С. Д. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Вопросам качества электрической энергии (КЭ) в нашей стране с каждым годом уделяется все больше внимания. Как известно, электроэнергия, являющаяся товаром, имеет свои показатели качества (ПКЭ), величина которых напрямую влияет на работу электрооборудования. Все электроприемники и аппараты, присоединенные к электрическим сетям, предназначены для работы при определенных параметрах сети, поэтому для их нормального функционирования должно быть обеспечено требуемое КЭ.

В настоящее время в связи с появлением современного высокотехнологичного, в том числе электронного оборудования, проблема контроля, поддержания и регулирования качества электрической энергии является весьма актуальной. На рисунке 1 показана статистика нарушений ПКЭ при периодическом контроле по данным филиала ПАО «МРСК Сибири»-«Алтайэнерго» за 2016 г.

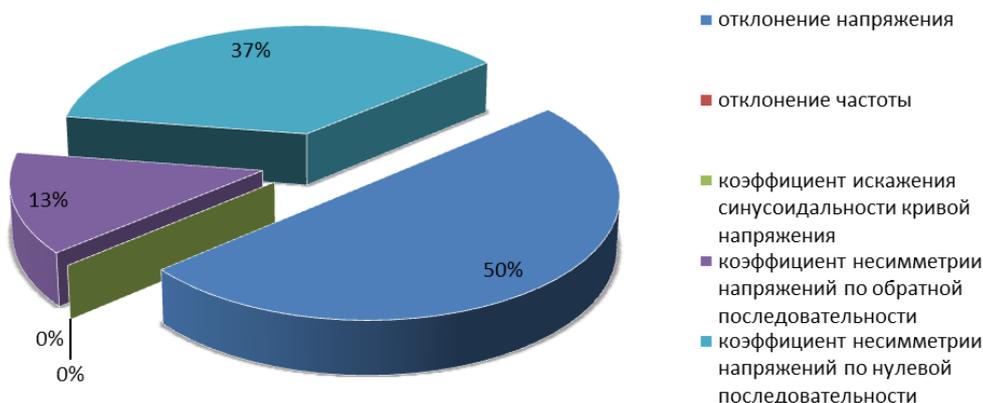


Рисунок 1 – Статистика нарушений ПКЭ при периодическом контроле филиала ПАО «МРСК Сибири»-«Алтайэнерго» за 2016 г.

Исходя из вышеприведенной статистики, можно сделать вывод, что наиболее часто происходят нарушения таких показателей качества, как отклонение напряжения, а также коэффициентов несимметрии напряжения по нулевой и обратной последовательности.

Требования к показателям качества электроэнергии определяются нормативными документами. Постоянно вводятся новые, актуализируются действующие стандарты, разрабатываются технические условия, методические указания.

В зависимости от длительности наблюдений выделяют два вида организации контроля КЭ: периодический и постоянный. Постоянный контроль (мониторинг) отличается от периодического непрерывностью измерений во времени. В настоящее время на предприятиях преобладает периодический контроль КЭ, который, в свою очередь, обладает определенными недостатками. В связи с этим возникает необходимость проведения исследований существующих методов контроля.

Контроль КЭ проводится по планам сетевых организаций и потребителей электрической энергии. Согласно [1], осуществляются следующие виды контроля качества энергии:

- периодический контроль КЭ;
- контроль КЭ при рассмотрении претензий к качеству электрической энергии;
- контроль КЭ при определении технических условий, разрешений или иных документов на присоединение;
- контроль КЭ при определении условий договора между энергоснабжающей организацией и потребителем;
- контроль качества электрической энергии при допуске к эксплуатации электроустановок потребителей, ухудшающих КЭ.

Рассмотрим более подробно периодический и претензионный виды контроля.

