

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт  
Кафедра электромеханики и транспортных систем

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ  
по дисциплине  
«Энергосбережение и энергоаудит»  
для студентов направления подготовки  
Профессиональное обучение (по отраслям),  
профиль «Электроснабжение»

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ»  
(протокол № от 2023 г.)*

Конспект лекций по дисциплине «**Энергосбережение и энергоаудит**» для студентов направления подготовки **Профессиональное обучение (по отраслям)**, профиль «Электроснабжение»/ Сост.: А.Г. Петров, А.А. Авершин. – Стаханов: ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля», 2023. – 72с.

Цель пособия - сформировать необходимые теоретические знания по дисциплине, формирование правильного подхода к постановке и решению проблем эффективного использования тепловых энергоресурсов.

В конспекте лекций по дисциплине «Энергосбережение и энергоаудит» изложены: традиционные источники, способы производства, преобразования и потребления энергии; важнейшие энергосберегающие технологии, основные принципы оценки энергетической эффективности технологий.

Составитель:

доц. Петров А.Г.  
доц Авершин А.А.

Ответственный за выпуск:

доц. Петров А.Г.

Рецензент:

доц. Черникова С.А.

© Петров А.Г., Авершин А.А.  
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	7
1.1 Основы энергоэффективности и энергосбережения.....	7
1.2 Актуальность энергосбережения.....	8
1.3 Повышение эффективности использования энергии.....	9
2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	11
3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	16
3.1 Проведение энергетического обследования.....	16
3.2 Организация энергетических обследований (энергоаудита).....	16
3.3 Виды энергетических обследований (энергоаудита).....	17
3.4 Методическое обеспечение и оформление результатов проведения энергетических обследований (энергоаудита).....	18
3.5 Требования к обследуемым потребителям топливноэнергетических ресурсов.....	19
4. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	20
4.1 Взаимоотношения между энергоснабжающей организацией и потребителями электрической энергии.....	20
4.2 Оформление, содержание и реализация договора технологического присоединения.....	21
5. ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	24
5.1 Понятие энергоэффективность.....	24
5.2 Показатель использования установленной мощности электростанции..	25
5.3 Область применения и основные положения.....	26
5.4 Выбор номенклатуры и значений показателей экономичности энергопотребления, эффективности передачи энергии и энергоемкости.....	29
5.5 Классификация показателей энергетической эффективности.....	33
6. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	33
6.1 Структура технических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям.....	33
6.2 Общие принципы прогнозирования технических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям.....	34
6.3 Методика расчета технических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям.....	36
6.4 Расчет активных сопротивлений линий, шинопроводов, обмоток трансформаторов.....	39
6.5 Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в отдельных элементах электрических сетей.....	40
6.6 Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в электрической сети в целом.....	42
7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ ТЭР.....	50
7.1 Энергетический баланс и его виды.....	50

7.2	Баланс электрической энергии.....	51
7.3	Методы составления расходной части электрического баланса.....	52
7.4	Баланс тепловой энергии.....	53
8.	<b>УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ.....</b>	<b>53</b>
8.1	Нормы расхода электрической энергии.....	53
8.2	Способы разработки норм электроэнергии.....	58
8.3	Удельные расходы электроэнергии.....	59
9.	<b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ПРЕДПРИЯТИЯ.....</b>	<b>62</b>
9.1	Определение энергетического паспорта.....	62
9.2	Классификация энергетического паспорта.....	62
9.3	Процесс оформления энергетического паспорта.....	63
9.4	Содержание энергопаспорта.....	64
	<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>69</b>

## Введение

Энергетическая эффективность становится все более важным приоритетом в политике многих стран мира. Широко признается, что она является наиболее экономичным и доступным средством решения многих проблем энергообеспечения, включая энергетическую безопасность, социально-экономические последствия высоких цен на энергию и озабоченность изменением климата. В то же время, энергоэффективность повышает конкурентоспособность и содействует росту благосостояния потребителей.

В качестве энергоресурса энергоэффективность обладает уникальным потенциалом одновременного содействия долгосрочной энергетической безопасности, экономическому росту и даже улучшению здоровья и благосостояния людей; в частности, она является основным инструментом сокращения выбросов парниковых газов. Мероприятия по энергоэффективности, посредством сокращения или ограничения потребления энергии, могут повысить устойчивость к разнообразным рискам, таким как рост и изменчивость цен на энергию, нагрузка на энергетическую инфраструктуру и сбои в системах энергоснабжения.

«Отчет о рынке энергоэффективности придает большое значение энергоэффективности как крупнейшему энергетическому ресурсу, и важнейшей роли, которую она играет на мировом энергетическом рынке. В отчете сделан вывод, что инвестиции в энергоэффективность обеспечили уменьшение потребления энергии, превышающее объемы производства любого другого энергетического ресурса во многих странах МЭА. Это указывает на то, что энергоэффективность представляет собой скрытый топливный резерв, и является фактически «топливом номер один». Показатели энергоэффективности как раз и используются для того, чтобы количественно оценить, насколько велик объем этого скрытого, или «первого» топлива. Для лучшего понимания движущих сил и потенциала энергоэффективности важно разработать и поддерживать хорошо обоснованные показатели энергоэффективности, чтобы в результате предоставлять более качественную информацию для политических процессов и содействовать лицам, принимающим решения, в разработке политических мер, наиболее отвечающих целям внутренней и/или международной политики. Однако выбор и разработка соответствующих показателей для поддержки формирования политики не являются достаточно очевидными.

Страны всего мира все в большей степени осознают насущную необходимость изменения своих подходов к использованию энергии. Озабоченность энергетической безопасностью, социально-экономическими последствиями высоких цен на энергоресурсы, а также растущая осведомленность об изменении климата привели многие страны к тому, что они стали придавать большее значение разработке политики и мер по содействию энергетической эффективности. Стали более понятными два момента:

Для более эффективного использования мировых энергетических ресурсов потребуются политика, включающая широкий спектр подходов. Растет понимание того, что зачастую наиболее экономичным, проверенным и доступным средством достижения этой цели является повышение энергетической эффективности.

Создание и поддержание рациональной политики требует наличия качественных, своевременных, сопоставимых и подробных данных, которые выходят далеко за пределы энергетических балансов и отражают отличительные характеристики экономической деятельности и ресурсов, имеющихся в каждой стране.

На протяжении десятилетий страны использовали данные, содержащиеся в энергетических балансах, как инструмент отслеживания потребления энергии по видам энергоресурсов и основным секторам, а также для расчета укрупненных показателей (например, общего энергопотребления на душу населения). Укрупненные показатели имеют то преимущество, что они зачастую легко и быстро доступны: так, они в простых терминах показывают изменения общего плана в потреблении энергии. Однако их практическая применимость ограничена и при неправильном использовании они могут ввести в заблуждение. Например, было бы некорректным оценивать энергоэффективность в странах исходя из общего конечного потребления энергии (ОКПЭ) на единицу внутреннего валового продукта (ВВП) или на душу населения, поскольку на этот показатель влияет много факторов (например, климат, благосостояние, структура экономики).

Поскольку в каждом из основных секторов экономики действуют различные причинные факторы, то в зависимости от анализируемого сектора необходимы разные поясняющие данные. Такие данные не содержатся в энергетических балансах и в настоящее время имеются только в некоторых странах. Например, для получения оценок общей энергетической эффективности требуются подробные данные по секторам конечного потребления энергии.

Получение наиболее современных показателей является совсем непростой задачей и требует финансовых и человеческих ресурсов для сбора подробных данных и анализа информации. Недавняя деятельность нескольких стран по сбору более подробных данных о конечном потреблении помогла разработать энергетической эффективности, дающие важную информацию для понимания прошлых тенденций, оценки потенциальной экономии энергии и улучшения политики энергоэффективности. Однако намного больше еще предстоит сделать. За несколько лет невозможно разработать весь спектр детальных показателей. Важно, чтобы страны вначале определили приоритетные секторы либо приоритетные сегменты в пределах секторов, а затем уже двигались дальше с учетом полученного опыта.

# 1. АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

## 1.1 Основы энергоэффективности и энергосбережения

Россия располагает одним из самых больших в мире технических потенциалов энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который составляет более 40 % уровня потребления энергии. Для ее экономики характерна высокая энергоемкость - в настоящее время она в 2,5 раза выше среднемирового уровня и в 3,0 - 3,5 раза выше, чем в развитых странах. Более 90% мощностей действующих электростанций, 83% жилых зданий, 70% котельных, 70% технологического оборудования электрических сетей и 66 % тепловых сетей было построено еще до 1990 г. В целом, в промышленности эксплуатируется 15% полностью изношенных основных фондов. Такое же положение характерно используемой населением бытовой технике, в частности, около четверти используемых в настоящее время бытовых холодильников было приобретено более 20 лет назад.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности следует рассматривать как один из основных источников будущего экономического роста. Их приоритетные направления изложены в Государственной программе Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р. Долгосрочный характер решения проблемы энергосбережения и повышения энергетической эффективности обусловлен необходимостью как изменения системы отношений на рынках энергоносителей, так и замены и модернизации значительной части производственной, инженерной и социальной инфраструктуры и ее развития на новой технологической базе.