Периодический контроль осуществляется с целью управления КЭ. В данном случае получение информации о контролируемых показателях и их оценка происходят с интервалами, определенными контролирующей организацией, но не реже сроков, установленных ГОСТ [2]. Однако длительные проверочные интервалы не позволяют достоверно судить о качестве электроэнергии, так как параметры электроэнергетической системы непрерывно изменяются во времени. Потери, пиковые нагрузки, реактивные составляющие, различные гармоники и другие параметры сети, влияющие на ПКЭ, требуют более частых замеров этих параметров.

Таким образом, данный вид контроля не дает гарантии постоянного и повсеместного обеспечения требуемого КЭ, не позволяет своевременно устранять нарушения, разрабатывать технические и организационные мероприятия по обеспечению качества электроэнергии, как у поставщика, так и непосредственно у потребителя электрической энергии.

В свою очередь, претензионный контроль осуществляется при рассмотрении претензий к качеству электроэнергии. Такой вид контроля осуществляется непосредственно после подачи жалобы в энергоснабжающую организацию.

В отличие от периодического, контроль качества электроэнергии по претензиям потребителей осуществляется, как правило, после фактического отклонения параметров от нормируемых значений. Зачастую, по итогам проверки, параметры качества оказываются лежащими в нормируемом диапазоне. Исходя из этого, контроль ПКЭ после фактического отклонения параметров, в большинстве случаев, является неэффективным, так как система имеет способность восстанавливать параметры после различного рода возмущений.

Таким образом, на первый план выходит недостаток претензионного контроля. Полученная по итогам данного вида контроля информация свидетельствует о давно законченном процессе, поэтому сложно определить само изменение ПКЭ, и источник воздействия. Тем самым, при возникновении несоответствий ПКЭ нормам, повлекших за собой порчу электроприборов потребителя, несвоевременный контроль качества осложняет поиск доказательств вины одной из сторон и предъявление соответствующих претензий.

По данным за 2016 год по периодическому контролю были произведены измерения показателей качества электроэнергии в 230 центрах питания и в 690 пунктах контроля. По жалобам потребителей проведены измерения в 79 пунктах контроля.

Таким образом, можно отметить, что существующие способы периодического контроля качества электрической энергии, к сожалению, имеют определенные недостатки. Результаты краткосрочных испытаний недостаточно полно и достоверно отражают реальное положение в области качества электроэнергии.

Для повышения достоверности и полноты результатов контроля качества электрической энергии, а также для повышения оперативности управления качеством электроэнергии, необходимо либо сокращать период между двумя проверками одного центра питания и пункта контроля, либо должен осуществляться непрерывный контроль КЭ. В этой связи, становится актуальным развитие новых методов контроля ПКЭ, с последующим поиском решения по улучшению данных показателей.

Список использованных источников:

1. РД 153-34.0-15.501-00. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии. – М. : Энергосервис, 2004. – 34 с.
2. ГОСТ 33073-2014. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М. : Стандартинформ, 2015. – 40 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПО ПАРАМЕТРАМ АВАРИЙНОГО РЕЖИМА

Шевелев И. В. - студент группы Э-31, Компанеев Б. С. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Главной особенностью российской энергосистемы является – передача электроэнергии посредством линий электропередач. Несмотря на технический прогресс и постоянное совершенствование конструкции линий электропередач, электрических аппаратов, и средств защиты от ненормальных режимов работы сети, аварии в системах электроснабжений неизбежны.

В современных условиях российской рыночной экономики, одним из последствий для поставщиков недоотпуска электрической энергии, является возмещение ущерба потребителям в следствии возникших аварийный режимов электрической сети. Законодательство, Гражданский кодекс Российской Федерации и Закон о защите прав потребителей предусматривают материальную ответственность поставщика электрической энергии перед потребителем за ущерб, нанесенный в следствии недоотпуска энергии потребителю. Таким образом, поставщик электрической энергии, несет ответственность, предусмотренную гражданским кодексом и основным положением функционирования розничных рынков электрической энергии от 04.05.2012 № 442 за:

- надежность снабжения потребителя электрической энергией;
- за необоснованное введение режима ограничения потребления электрической энергии[1].

Один из таких примеров наступления ответственности поставщика и компенсация ущерба потребителю– дело № А31-8643/2014, в котором Публичное акционерное общество «Костромская сбытовая компания» (далее — сбытовая компания, Истец) обратилось в Арбитражный суд Костромской области с иском к публичному акционерному обществу «Межрегиональная распределительная сетевая компания Центра» в лице филиала «Костромаэнерго» (далее — сетевая компания, Ответчик) о взыскании 2 142 654 руб. 43 коп. убытков.

В результате отключения электроэнергии на ПС «Кострома-2» произошла остановка системы вентиляции цехов птицефабрики, последующая подача неполнофазного питания привела к выходу из строя части электродвигателей вентиляционного и иного оборудования; работа системы вентиляции цехов была невозможна в течение всего периода поставки некачественной электроэнергии, что привело к массовому падежу птицы. Истцом были понесены убытки:

- падеж птицепоголовья с учетом планового отхода кур-несушек составил 7400 голов на сумму 1 406 000 рублей;
- потеря яйца за 05.07.2013г. по птицефабрике в связи с падением продуктивности на 39,8% от общего поголовья составила 197 041 шт. на сумму 552 108,88 рублей;
- было приобретено и отремонтировано электрооборудования взамен вышедшего на сумму 151 000 рублей.

Соответственно главной целью поставщика электрической энергии является как можно скорейшее устранение аварийного режима электрической сети. Самым часто повреждаемым элементом сети являются линии электропередач. Одним из путей снижения ущерба является сокращение времени отыскания повреждений и устранения их за определенный эксплуатационный период.

Устранением возникших повреждений в электроэнергетических системах занимаются специально сформированные подразделения в сетевых компаниях называемые оперативно-выездными бригадами(ОВБ). Их главной задачей является оперативное обслуживание распределительных пунктов, трансформаторных подстанций и линий электропередачи распределительных электросетей с обеспечением установленного режима работы по напряжению и нагрузке. При коротком замыкании на воздушных линиях электропередач, уменьшая погрешность ОМП, оперативно-выездная бригада может оптимизировать свой маршрут с целью сократить затраты времени на поиск места повреждения, снизить расход горючих и смазочных материалов для автомобиля. В случае с труднодоступной местностью – лесной, болотистой, горной, а также зимнего периода ОВБ сможет существенно уменьшить время устранения повреждения.

Сложность обнаружения места повреждения воздушной линии электропередачи вызвана непредсказуемостью характера повреждения ЛЭП. Определить расстояния до места повреждения можно по величине сопротивления в момент возникновения повреждения.

Короткое замыкание в сетях может быть как металлическим, так и дуговым. В случае возникновения металлического короткого замыкания, сопротивление в месте замыкания сети принимается нулю. При дуговом коротком замыкании возникает электрический разряд, проходящий через диэлектрик. Для расчета сопротивления в месте короткого замыкания используется формула 1, или графики.

$$R_{\text{дуги}} = 1050 \cdot \frac{L_{\text{д}}}{I_{\text{кз}}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{д}}$ - длина дугового замыкания,

$I_{\text{кз}}$ - ток короткого замыкания.

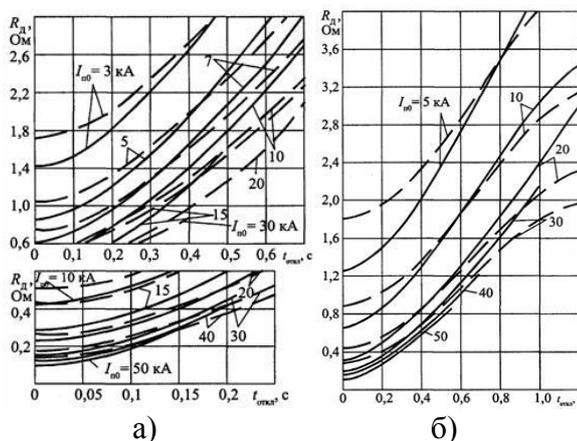


Рисунок 1 – Графики зависимостей $R_{\text{д}}(t_{\text{откл}})$:

- а) зависимость $R_{\text{д}}(t_{\text{откл}})$ при КЗ на воздушных линиях 110 кВ (сплошные кривые) и 220 кВ (пунктирные кривые);
- б) зависимость $R_{\text{д}}(t_{\text{откл}})$ при КЗ на воздушных линиях 330 кВ (сплошные кривые) и 500 кВ (пунктирные кривые).