Самим понятиям *энергоэффективность* и *энергосбережение* справочная литература дает следующие определения:

*Энергоэффективность* - эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов, достижение экономически оправданной эффективности использования ТЭР при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды.

*Энергосбережение* (экономика энергии) - реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) ТЭР и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников.

Интерпретируя эти понятия, энергосбережение следует определять как комплекс мер или действий, предпринимаемых для обеспечения более эффективного использования энергетических ресурсов. А энергоэффективность - это отношение фактического значения показателя использования энергетических ресурсов к теоретически достижимому. Отсюда следует, что энергоэффективность - это измеряемая величина, позволяющая оценить результат процесса, а энергосбережение - это деятельность по достижению энергоэффективности.

## 1.2 Актуальность энергосбережения.

Мировые запасы энергоресурсов огромны, но ограничены. Потребление энергоресурсов увеличивается и человечество может столкнуться с проблемой их недостатка для развития мировой экономики. Решение проблемы должно идти по двум направлениям:

- уменьшения удельного энергопотребления на производство продуктов;
- поиска новых энергоисточников.

**В нашей стране с давних времен занижены цены на ряд энергоресурсов, что приводит к низкой эффективности энергоиспользования.**

<i>Энергоемкость ВВП в России:</i> - в 2...3 раза выше, чем в США; - в 3,5 раза выше, чем в Западной Европе.	
<i>Эффективность использования электрической энергии в России:</i> - в 6 раз ниже, чем в Японии; - в 2 раза ниже, чем в США; - в 1,4 раза ниже, чем в Индии и Китае.	<i>Удельные расходы тепла:</i> - Швеция, Финляндия - 140 кВт·ч/м <sup>2</sup> ; - Германия - 250 кВт·ч/м <sup>2</sup> ; - Россия:· - кирпичный дом - 400 кВт·ч/м <sup>2</sup> ; - панельный дом - 600 кВт·ч/м <sup>2</sup> ; - односемейный дом - 700 кВт·ч/м <sup>2</sup> .

В настоящее время ситуация кардинально меняется.

*С одной стороны:*

Ввиду быстрого увеличения цен на энергоносители, затраты на них и в коммунальной сфере и в промышленности выросли многократно, и только в себестоимости промышленной продукции составляют от 10 до 40, а иногда и более процентов.

Тенденция к дальнейшему повышению энергозатрат в ближайшей перспективе сохранится: Однако, государственная политика в области цен на энергоресурсы заключается в том, чтобы в перспективе сравнять внутренние и мировые цены на газ (увеличатся в 7 раз), нефть и нефтепродукты, электроэнергию и уголь (увеличатся в 2...4 раза). Это неизбежно приведет к дальнейшему повышению оплаты энергоресурсов.

*С другой стороны:*

Положение с энергоэффективностью свидетельствует о значительных резервах экономии энергоресурсов. Учитывая это, правительство планирует при ожидаемом увеличении объема, произведенного ВВП с 2000 до 2010 года на 87 %, обеспечить рост внутреннего потребления ТЭР всего на 10 %. Такой огромный разрыв в темпах роста ВВП и потребления ТЭР предлагается покрыть снижением энергоемкости ВВП к 2010 году на 70 %.



### **1.3 Повышение эффективности использования энергии**

В результате неуклонного роста издержек на энергоснабжение и мощнейшего государственного давления на потребителей ТЭР, предприятия вынуждены принимать срочные меры **по повышению энергетической эффективности.**

Этот же путь предстоит пройти и населению страны для снижения оплаты коммунальных услуг. Без понимания текущего состояния в фактическом, а не эмоциональном выражении невозможно принимать эффективные решения.

Сегодня система теплоснабжения жилого фонда вызовет справедливые замечания вследствие ее высоких потерь и высокой стоимости. Поэтому планируется проведение децентрализации системы теплоснабжения за счет использования кровельных котельных и индивидуальных нагревателей. Следует заметить, что такая тенденция является ошибочной и вредной с точки зрения энергосбережения. Без централизованной системы теплоснабжения практически невозможно использовать высокопотенциальную составляющую теплоты сгорания топлива. С другой стороны, недостатки централизованной системы теплоснабжения можно устранить, если снизить потери тепла при транспортировании и использовании его для обогрева зданий. Реконструкция котельных в теплоцентрали, замена труб тепловых трасс на современные трубы с пенополиуритановой изоляцией, тепловая изоляция зданий, установка теплообменных пунктов и современных приборов регулирования и контроля позволит снизить в два-три раза оплату за теплоснабжение, при сохранении высокого уровня комфортности и меньших капитальных затратах. Переход на децентрализованную систему теплоснабжения требует дорогого оснащения и не исключает необходимости тепловой изоляции зданий, поэтому будет требовать не меньших капитальных и эксплуатационных затрат, но экономия средства и топлива при этом будет меньшая.

Применение труб с пенополиуритановой изоляцией позволит снизить потери тепла при его транспортировании с 20-30% до 1%, при нормативных - 8%. Современные технологии и новые теплоизоляционные материалы дают возможность уменьшить затраты тепла на обогрев зданий на 50-70%. Проведение этих мероприятий позволит использовать до 30% теплоты для выработки электроэнергии без изменения сегодняшних объемов потребления топлива, которое используется для отопления и горячего водоснабжения. За счет средств, полученных от реализации дополнительно выработанной электроэнергии, можно будет покрывать затраты на топливо, которое используют в теплоснабжении. Таким образом, после периода окупаемости затрат на реконструкцию, учитывая эксплуатационные затраты, стоимость снабжения теплоты для потребителей можно будет снизить в два-три раза. Децентрализация системы теплоснабжение связана еще с одной проблемой - преждевременным разрушением централизованной системы. Уменьшение количества потребителей тепла от больших котельных, при децентрализации системы теплоснабжения, вызовет снижение их рабочей мощности, а затем и эффективности вследствие падения коэффициента полезного действия и увеличения эксплуатационных затрат. Все это приведет к увеличению стоимости

теплоты и возрастанию бюджетных расходов на их покрытие, или - к банкротству котельных.

Правильная организация централизованной системы теплоснабжения с комбинированной системой выработки электроэнергии и теплоты, кроме экономии средств и топлива, имеет дополнительные преимущества, поскольку будет создавать возможность маневра мощностями при пиковых погрузках и в экстремальных ситуациях. Большое количество электрогенерирующих установок малых и средних мощностей, при создании высокоэффективной системы централизованного управления, разрешит легко маневрировать их общей мощностью в зависимости от потребностей.

Переход на комбинированное производство электроэнергии и теплоты будет оказывать содействие созданию большого количества электрогенерирующих установок разной мощности. Их работу необходимо будет согласовывать с работой всей энергосистемы и локальными графиками подачи тепла. Соответственно, необходимо будет организовать систему теплоснабжения. В период пиковых нагрузок на энергосистему, электрогенерирующие установки ТЭЦ будут работать в режиме максимальной мощности. В этот период будет максимальное выделение теплоты, которую следует использовать для нагревания воды и выработки пара. При спаде нагрузки в энергосистеме, мощность электрогенерирующих установок можно будет снижать, а при использовании блочных установок, часть их отключать. Снижение количества выделения теплоты, будет компенсироваться ранее накопленной теплотой, а также использованием избыточной электроэнергии. В этом случае количество необходимой теплоты будет меньше, поскольку она будет использоваться для поддержания температуры прежде выработанного пара и нагретой воды.

Для повышения эффективности работы ТЭЦ с учетом неравномерности нагрузки энергосистемы и потребления теплоты можно применить тепловые насосы. Это разрешило бы вырабатывать дополнительную теплоту.