Сопротивление короткого замыкания состоит из сопротивления провода от начала линии до места короткого замыкания, переходного сопротивления контактных соединений электрооборудования и линий электропередачи и -переходного сопротивления в месте короткого замыкания, формула 2.

$$Z_{кз} = Z_{провода} + Z_{кс} + R_{дуги}, \quad (2)$$

где $Z_{провода}$ - сопротивление провода от начала линии до места короткого замыкания.,
 $Z_{кс}$ - переходного сопротивления контактных соединений линий электропередачи и электрооборудования,
 $R_{дуги}$ - переходного сопротивления в месте короткого замыкания.

При односторонней фиксации параметров аварийного режима прибор установлен со стороны системы, питающей линию. Замер параметров аварийного режима производится в момент короткого замыкания. На рисунке 2 изображена линия с односторонней фиксацией.

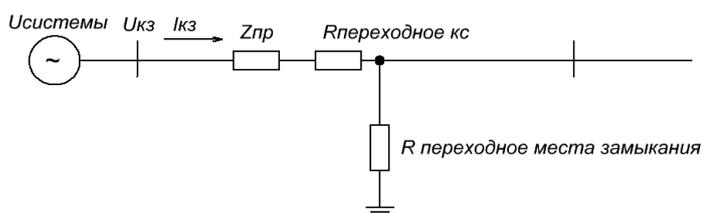


Рисунок 2 – Линия с односторонней фиксацией
 Расчет сопротивления короткого замыкания ведется по формуле 3

$$Z_{кз} = \frac{U_{кз}}{I_{кз}}, \quad (3)$$

где $U_{кз}$ - напряжение короткого замыкания, зарегистрированное приборами,

$I_{кз}$ - ток короткого замыкания, зарегистрированный приборами.

Сопротивление короткого замыкания состоит из трех слагаемых:

- сопротивление провода от начала линии до места короткого замыкания;
- переходного сопротивления контактных соединений электрооборудования и линий электропередачи;
- переходного сопротивления в месте короткого замыкания.

Сопротивление провода от начала линии до места короткого замыкания находится по формуле 4:

$$Z_{пр} = L \cdot Z_{погонное}, \quad (4)$$

где L - расстояние от начала линии до точки короткого замыкания,

$Z_{погонное}$ – погонное сопротивление проводника.

Тогда выражая расстояние от начала линии до точки короткого замыкания получим следующую формулу 5.

$$L = \frac{\frac{U_{кз}}{I_{кз}} - Z_{кс} - R_{дуги}}{Z_{погонное}}, \quad (5)$$

При двухсторонней фиксации параметров аварийного режима приборы установлен с обеих сторон контролируемой линии электропередач. Замер параметров аварийного режима производится в момент короткого замыкания. На рисунке 3 изображена линия с двухсторонней фиксацией.

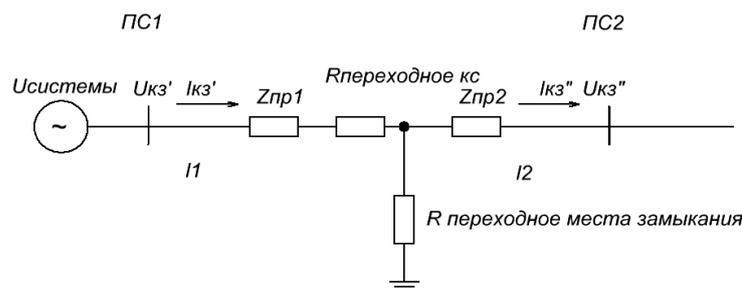


Рисунок 3 – Линия с двухсторонней фиксацией

Сопротивление $Z_{пр1}$ находится по формуле 6

$$Z_{пр1} = \frac{U_{кз'} - U_{кз''}}{I_{кз'}} \quad (6)$$

где $U_{кз'}$, $U_{кз''}$ - напряжения замеренные регистрирующими приборами,

$I_{кз'}$ - ток до точки короткого замыкания.

Тогда расстояние до места повреждения линии электропередач равно, формула 7:

$$l_1 = \frac{Z_{пр1}}{Z_l} \cdot L, \quad (7)$$

Список использованных источников:

1. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 04.02.2017) "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии"

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ОБЪЕКТАХ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Шишкин П. В. – студент группы П-Э(с)-31, Гутов И. А. – к. т. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Если говорить об энергосбережении, то наши предки, не зная самого этого термина, понимали его суть. Когда сам себе добываешь энергоресурс, поневоле будешь задумываться о его экономии. И это отлично можно увидеть по тем жилищам, которые они строили для себя. Низкий дом, с маленькими дверьми, с высоким порогом и маленькими окнами, расположенными повыше. Дом отапливался русской печью – массивной конструкцией, которая при регулярной топке поддерживала высокую температуру в помещении. Подобные печи были в Германии и в скандинавских странах.

В двадцатом веке начала бурно развиваться промышленность, и в связи с этим резко увеличилась добыча энергоресурсов. Параллельно с этим началось строительство благоустроенного жилья с центральным отоплением, водо- и электроснабжением. Стремление получить такое жилье пришло в сельскую местность. Из-за желания скорее построить и благоустроить село, строительство самого жилья, а также всех коммуникаций проводилось без каких-либо энергосберегающих технологий. Этому способствовали низкая стоимость энергоресурсов, а также то, что на фоне сильно развитой и также неэффективно использовавшей энергоресурсы промышленности, потребление ресурсов сельскими территориями было относительно мало.

Если реконструкция жилья лежит на плечах владельцев и зависит от их желания, то ситуация с ресурсоснабжающими организациями закреплена законодательно.

Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», который был принят 23.11.2009 г., четко определил первоочередные меро-

приятия, которые направлены на повышение энергоэффективности, а также указал сроки их внедрения. В данном законе затронуты все сферы энергосбережения [1].

Энергосбережение необходимо налаживать, и применять нужно комплексный подход, включая в сам процесс все ответственные организации, контролирующие органы и власти [5].

В настоящее время ситуация сложилась так, что все теплоснабжение переходит к частным предприятиям. И если муниципальные унитарные предприятия (МУП) в теплоснабжении не задумывались об энергосбережении, так как убытки предприятия покрывались из бюджета, то частный предприниматель заинтересован в получении прибыли, при этом с минимальной помощью со стороны.

Возьмем к примеру Новичихинский район. В 2010 году ООО «Теплострой» были взяты в аренду пять котельных Новичихинского района с их тепловыми сетями. И почти сразу встал вопрос о необходимости реконструкции существующей системы теплоснабжения. С этой целью, а также на основании федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», был заключен договор на энергетическое обследование объектов ООО «Теплострой».

Целью обследования было:

- получение объективных данных об объеме использованных энергоресурсов;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности предприятия в целом;
- определение показателей энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведения их стоимостной оценки.

В течение отопительного сезона 2011 - 2012 гг. работа была выполнена.

Для обеспечения своей деятельности ООО «Теплострой» использует следующие энергетические ресурсы:

- каменный уголь;
- электроэнергию;
- моторное топливо: бензин, дизельное топливо.

Структура потребления электроэнергии за исследованный период отражена на рисунке 1.