Для решения проблемы эффективности использования энергоустановок с учетом неравномерности нагрузки энергосистемы, которая связана с отсутствием компенсирующих мощностей, можно создать централизованные котельные с тепловыми насосами. В период излишка электроэнергии ее можно потреблять для изготовления и накопления тепла с низкопотенциальных источников теплоты. Использование электроэнергии таким образом повышает эффективность в среднем в три-четыре раза (на 1кВт\*час электроэнергии можно получить 3-4 кВт\*час низкопотенциальной теплоты). Цикл тепловых насосов, как и теплофикационный цикл, дает возможность эффективно использовать высокопотенциальную составляющую теплоты сгорания топлива, но с другим принципом работы. В Швеции теплонасосные станции (котельные) начали строить еще в 80-х годах. Мощнейшая из них (320 МВт) была построена в 1986 году для теплоснабжения Стокгольма. Источник низкопотенциальной теплоты - морская вода. В Англии создан исследовательский образец парокompрессионного теплового насоса с приводом от двигателя внутреннего сгорания для утилизации теплоты сточных вод. При потреблении 1кВт\*час теплоты сгорания природного газа эта теплонасосная установка дает до 1.5 кВт\*час низкопотенциальной теплоты. Еще один способ эффективного

использования высокопотенциальной составляющей теплоты сгорания топлива - это топливные элементы. Такая технология позволяет получать из природного газа электроэнергию и теплоту с высоким к.п.д. При этом отпадает необходимость в сложном оборудовании, значительно уменьшается количество вредных выбросов. Малые габариты генерирующих мощностей позволяют размещать их в любом месте в непосредственной близости к потребителям. За этим способом получения электроэнергии и теплоты будущее мировой энергетики. Вместе с тем, сегодня в мире уже работает 144 производственно-экспериментальных установок на топливных элементах. Фирма ONCI (США) поставляет на рынок коммерческие блоки PC25AO, 3C25CT электрической и тепловой мощностью 200 кВт, (к.п.д. 40%) и 220 кВт (45%), соответственно. Реализация программы на перестройку развития топливно-энергетического комплекса будет иметь значительное влияние на экономику страны и даст толчок развитию производства. Следует также помнить о значительном снижении техногенного влияния на окружающую среду за счет сокращения мощностей конденсационных электростанций. Но всё это невозможное без значительных инвестиций. Для повышения эффективности использования энергоресурсов большое значение имеет использования парогазовых циклов. Это ещё в большей степени позволяет эффективно использовать высокопотенциальную энергию, получаемую при сжигании топлива. Парогазовые установки позволяют существенно повысить коэффициент полезного действия установок, вырабатывающих электроэнергию. КПД парогазовых установок может достигать 58%, против 40 с небольшим процентов обычных конденсационных станций.

Использование парогазовых циклов позволяет повысить эффективность работающих морально устаревших тепловых электростанций. Повышение КПД ТЭС достигается надстройкой газового цикла. Отработавшие газы газовой турбины направляются в котел утилизатор, который может использоваться для подогрева питательной воды, выработки энергетического пара для паровых турбин.

Контрольные вопросы:

1. Основные термины и понятия энергосбережения.
2. Способы повышения энергетической эффективности.

## **2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.**

Ведение политики энергоэффективности должно происходить с поддержкой соответствующим законодательством, нормативными документами, механизмами реализации и контроля. Документы федерального уровня направленные на улучшение энергоэффективности должны быть скоординированы с региональными и муниципальными программами для того, чтобы создать единую систему программных документов.

Для выполнения задач, которые были поставлены Президентом и Правительством РФ необходимо актуализировать и ввести новые строительные

стандарты, нормы и своды правил, направленные на улучшение энергоэффективности в строительной сфере.

Требуется модернизация методологии региональных программ, направленных на улучшение энергоэффективности. В настоящий момент очень важной является проблема необоснованно большого по количеству, но неэффективного списка показателей, с помощью которых контролируется выполнение таких региональных программ. При проведении обзора утвержденных программ в регионах, оказалось, что они не основываются на анализе сложившейся региональной ситуации, и некоторые программы имеют неосновательный характер и никак не контактируют между собой. Во многих регионах до сих пор не определен необходимый состав мероприятий по повышению энергоэффективности. Совокупность этих недостатков приводит к низкой результативности и эффективности таких региональных программ.

Существенным недостатком нормативной и правовой базы об энергосбережении и повышении энергоэффективности, который отрицательно влияет на ее применение, является отсутствие принятых требований к энергетической эффективности зданий и сооружений. Несогласие и различие позиций относительно состава этих требований между федеральными органами исполнительной власти мешают их утверждению. В то же время, без них раздел законодательства об энергоэффективности является недостаточно полным, к тому же, применение этих требований к зданиям, фактически, не является возможным. Отсутствие требований к энергетической эффективности зданий затрудняет выполнение некоторых мер государственного регулирования в части повышения энергетической эффективности жилых зданий, таких как определение и обозначение класса энергоэффективности многоквартирных домов и требований к составу проектной документации.

Однако, помимо несовершенства нормативной базы существуют другие проблемы, связанные регулированием данной области государством. Законодательство РФ об энергосбережении и повышении энергоэффективности было разработано на основе опыта Евросоюза, но требуется его актуализация с учетом существующей ситуации в стране и особенностей технического и правового регулирования.

Следующие важные нормативные и правовые акты регламентируют сферы энергосбережения, энергоэффективности и процессы теплоснабжения:

1. Указ Президента № 889 от 04 апреля 2008 года «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности экономики». Данный документ определяет долгосрочные цели по уменьшению на 40% национальной энергоемкости ВВП по сравнению с значениями 2007 года. Более того, повышению энергоэффективности в управлении жилищным строительством и жилищно-коммунальным хозяйством было уделено особое внимание. В этом законе были установлены обязанности России в рамках Киотского протокола, а также определяет основные общие цели по повышению энергоэффективности.

2. Указ Президента РФ от 13 мая 2010 года №579 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления городских округов и муниципальных

образований в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности». Этот указ вместе с другими дополнительными документами регулируют деятельности в сфере повышения энергетической эффективности жилищного фонда.

3. Федеральный закон от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ «О теплоснабжении». Данный нормативных документ определяет правовые основы экономических отношений, которые возникают при производстве, транспортировке, потреблении тепловой энергии (тепловой мощности), теплоносителя по средствам систем теплоснабжения, строительстве, эксплуатации и развитии таких систем. Более того, федеральный закон устанавливает задачи и полномочия органов государственной власти и органов местного самоуправления по контролю и регулированию в области теплоснабжения, а также определяет права и обязанности потребителей тепловой энергии и теплоснабжающих организаций.

4. Федеральный закон от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Данный закон относится к новым зданиям и зданиям после реконструкции или капитального ремонта. Документ устанавливает необходимость проведения энергетического обследования и получения энергетического паспорта здания для ввода его в эксплуатацию. Также данный нормативный акт обязует потребителей энергетических ресурсов устанавливать приборы учета. Согласно закону, правовое регулирование сферы энергосбережения и повышения энергоэффективности происходит на основании таких положений как:

- рациональное, эффективное использование любых энергетических ресурсов, принимая во внимание ресурсные, экологические, социальные, производственные и технологические условия;
- планирование энергосберегающих мероприятий для повышения энергоэффективности;
- комплексность и системность проводимых мероприятий;
- меры стимулирования и поддержки энергосбережения.

5. Приказ от 17 февраля 2010 года № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» принятый Министерством Экономического Развития Российской Федерации.

6. Приказ Минэнерго России от 19 апреля 2010 года № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования».

7. Распоряжение от 27 декабря 2010 года № 2446-р «О государственной программе Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»». Задачами данной программы являются: значительное уменьшение доли энергетических издержек, уменьшение нагрузки по оплате услуг энергоснабжения на бюджетную систему,

обеспечение населения РФ качественными энергоресурсами по доступным ценам, создание механизмов поддержки деятельности энергосервисных компаний, создание комплексной и эффективной системы управления энергосбережением и повышением энергоэффективности.

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 года № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»

9. Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 года № 19 «Об утверждении положения о требованиях, предъявляемых к сбору, обработке, систематизации, анализу и использованию данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных и добровольных энергетических обследований». Можно выделить главные цели энергетического обследования здания: сбор объективной информации об объеме используемых энергоресурсов, оценка потенциала энергосбережения, расчет основных показателей энергетической эффективности и ее повышение, формирование типовых мероприятий по улучшению энергетической эффективности и энергосбережению.

10. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 8 апреля 2011 года № 161 «Об утверждении правил определения классов энергетической эффективности многоквартирных домов и требований к указателю класса энергетической эффективности многоквартирного дома, размещаемого на фасаде многоквартирного дома»

11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 года № 1715-р «Об энергетической стратегии России на период до 2030 года». Описанная в распоряжении стратегия характеризует энергетическую эффективность как одно из важнейших актуальных направлений развития России.

12. Постановление Правительства от 13 апреля 2010 г. № 235 «О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации на объекты капитального строительства». Энергоэффективность строительных проектов заложена в установленных в постановлении требованиях к проектной документации.