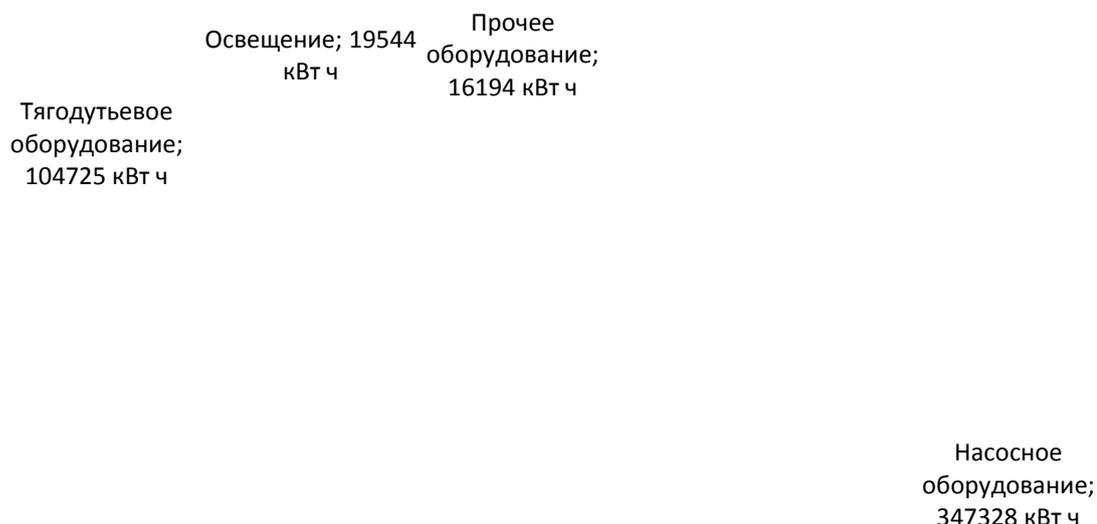


Рисунок 1 - Структура потребления электроэнергии

Структура распределения тепловой энергии от котельных представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура распределения тепловой энергии от котельных в целом по предприятию

Наименование статьи	Значение
Производство тепловой энергии, Гкал	13840,8
Расход тепловой энергии на собственные нужды котельной, Гкал	453,9
Потери в тепловых сетях, Гкал	2389,6
Расход тепловой энергии на отопление зданий ООО «Теплострой», Гкал	316,7
Реализация тепловой энергии абонентам, Гкал	10680,6

Проведены испытания котлов, в результате которых выявлены следующие недостатки:

- высокие потери с уходящими газами;
- высокие потери от химического недожога;
- высокие потери от механического недожога.

Это обусловлено следующими причинами:

- недостаточная площадь поверхности нагрева;
- работа котлов при внутренних загрязнениях поверхностей нагрева;
- эксплуатация котлов без химводоочистки;
- низкая температура воздуха и топлива, подаваемого в топку;
- не обеспечен фракционный состав топлива;
- большой избыток воздуха, подаваемого в топку.

По результатам энергообследования были рекомендованы следующие мероприятия.

Организационные мероприятия:

- назначить приказом по учреждению ответственных за контролем расхода энергоносителей и выполнением мероприятий по энергосбережению;
- периодически осуществлять контроль качества закупаемого угля.

Малозатратные мероприятия (срок окупаемости до 2 лет):

- замена ламп накаливания на энергосберегающие типа КЛ. Срок окупаемости замены – 0,7 лет.

- изоляция трубопровода тепловых сетей котельной №4. Срок окупаемости – 1,3 года.

Здесь нужно сказать, что тепловая сеть была проложена надземным способом, в деревянном коробе, без утепления, в результате тепловые потери были в 4 раза выше нормативных.

Среднезатратные мероприятия (срок окупаемости от 2 до 5 лет):

- замена нескольких котлов, подошедших к концу срока эксплуатации, а также не соответствующих подключенной нагрузке;
- установка оборудования химводоочистки на всех котельных;
- установка частотных преобразователей на электродвигателях тягодутьевого оборудования.

После установки частотных преобразователей на электродвигатели получены следующие преимущества:

- экономия электроэнергии;
- экономия угля;
- автоматическое поддержание режима горения;
- увеличение срока службы двигателей и движущихся частей;
- повышение степени защищенности двигателей;
- снижение пусковых токов;
- заблаговременное получение информации об износе элементов привода;
- увеличение межремонтного периода;
- возможность повышения степени автоматизации в дальнейшем.

Срок окупаемости выше перечисленных мероприятий по предприятию составляет 3,6 лет.

Крупнозатратные мероприятия (срок окупаемости свыше 5 лет):

- перекладка тепловых сетей. Срок окупаемости 14,9 лет. В первую очередь рекомендовалось заменить тепловые сети, отслужившие более 15 лет. Фактические тепловые потери на данных участках превышали нормативные на 40 – 50 %. Были рекомендованы трубы в полиэтиленовой оболочке с пенополиуретановой изоляцией для подземной прокладки и трубы в оболочке из спиралевидной оцинкованной стали с пенополиуретановой изоляцией для надземной прокладки. Преимущества труб в пенополиуретановой изоляции заключается в следующем: снижение начальной стоимости прокладки по сравнению с традиционными методами на 25-30%; экономия средств на текущий ремонт; снижение объема работ по перекладке сетей; повышенный срок службы трубопроводов и изоляции (30 лет); низкие потери на протяжении всего срока службы трубы;

- замена деревянных окон на пластиковые в административном здании ООО «Теплострой». Срок окупаемости – 17 лет.

К 2016 году большинство рекомендованных мероприятий ООО «Теплострой» были выполнены. Кроме вышеперечисленных мероприятий было заменено насосное оборудование на насосы Wilo. Насосы Wilo с теми же гидравлическими характеристиками имеют менее мощные электродвигатели. Кроме того, при выборе насосов были учтены существующие тепловые нагрузки котельных.

По расходу электроэнергии были получены следующие результаты.

Как видно из таблицы 2, экономия электроэнергии составляет около 10%, причем надо учитывать, что осенью 2015 г. в аренду была взята шестая котельная, и расход электроэнергии этого объекта также отражен в таблице 2.

Экономия по расходу угля, за этот же период составляет около 20%.

На сегодняшний день большинство тепловых сетей все еще не заменены. Они продолжают приносить большие потери, кроме того число аварий на этих сетях растет из года в год.

Таблица 2 – Расход электроэнергии

Год	Годовой расход электроэнергии, кВт ч
2011	466100
2012	458213
2013	457457
2014	429658
2015	429769
2016	427394

По выполнению всех рекомендованных мероприятий можно будет говорить о еще большем экономическом эффекте. Руководство ООО «Теплострой», видя эти результаты, старается вкладывать сэкономленные средства в реализацию энергоэффективных мероприятий.

Список использованных источников:

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/12171109/paragraph/33264:0>

2. Портал по энергосбережению Энергосовет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energosovet.ru>

3. Вагин Г.Я. Учет энергоресурсов [Электронный ресурс] : комплекс учебно-методических материалов. – НГТУ, 2014. – 107 с. - Режим доступа: http://www.nntu.ru/sites/default/files/file/svedeniya-ob-ngtu/inel/obrazovanie/och/mag/13.04.02/ees/ychet/Metod_ychet_e_i_e_ees_kompleks_ym.pdf

4. Колесников А.И. Учебное пособие по энергоаудиту коммунального хозяйства и промышленных предприятий [Электронный ресурс]. – Москва, 1998 - 44 с. - Режим доступа: http://www.studmed.ru/varnavskiy-bp-kolesnikov-ai-fedorov-mn-uchebnoe-posobie-po-energoauditu-kommunalnogo-hozyaystva-i-promyshlennyh-predpriyatiy_a7bf9815424.html#

5. Департамент энергетики, жилищного и коммунального хозяйства города Новосибирска [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.degkh.ru>