13. Приказ Министерства экономического развития РФ от 4 июня 2010 года № 229 «О требованиях энергетической эффективности товаров, используемых для создания элементов конструкций зданий, строений, сооружений, в том числе инженерных систем ресурсосбережения, влияющих на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений». Недостаток Постановления Правительства №235 и приказа Минэкономразвития №229 заключается в том, что эти документы определяют общий системный подход и принципы, но конкретные показатели энергетической эффективности и информации для уменьшения потребления энергии не определены.

14. Приказ Министерства регионального развития РФ от 7 июня 2010 года № 273 «Об утверждении методики расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности». Данный нормативный документ определяет требования к зданиям и содержит

методику расчета энергетических характеристик. Описанная методика обязательна для применения при создании и реализации программ, направленных на повышение энергетической эффективности во всех регионах РФ. В этом приказе представлены 5 групп целевых показателей, одна из которых касается муниципальных жилых домов, зданий и сооружений.

15. Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 года № 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений и сооружений»

16. Приказ Министерства регионального развития РФ от 27 июня 2012 года № 252 «Об утверждении примерных условий энергосервисного договора, направленного на сбережение и (или) повышение эффективности потребления коммунальных услуг при использовании общего имущества в многоквартирном доме».

17. Областной закон от 25.12.2009 № 117-ОЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности на территории Свердловской области» регулирует отношения в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности на территории Свердловской области.

Органы государственной власти Свердловской области в соответствии с федеральным законом, регулирующим отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, проводят государственную политику в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности на территории Свердловской области.

18. Постановление Региональной энергетической комиссии Свердловской области от 25.08.2010 № 100-ПК «Об утверждении Требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности на территории Свердловской области»

19. Постановление Региональной энергетической комиссии Свердловской области от 13.09.2017 № 90-ПК «Об утверждении форм отчетов о фактическом исполнении Требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности на территории Свердловской области, за 2017 – 2019 годы»

20. Постановление Правительства Свердловской области от 24.03.2010 N 472-ПП «О региональной программе по энергосбережению и повышению энергетической эффективности Свердловской области на 2010-2015 годы и целевых установках на период до 2020 года» направлена на развитие систем жизнеобеспечения, повышение их экономической, энергетической и экологической эффективности и обеспечение энергобезопасности на территории муниципального образования «город Екатеринбург».

В последнее время профессиональное сообщество подготовило и предоставило немало предложений для того, чтобы сделать государственное регулирование в сфере энергосбережения и энергоэффективности качественнее и результативней. Однако, все еще сохраняется необходимость дальнейшей модернизации и актуализации нормативных и правовых документов. Очень важным является организация взаимодействия потребителей с

энергоснабжающими компаниями, использование технологий «Умный дом» при проектировании, строительстве и эксплуатации различных объектов. Требуется наладить деятельность энергосервисных компаний, которая нуждается в законодательной поддержке.

Контрольные вопросы:

1. Основные положения при регулировании сферы энергосбережения и повышения энергоэффективности.
2. Нормативные и правовые акты, регламентирующие сферы энергосбережения, энергоэффективности и процессы теплоснабжения.

### **3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ**

#### **3.1 Проведение энергетического обследования**

Энергетические обследования (энергоаудит), т.е. обследование потребителей ТЭР с целью установления показателей эффективности использования ТЭР и выработки экономически обоснованных мер по снижению потребления ТЭР, проводятся для установления эффективности использования предприятиями и организациями топливно-энергетических ресурсов (далее - ТЭР) электрической и тепловой энергии, природного, сжатого, сжиженного и попутного газов, твердого топлива, нефти и продуктов ее переработки, местных видов топлива и возобновляемых источников энергии, определения резервов экономии ТЭР, под которым в настоящих Рекомендациях понимается сравнительное в сопоставлении с базовым, эталонным значением сокращение потребления ТЭР на производство продукции, выполнение работ и оказание услуг установленного качества без нарушения экологических и других ограничений в соответствии с требованиями общества и выработка экономически обоснованных мер по снижению затрат на топливо - и энергообеспечение.

Проведение энергетических обследований (энергоаудит) предусмотрено ст. 10 Федерального закона от 3 апреля 1996 г. N 28-ФЗ "Об энергосбережении", постановлением Правительства Российской Федерации от 15 июня 1998 г. N 588 "О дополнительных мерах по стимулированию энергосбережения в России", приказами Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации от 4 октября 2005 г. N 265, N 267, N 268, N 269, от 13 января 2006 г. N 3

Рекомендации определяют процедуру проведения энергетических обследований (энергоаудита) потребителей ТЭР во всех сферах экономики Российской Федерации, последовательность подготовки, осуществления и оформления результатов энергетических обследований (энергоаудита).

#### **3.2 Организация энергетических обследований (энергоаудита)**

Общую координацию работ по проведению энергетических обследований (энергоаудита) потребителей ТЭР, под которыми в настоящих рекомендациях понимается юридическое лицо, независимо от форм собственности, или индивидуальный предприниматель, использующие ТЭР для производства



продукции и услуг, а также на собственные нужды, осуществляет Минпромэнерго России.

Энергетические обследования (энергоаудит) и обоснование значений нормативов проводятся в соответствии с требованиями системы добровольной сертификации в области рационального использования и сбережения энергоресурсов (далее - РИЭР), зарегистрированной Ростехрегулированием.

Энергетические обследования (энергоаудит) проводятся организациями, внесенными в Реестр энергоаудиторских фирм, допущенных к проведению энергетических обследований, имеющими необходимое инструментальное, приборное и методологическое оснащение и опыт выполнения работ в соответствующей области деятельности, располагающими квалифицированным и аттестованным персоналом, а также независимыми в организационном и финансовом отношении от организаций, в которых проводится энергетическое обследование (далее - энергоаудиторы).

В своей деятельности энергоаудиторы руководствуются законодательством Российской Федерации и документами, регламентирующими проведение энергетических обследований (энергоаудита).

Энергоаудитором могут привлекаться другие энергоаудиторы для выполнения отдельных видов работ в рамках проводимых энергетических. К таким работам можно отнести: обследования технологических и специальных процессов, расширение возможностей энергоаудитора по обследованиям энергетических и энергопотребляющих установок, привлечение необходимого приборного парка и других средств, способствующих получению более точных данных, сокращению продолжительности обследований, расширению перечня энергосберегающих мероприятий.

К проведению энергетических обследований (энергоаудита), привлекаются лица, имеющие специальную подготовку в соответствии с учебными программами подготовки энергоаудиторов, которые формируются согласно требованиям РИЭР.

### **3.3 Виды энергетических обследований (энергоаудита)**

При проведении энергетического обследования (энергоаудита) производится оценка эффективности использования, в т.ч. - по показателям энергоэффективности, всех видов ТЭР потребляемых (используемых) потребителем ТЭР, а также вторичных энергоресурсов. Под показателем энергоэффективности понимается абсолютная, удельная или относительная величина потребления (использования) или потерь энергетических ресурсов для продукции (услуг) любого назначения или технологического процесса. Анализу подвергаются все аспекты деятельности потребителя ТЭР в сфере рационализации топливо- и энергопотребления. По результатам энергетического обследования (энергоаудита) составляется энергетический паспорт установленного образца, либо уточняется существующий.

По срокам проведения энергетические обследования потребителей ТЭР подразделяются на: а) первичные. Проводятся в отношении потребителей ТЭР, ранее не подвергавшихся энергетическим обследованиям (энергоаудиту) или перерыв в обследованиях которых составляет более 5 лет; б) очередные.

Проводятся не реже одного раза в пять лет, и не чаще, чем один раз в два года в плановом порядке - для сравнения текущих показателей энергоэффективности с показателями, определенными предыдущим обследованием, сертификации потребителя ТЭР в системе добровольной сертификации РИЭР, внесения изменений в энергетический паспорт и т.д.; База нормативной документации: в) внеочередные. Проводятся при выявлении у потребителя ТЭР роста объемов потребления ТЭР, снижения эффективности использования ТЭР, роста себестоимости продукции и топливной составляющей в ней, выбросов в атмосферу и т.д., а также в случае обращения потребителя ТЭР в органы государственной власти за предоставлением льгот, связанных с использованием ТЭР; при проверке обоснованности заявленных технологических потерь ТЭР и тарифов при утверждении, а также оценки их составляющих; при изменении вида используемого топлива - независимо от количества потребляемых ТЭР; при увеличении потребности в ТЭР более чем на 25% от установленной в результате плановых проверок; г) предэксплуатационные. Проводятся перед началом или в начале эксплуатации оборудования потребителем ТЭР для определения первичных характеристик энергоэффективности и их соответствия паспортным, проектным и нормативным показателям - для основного энергопотребляющего оборудования (более 5% от потребляемого вида ТЭР), генерирующего оборудования и оборудования в составе систем энергоснабжения - при его замене, капитальном ремонте, изменении условий и режимов эксплуатации.

По объемам проводимых работ энергетические обследования (энергоаудит) потребителей ТЭР подразделяются на: а) экспресс - обследования (экспресс-аудит). Проводится по сокращенной программе, как правило, с минимальным использованием или без использования приборного оборудования и носит ограниченный по объему и времени проведения характер. При этом может производиться оценка эффективности использования всех или одного из видов ТЭР (электрическая и тепловая энергии; твердое, жидкое или газообразное топливо), вторичных энергоресурсов, функционирования отдельной группы оборудования (отдельного агрегата), либо отдельных показателей энергоэффективности и т.д.; б) полные инструментальные обследования. Проводятся по всем видам ТЭР с инструментальными замерами, необходимый объем которых определяется энергоаудитором в соответствии с согласованной программой данного энергетического обследования; в) комплексные обследования. Обследования, совмещающие в себе различные цели проведения данных работ и совмещающие различные виды аудита (энергетический и экологический, База нормативной документации: [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru) 5 энергетический и сертификация по системе добровольной сертификации РИЭР, экологический и сертификация по системе добровольной сертификации РИЭР и пр.); г) обследования технологических процессов. В зависимости от целей проводимых работ допускаются любые комбинации видов энергетических обследований и энергоаудитов.

### **3.4 Методическое обеспечение и оформление результатов проведения энергетических обследований (энергоаудита)**

Энергетические обследования (энергоаудит) проводятся в соответствии с методической документацией, разрабатываемой в рамках системы РИЭР применительно к специфике обследуемого объекта, и направляемой в Межрегиональную ассоциацию "Энергоэффективность и нормирование" (МАЭН), ведущую реестр методической документации, используемой при проведении энергетических обследований.

Перед началом энергетического обследования энергоаудитор в соответствии с выбранной методикой составляет Программу выполнения энергетического обследования (энергоаудита) и утверждает ее на обследуемом предприятии. Утвержденная Программа направляется в МАЭН (или уполномоченный им орган) для регистрации.

По результатам энергетических обследований (энергоаудита) оформляется следующая документация: отчет о проделанной работе с результатами инструментального обследования, расчетными материалами, топливно-энергетическим балансом; энергетический паспорт, т.е. документ, составленный в соответствии с ГОСТ Р 51379-99, и отражающий баланс потребления и показатели эффективности использования ТЭР в процессе хозяйственной деятельности; энергетический паспорт гражданского здания - документ, содержащий геометрические, энергетические и теплотехнические характеристики зданий и проектов зданий, ограждающих конструкций и устанавливающий их соответствие требованиям нормативных документов; программа (предложения) по повышению эффективности использования ТЭР, снижению затрат на топливо - и энергообеспечение и внедрению энергосберегающих мероприятий для обследуемого предприятия (организации).

В результатах энергетического обследования (энергоаудита) дается оценка эффективности использования ТЭР в организации, раскрываются причины выявленных нарушений и недостатков в их использовании, определяются имеющиеся резервы экономии ТЭР, предлагаются технические и организационные энергосберегающие решения с указанием прогнозируемой экономии в натуральном и стоимостном выражении и оценкой стоимости их реализации. Косвенная оценка параметров эффективности использования ТЭР не допускается.

Рекомендации по энергосбережению и эффективному использованию ТЭР не могут снижать экологические характеристики оборудования и технологических процессов, уровень безопасности и комфортности работы персонала, качество продукции и безопасность персонала.

В ходе энергетического обследования (энергоаудита) организаций, для которых установлен порядок регулирования потребления или потерь ТЭР, проверяется соответствие регулируемого показателя фактическим потребностям и обоснованность этих величин.

В десятидневный срок после подготовки отчетных документов энергоаудитор представляет документы в МАЭН или уполномоченный им орган. МАЭН обобщает отчетные документы, вырабатывает рекомендации, подготавливает справочные материалы и направляет их в Минпромэнерго России для использования при подготовке ежегодного доклада в Правительство Российской Федерации.

После подписания отчетных документов по проведенным энергетическим обследованиям внесение исправления и дополнения в отчетные материалы не допускается. База нормативной документации: [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru) 7

### **3.5 Требования к обследуемым потребителям топливноэнергетических ресурсов**

Потребитель ТЭР при проведении энергетического обследования (энергоаудита): а) обеспечивает доступ персонала энергоаудиторской компании (энергоаудитора) к обследуемым объектам; б) оказывает содействие (в том числе персоналом) в проведении энергетического обследования (энергоаудита); в) оказывает содействие энергоаудитору в проведении требуемых измерений, если это не противоречит требованиям безопасной эксплуатации оборудования.

При проведении энергетического обследования (энергоаудита) потребитель ТЭР назначает лицо, ответственное за его проведение и предоставляет: а) необходимую техническую и технологическую документацию (исполнительные схемы энергетических коммуникаций, данные о топливо- и энергоиспользующей технике и оборудовании, а также данные о технике и оборудовании, используемой для транспортировки, хранения и отпуска ТЭР, приборах учета ТЭР, режимные карты и т.п.); б) данные о потреблении и использовании ТЭР; в) документы по хозяйственно-финансовой деятельности (отраслевые и межотраслевые нормы и нормативы, тарифы, лимиты топливо- и энергопотребления, договоры на поставку ТЭР, учет складских запасов топлива, данные потребления ТЭР на собственные нужды, по переданным транзитом ТЭР и отпущенным другим потребителям, их потерям и т.п.) - в соответствии с действующим законодательством и программами проведения энергетических обследований (энергоаудита); г) при очередном и внеочередном обследовании - энергетический паспорт, программу (рекомендации) по внедрению энергосберегающих мероприятий и отчеты о выполнении этой программы (рекомендаций).

В пределах срока, потребители ТЭР самостоятельно определяют время проведения энергетического обследования, если это не установлено отраслевыми программами, либо графиками проведения энергетических обследований и программами проведения обязательных энергетических обследований субъектов Российской Федерации, а также самостоятельно выбирают исполнителя по его проведению из числа энергоаудиторов.

Права и ответственность сторон, а также порядок разрешения спорных вопросов регулируются в рамках договора между организацией, проводящей энергетические обследования (энергоаудит), и потребителем ТЭР.

Порядок обеспечения условий конфиденциальности в отношении обследуемых предприятий (организаций) при проведении энергетических обследований устанавливается отдельным протоколом (соглашением) к договору.

Контрольные вопросы:

1. Понятие энергетическое обследование.
2. Виды энергоаудита.

## **4. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

### **4.1 Взаимоотношения между энергоснабжающей организацией и потребителями электрической энергии**

Энергетические службы предприятий, организаций и учреждений работают в тесном контакте с энергоснабжающей организацией.

Взаимоотношения между энергоснабжающей организацией и потребителями электрической энергии включают :

- • договор технологического присоединения к электрическим сетям энергоснабжающей организации и юридическое разграничение ответственности сторон (разграничение балансовой принадлежности);

- • договор энергоснабжения;
- • соблюдение потребителем Правил устройства электроустановок, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, Межотраслевых правил по охране труда, законодательных, директивных и нормативных актов, которые разрабатываются энергоснабжающей организацией и производителями электротехнической продукции;

- • контроль и надзор за электроустановками.

Согласно п. 1 ст. 26 Федерального закона об электроэнергетике любое юридическое или физическое лицо имеет право на технологическое присоединение своих энергоприемных устройств (энергетических установок) к электрическим сетям при наличии для этого технических возможностей и соблюдения ими правил такого присоединения. Отказ в технологическом присоединении при выполнении потребителями указанных условий не допускается.

За технологическое присоединение к электрическим сетям плата взимается однократно. Ее размер устанавливается федеральным органом исполнительной власти. Плата за услуги по передаче электроэнергии не взимается. При заключении договора разрабатываются технические условия энергоснабжающей организации.

### **4.2 Оформление, содержание и реализация договора технологического присоединения**

Необходимость заключения договора технологического присоединения возникает: для впервые вводимых в эксплуатацию электроустановок; при реконструкции энергоприемных устройств с увеличением присоединенной мощности; при изменении категории надежности электроснабжения, вида производственной деятельности, точки присоединения электроустановок потребителей, изменяющих схему внешнего электроснабжения.

Правила технологического присоединения энергоприемных устройств потребителей электроэнергии устанавливают следующую процедуру оформления :

- • подача заявки;

- • заключение договора;
- • выполнение сторонами договорных обязательств;
- • получение разрешения Ростехнадзора на допуск в эксплуатацию объектов заявителя;
- • осуществление сетевой организацией фактического присоединения объектов заявителя к электрическим сетям;
- • составление акта о технологическом присоединении и акта разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон.

В заявке помимо реквизитов, места нахождения заявителя и документов, подтверждающих право собственности на объект капитального строительства, указывается ряд технических параметров электроустановок потребителя: максимальная мощность электроприемников и их технические характеристики; количество точек присоединения; уровень надежности энергоснабжения; характер нагрузки; величина технологической и аварийной брони. К заявке прилагается план расположения энергоприемных устройств и однолинейная схема электрических сетей заявителя. В качестве обязательного приложения к договору технологического присоединения энергоснабжающей организацией выдаются технические условия на присоединение к электрическим сетям, содержащие требования организационного и технического характера к электроснабжению рассматриваемого объекта.

Разработана типовая форма договора технологического присоединения. Он включает:

- • предмет договора, где, в частности, оговариваются технические характеристики энергоприемных устройств (максимальная мощность, категория надежности, напряжение сети в точке присоединения, ранее присоединенная мощность в этой точке);
- • обязанности сторон;
- • порядок оплаты за технологическое присоединение и порядок расчетов;
- • разграничение балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон;
- • условия изменения и расторжения договора;
- • порядок решения спорных вопросов;
- • реквизиты сторон.

Неотъемлемой частью договора технологического присоединения являются: технические условия на присоединение и акт разграничения балансовой принадлежности электроустановок и эксплуатационной ответственности сторон.

В технических условиях на подключение электрической нагрузки указываются: расчетная нагрузка; точки присоединения и напряжения; объем работ по реконструкции сетей; требования к релейной защите и автоматике, защите от перенапряжений, связи; требования к компенсации реактивной мощности; требования к учету электроэнергии; вопросы резервирования; предложения по разграничению балансовой принадлежности электроустановок; наименование организаций, с которыми должен быть согласован проект.

Минимальный срок подготовки технических условий предполагается две недели. В отдельных случаях допускается его увеличение до 40 дней.

Срок действия технических условий не может составлять менее двух и более пяти лет.

Выполнение технических условий обязательно для потребителей и проектной организации, ведущей разработку проектной документации. При истечении срока или изменения исходных данных оформляется продление или запрашиваются новые технические условия.

Акт разграничения балансовой принадлежности электроустановок и эксплуатационной ответственности сторон устанавливает границу раздела электрической сети между энергоснабжающей организацией и потребителем с учетом нахождения на балансе рассматриваемого электрооборудования для одного и второго субъектов. Он составляется лишь при наличии разрешения на присоединение мощности. Центральное место в таком акте отводится схеме электроснабжения с указанием границы балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон (кабельные наконечники в щитовой на стороне высшего или низшего напряжения, автоматический выключатель, изоляторы на опоре ВЛ и т. д.). Кроме этого, указывается ряд других положений, например по установке приборов учета, расчету потерь в элементах сети и т. д.

Контроль выполнения технических условий возлагается на Ростехнадзор и энергоснабжающую организацию.

Раздел «Электроснабжение» выполненного проекта потребитель представляет на заключение в электросетевое предприятие и Ростехнадзор, которые проверяют соответствие принятых технических решений выданным техническим условиям и действующим нормативным документам.

По окончании работ потребитель письменно извещает электросетевое предприятие и просит направить представителя для освидетельствования объекта. По результатам освидетельствования ЭСП выдает справку о выполнении технических условий. Затем по письменному обращению потребителя на объект выезжает инспектор Ростехнадзора, который составляет акт допуска электроустановки в эксплуатацию.

Для допуска электроустановки необходимо представить в Ростехнадзор следующие документы:

- • разрешение на подключение мощности от энергоснабжающей организации;
- • проект электроустановки, согласованный в установленном порядке;
- • однолинейную схему электроснабжения объекта, подписанную лицом, ответственным за электрохозяйство;
- • акт разграничения балансовой принадлежности;
- • справку от энергоснабжающей организации об оформлении договора энергоснабжения;
- • сертификат соответствия на электроустановку жилого здания;
- • приемосдаточный акт между монтажной организацией и потребителем;
- • перечень имеющихся в наличии защитных средств с протоколами испытаний, противопожарного инвентаря, плакатов по технике безопасности;

- • приказ о назначении лица, ответственного за электрохозяйство;
- • исполнительные схемы, акты на скрытые работы.

Кроме этого, необходимо приложить всю необходимую документацию согласно Правилам устройства электроустановок и Правилам эксплуатации электроустановок потребителей.

Подачу напряжения на новые и реконструированные электроустановки осуществляют после допуска их в эксплуатацию и выдачи органом Ростехнадзора разрешения на подключение к сети.

В случае приостановления работы электроустановки на срок более 6 месяцев перед включением необходимо оформить допуск ее в эксплуатацию, как на вновь вводимую электроустановку. На период наладочных работ и испытаний электрооборудования выдают временный допуск, где указываются срок его действия и режим эксплуатации.

Контрольные вопросы:

1. Что включают в себя взаимоотношения между энергоснабжающей организацией и потребителями электрической энергии?
2. Процедура оформления присоединения энергоприемных устройств потребителей электроэнергии

## 5. ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

### 5.1 Понятие энергоэффективности

**Энергетическая эффективность** - характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю;

**Класс энергетической эффективности** - характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность;

В отечественной нормативной литературе приведены также следующие понятия:

**Показатель энергетической эффективности** - абсолютная, удельная или относительная величина потребления или потерь энергетических ресурсов для продукции любого назначения или технологического процесса.

**Показатель использования установленной мощности электростанции** - Отношение произведенной электростанцией электрической энергии за установленный интервал времени к установленной мощности электростанции.

**Тарифы** - система ценовых ставок, по которым осуществляются расчеты за электрическую энергию (мощность) и тепловую энергию (мощность), а также за соответствующие услуги, оказываемые организациями, осуществляющими регулируемую деятельность.

**Энергоемкость:**

**Полная энергоемкость продукции** - Величина расхода энергии и (или) топлива на изготовление продукции, включая расход на добычу, транспортирование, переработку полезных ископаемых и производство сырья, материалов, деталей с учетом коэффициента использования сырья и материалов.



**Энергоемкость производства продукции** - Величина потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления».

**Эффективное использование энергетических ресурсов** - Достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении требований к охране окружающей природной среды.

Под **энергоемкостью и электроемкостью ВВП\*** понимаются соответственно величины, характеризующие потребление энергоносителей и потребление электрической энергии-нетто на единицу ВВП\* и относятся к группе технологических показателей.

Вводится **интегральный показатель** энергетической эффективности

**Уровень технологического развития (УТР) - доля полезной электрической энергии от конечного потребления первичной энергии с учетом расхода на собственные нужды энергетического сектора и потерь. Выражается в процентах.**

Предложенный интегральный показатель энергетической эффективности – уровень технологического развития, наиболее адекватно отображает уровень развития страны с высоким уровнем душевого потребления ВВП\*, поскольку является одновременным отражением и энергоемкости и электроемкости ВВП\*.

Начиная с 2011 г. этот показатель рассчитывался нами, исходя из данных ЕИА, в виде отношения полезной электроэнергии к потреблению первичных энергоносителей и включался в таблицы показателей энергетической эффективности (полезная электроэнергия пересчитывается по так называемому теоретическому (угольному) эквиваленту  $\sim 123$  г/кВт·ч).

Выполненные многочисленные расчеты, связанные с анализом энергетических балансов, позволяют уточнить сформулированное ранее нами понятие УТР и определить этот интегральный показатель, как:

$$УТР = \frac{W_{ке}}{\sum_{i=1}^n (E_{ке}^{P_i} + \delta_1 E^{P_i} + \delta_2 E^{P_i}) + \delta_1 W + \delta_2 W} \cdot 100$$

где  $W_{ке}$  – конечное (полезное) потребление электроэнергии;

$E_{ке}^{P_i}$  – конечное энергетическое потребление  $i$ -го энергоносителя;

$\delta_{1,2} E^{P_i}$  – соответственно расход СН (энергетический сектор) и потери распределения  $i$ -го энергоносителя;

$\delta_{1,2} W$  – соответственно расход на СН и потери распределения электроэнергии

## 5.2 Показатель использования установленной мощности электростанции

Отношение произведенной электростанцией электрической энергии за установленный интервал времени к установленной мощности электростанции.

**Примечание.** Показатель использования обычно выражают в часах за год и этот показатель называют число часов использования установленной мощности.

**Коэффициент использования установленной мощности электроустановки** - Отношение среднеарифметической мощности к

установленной мощности электроустановки за установленный интервал времени (ГОСТ 19431-84).

Число часов использования установленной мощности электростанций (в дальнейшем число часов использования) и тарифы на электрическую энергию, являются важнейшими показателями энергетической эффективности. В условиях возмещения затрат и обеспечения нормативной рентабельности тариф на электроэнергию определяется моделью:

$$T_3^H = s_3^H + \frac{K_{уд}^3}{H_{брутто}^3} P e_3^H$$

где:  $T_3^H$ ,  $s_3^H$ ,  $K_{уд}^3$ ,  $P e_3^H$  – соответственно нормативные показатели тарифа на электроэнергию, себестоимости электроэнергии, удельной стоимости единицы электрической мощности и рентабельности производства электроэнергии по отношению к стоимости фондов;

$H_{брутто}^P$  – число часов использования с учетом расхода электроэнергии на собственные нужды электростанций и потерь в электрических сетях.

Аврухом А.Я. предложены основные зависимости, позволяющие проводить факторный анализ изменений ( $\Delta$ ) рентабельности электроэнергии и, в частности, при изменении числа часов использования, а именно:

$$\Delta P e_3 (H_{брутто}^3) = \frac{(H_{брутто}^{3\alpha} - H_{брутто}^{3\beta})}{K_{уд}^{3\alpha}} (T_3^\beta - s_3^\beta)$$

где  $\alpha$ - фактические и  $\beta$ - базовые значения

В настоящее время существуют межгосударственные стандарты на промышленное оборудование, машины, приборы, которые с полным основанием можно отнести к стандартам энергетической эффективности, поскольку основное их назначение в регламентации показателей энергопотребления (энергоэффективности) этого оборудования. Принят ряд нормативных и методических документов по энергетическим обследованиям и энергопаспортизации, в которых нашли отражение показатели энергетической эффективности технологических процессов. В государственной и отраслевой статистике существует номенклатура форм, в которых отражены показатели энергопотребления и эффективности энергоиспользования на предприятиях, в отраслях, регионах, на макроуровне экономики. Таким образом, можно выделить три основные группы показателей (индикаторов) реализации энергосбережения:

- нормируемые показатели энергетической эффективности продукции, которые вносятся в межгосударственные стандарты, технические паспорта продукции, техническую и конструкторскую документацию и используются при сертификации продукции, энергетической экспертизе и энергетических обследованиях;

- показатели энергетической эффективности производственных процессов, которые вносятся в стандарты и энергопаспорта предприятий и используются в ходе осуществления государственного надзора за эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов и проведении энергообследований органами государственного надзора

- показатели (индикаторы) реализации энергосбережения (отражаются в отчетности, нормативных правовых и программно-методических документах, контролируются структурами государственного управления и надзора). Целью настоящего стандарта является формирование единого терминологического толкования и унифицированных методических подходов к представлению показателей энергосбережения и энергетической эффективности при разработке нормативных (технических, правовых) и методических документов в области энергосбережения в соответствии с законодательством в области энергетической эффективности и энергосбережения государств, упомянутых в предисловии как проголосовавших за принятие межгосударственного стандарта.

### **5.3 Область применения и основные положения**

Настоящий стандарт устанавливает основные виды показателей энергосбережения и энергетической эффективности, вносимых в нормативные (технические, методические) документы, техническую (проектную, конструкторскую, технологическую, эксплуатационную) документацию на энергопотребляющую продукцию, технологические процессы, работы и услуги. Стандарт распространяется на все виды продукции, включая топливно-энергетические ресурсы (далее - ТЭР), материалы и изделия, использование которых по назначению связано с расходом (потерями) ТЭР, на технологические процессы, сопровождающиеся потреблением (потерями) ТЭР, а также на все виды деятельности, направленные на рациональное использование и экономию ТЭР. Стандарт предназначен для использования юридическими и физическими лицами в их деятельности по энергосбережению, при разработке новых и пересмотре действующих нормативных документов в части, касающейся нормирования показателей энергетической эффективности, при разработке и проведении (энергетической) экспертизы проектной документации, при проведении энергетических обследований (энергетического аудита) и энергетической паспортизации потребителей ТЭР, при разработке нормативных и методических документов в обеспечение программ энергосбережения и статистической отчетности в области энергосбережения.

Показатели энергосбережения характеризуют деятельность (научную, производственную, организационную, экономическую, техническую) юридических и физических лиц по реализации мер, направленных на эффективное использование и экономное расходование ТЭР на всех стадиях их жизненного цикла. Показатели энергосбережения используют при:

- планировании и оценке эффективности работ по энергосбережению;
- проведении энергетических обследований (энергетического аудита) потребителей энергоресурсов;
- формировании статистической отчетности по эффективности энергоиспользования.

Показатели энергосбережения различают по уровню интегрированности рассматриваемого объекта деятельности. Объектом деятельности по энергосбережению может быть определенная продукция, технологический процесс, участок, цех, производство, предприятие - потребитель энергоресурсов, государство в целом или административно обособленная его часть.

Организационную, техническую, научную, экономическую деятельность в области энергосбережения характеризуют показателями:

- фактической экономии ТЭР, в т.ч. за счет нормирования энергопотребления на основе технологических регламентов и стандартов (отраслевых, региональных, предприятий); экономического стимулирования (отраслей, регионов, предприятий, персонала);

- снижения потерь ТЭР, в т.ч. за счет оптимизации режимных параметров энергопотребления; проведения не требующих значительных инвестиций энергосберегающих мероприятий по результатам энергетических обследований; внедрения приборов и систем учета ТЭР; подготовки кадров; проведения рекламных и информационных кампаний;

- снижения энергоемкости производства продукции (на предприятии) и валового внутреннего продукта (в регионе, в стране), в т.ч. за счет внедрения элементов структурной перестройки энергопотребления, связанной с освоением менее энергоемких схем энергообеспечения, вовлечением в энергетический баланс нетрадиционных возобновляемых источников энергии, местных видов топлива, вторичных энергоресурсов; реализации проектов и программ энергосбережения, энергосберегающих технологий, оборудования, отвечающего мировому уровню, и т.п.

Производственную (хозяйственную) деятельность в области энергосбережения характеризуют сравнительными показателями энергопотребления и энергоемкости производства продукции в отчетном году в сравнении с базовым годом в сопоставимых условиях - при приведении к равным объемам и структуре производства продукции. Производственную (хозяйственную) деятельность в области энергосбережения характеризуют также абсолютными, удельными и относительными показателями энергопотребления, потерь энергетических ресурсов в ходе хозяйственной деятельности за определенный промежуток времени.

Применительно к изделиям, оборудованию, материалам, ТЭР (далее - продукция) и технологическим процессам для характеристики энергосбережения используют показатели их энергетической эффективности. Различают следующие основные показатели энергетической эффективности:

- экономичность потребления ТЭР (для продукции при ее использовании по прямому функциональному назначению);

- энергетическая эффективность передачи (хранения) ТЭР (для продукции и процессов);

- энергоемкость производства продукции (для процессов).

Показатели экономичности энергопотребления продукции и энергетической эффективности при передаче, хранении ТЭР характеризуют техническое совершенство продукции и качество ее изготовления и определяются качеством конструкторской и технологической проработки изделий.

Показатели экономичности энергопотребления и энергетической эффективности передачи (хранения) ТЭР:

- устанавливают в нормативных документах по стандартизации на продукцию в виде нормативных значений, определяемых в регламентированных условиях;

- вводят в техническую (проектную, конструкторскую, технологическую, эксплуатационную) документацию на продукцию в виде:

нормативов потерь (расхода) энергии (энергоносителей), определяемых в регламентированных условиях использования продукции;

норм потерь (расхода) энергетических ресурсов (энергоносителей) для конкретных условий использования продукции (реализации технологического процесса).

Показатели энергоемкости производства продукции вводят в нормативную и техническую документацию на материалы, изделия, технологические процессы.

Нормативные показатели энергетической эффективности, устанавливаемые в нормативных документах по стандартизации, разрабатывают на основе:

- достижения экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем мировом уровне развития техники и технологий;

- соблюдения нормативных требований по охране окружающей среды;

- использования имеющегося опыта нормирования показателей энергоэффективности и обоснования принимаемых значений соответствующими расчетами, экспериментами, испытаниями;

- гармонизации с международными, региональными, зарубежными национальными стандартами.

Нормативные показатели энергоэффективности продукции устанавливают с указанием требований к допустимому изменению нормируемых значений показателей за период нормальной эксплуатации данной продукции. Подтверждение соответствия показателей энергоэффективности продукции установленным стандартами нормативам осуществляют с учетом ГОСТ 31531.

#### **5.4 Выбор номенклатуры и значений показателей экономичности энергопотребления, эффективности передачи энергии и энергоемкости**

Показатели экономичности энергопотребления могут быть выражены в абсолютной или удельной форме.

Абсолютная форма характеризует расход ТЭР в регламентированных условиях (режимах) работы. Удельная форма характеризует отношение расхода ТЭР к вырабатываемой или потребляемой энергии, произведенной продукции, произведенной работе в регламентированных условиях (режимах) работы.

В качестве показателей экономичности энергопотребления предпочтительны удельные показатели, т.е. количество энергии или топлива, затрачиваемое машиной, механизмом на производство единицы продукции или работы.

Если потребляемая машиной (механизмом, оборудованием, установкой) мощность и развиваемая ею полезная мощность относительно неизменны во времени для определенного режима работы, то в качестве показателя экономичности энергопотребления предпочтительно выбрать отношение полезной мощности к потребляемой мощности.

Если совершаемая полезная работа не может быть подсчитана непосредственно в физических единицах, то в качестве удельного показателя

выбирают отношение расхода топлива или энергии к величине, косвенно (по однозначности) характеризующей совершаемую работу, или отношение к единице продукции.

Для ряда изделий количество полезной работы оценивают достижением полезного эффекта (результата работы), т.е. возможно нормирование только абсолютного значения показателя энергопотребления.

В нормативной документации на изделия, потребляющие одновременно различные виды топлива/энергии или топлива и энергии, должны устанавливаться показатели экономичности энергопотребления:

- по каждому виду топлива отдельно;
- по всем видам топлива в сумме в пересчете на условное топливо;
- по каждому виду энергии отдельно;
- по всем видам энергии в сумме в пересчете к одному виду единиц измерения.

Технические нормативы расхода топлива и энергии устанавливают в виде предельных значений показателей экономичности энергопотребления при данных (регламентированных) условиях эксплуатации изделий.

В качестве регламентированных условий указывают:

- характеристики перерабатываемых материалов и сырья, перемещаемых жидкостей и газов и т.п. (например, влажность, твердость, плотность, содержание примесей, агрегатное состояние, температура и т.д.);
- описание условий (режимов) работы изделия (последовательность операции, продолжительность операции, вид работы, степень загрузки, производительность, условия окружающей среды и т.д.);
- вид, свойства произведенной продукции, описание произведенной работы, процесс передачи, трансформации или преобразования энергии.

Условия, устанавливаемые в стандарте, должны быть воспроизводимы на практике. В разделах стандартов (или отдельных нормативных документах) на методы испытаний должны быть оговорены методы проверки значений показателей экономичности энергопотребления, установленных в стандарте на энергопотребляющую продукцию.

Устанавливаемые в документах значения показателей экономичности энергопотребления должны охватывать (как правило) весь рабочий диапазон изделия. Для изделий непрерывного действия должны быть установлены показатели экономичности энергопотребления в допустимых интервалах изменения скоростей, производительности, полезной мощности и т.д. Для изделий периодического действия устанавливают показатели на ряд отдельных операций, состояний, видов работ, охватывающих режимы эксплуатации (работы) изделия.

Примечание - Допускается в качестве технического норматива устанавливать предельно допустимые значения показателей экономичности энергопотребления не для всех, а для наиболее вероятных условий эксплуатации или условий, наиболее полно характеризующих (отражающих) эксплуатационные свойства изделия. В качестве таких условий могут быть один или несколько режимов работы (эксплуатации) изделий.

Технические нормативы расхода топлива и энергии должны устанавливаться в нормативной документации с указанием требований к допустимым пределам изменения нормируемых значений показателей экономичности энергопотребления за период нормальной эксплуатации изделий.

Допускаются следующие формы записей технических нормативов расхода топлива и энергии:

- в виде числовых значений показателей экономичности энергопотребления;
- в виде таблиц числовых значений показателей экономичности энергопотребления;
- в виде графических зависимостей числовых значений показателей экономичности энергопотребления;
- в виде функциональных или иных зависимостей показателей экономичности энергопотребления, выраженных аналитическими или иными формулами.

Показатели эффективности передачи энергии задают в виде абсолютных или удельных значений потерь энергии (энергоносителя) в системе передачи энергии.

Удельные показатели эффективности передачи энергии представляют собой отношение абсолютных значений потерь энергии в системе к характерным параметрам системы. В качестве характерных параметров используют:

- расстояние, на которое передают энергию (энергоноситель);
- исходный энергетический потенциал (исходные параметры энергоносителя);
- размерные характеристики канала передачи энергии.

В нормативной документации на систему передачи энергии устанавливают нормативы потерь энергии (энергоносителя) в регламентированных условиях работы системы.

В качестве регламентированных условий указывают:

- исходный энергетический потенциал (на входе в систему);
- описание условий работы системы (вид энергоносителя, номинальные параметры энергоносителя, условия окружающей среды и др.);
- характеристики потребителя энергии.

Устанавливаемые в документации значения показателей эффективности передачи энергии должны охватывать весь рабочий диапазон параметров системы (исходный энергетический потенциал, режим расходования энергии, режим "подпитки" системы энергией и др.).

Нормативные показатели эффективности передачи энергии устанавливают в форме:

- числовых значений и таблиц числовых значений;
- графических зависимостей потерь энергии в функции характерных параметров системы;
- аналитических зависимостей.

Показатели производственной энергоемкости изготовления продукции (изделия) могут быть представлены в абсолютной и удельной формах для внесения в стандарты, технологическую, проектную и другую документацию.

Абсолютные значения показателей энергоемкости изготовления продукции характеризуют затраты топлива и энергии на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции. Они выражаются в абсолютных значениях затрат энергоресурсов, приходящихся на единицу продукции. В качестве единиц продукции используют принятые для данного вида единицы измерения - метры, тонны, квадратные метры, штуки и т.д.

#### Примечания

1 Энергоемкость изготовления единицы продукции не рассматривают как удельную величину. Понятие типа "Производственная энергоемкость всей продукции" может иметь смысл для определенного установленного интервала времени (за год, квартал, месяц и т.д.) и в этом случае будет отражать не техническую или технологическую характеристику изделия, а плановую или фактическую переменную производственного процесса за названный интервал, которая не подлежит стандартизации.

2 В общем случае понятие "энергоемкость" может иметь различное содержание в зависимости от степени интеграции по различным аспектам рассмотрения.

Удельное значение показателей энергоемкости изготовления продукции характеризуется отношением абсолютного значения энергоемкости этой продукции к одному из показателей, отражающих основные эксплуатационные свойства изделия.

Показатели энергоемкости продукции могут быть определены и установлены в стандартах предприятий, конструкторской, технологической и проектной документации для продукции (изделий) всех видов.

В документации на продукцию (изделия), при изготовлении которой расходуются различные виды топлива и энергии (топливно-энергетических ресурсов), должны устанавливаться показатели энергоемкости изготовления продукции (изделия):

- по всем видам топлива в сумме в пересчете на условное топливо;
- по всем видам энергии в сумме в пересчете к одному виду единиц измерения; суммарная энергоемкость по всем видам ТЭР в сумме в пересчете на условное топливо.

При расчете значений показателей энергоемкости изготовления продукции (изделий) учитывают расход ТЭР только на основные и вспомогательные процессы производства. Расход ТЭР на отопление, освещение, различные хозяйственные и прочие нужды не подлежит включению в объем затрат при подсчете значений показателей энергоемкости.

Величины показателей энергоемкости, вносимые в стандарты, конструкторскую, технологическую, проектную и другую документацию, устанавливают предельные значения энергоемкости при изготовлении изделия определенного вида в определенных технологических условиях.

В качестве таких условий могут выступать:

- а) описание конструктивных технологических особенностей и характеристик изделия;
- б) описание особенностей и характеристик основного и вспомогательного технологических процессов на данном предприятии, включающее:



- описание последовательности и режимов технологических операций по всем составным элементам, единицам и изделию в целом;
- характеристики исходного сырья, материалов, влияющие на затраты ресурсов топлива и энергии при их использовании и переработке на данном предприятии;
- характеристики деталей, заготовок, комплектующих изделий, влияющие на энергозатраты при их последующей обработке и использовании в процессе изготовления конечной продукции;
- характеристики основного оборудования (показатели его экономичности в отношении затрат топлива и энергии при эксплуатации), участвующего в технологических процессах основного и вспомогательного циклов, включая затраты топлива и энергии на подготовку технологической оснастки и инструмента;
- в) характеристика и структура технологических потерь топлива и энергии в технологическом процессе для нормальных условий производства продукции на данном предприятии.

В соответствующих разделах должны быть оговорены методы проверки установленных значений показателей энергоемкости.

Установление в документах показателей энергоемкости может сопровождаться указанием допустимых пределов изменения значений показателя по оговоренным критериям (например, изменение характеристик исходного сырья и материалов, изменение характеристик основного технологического оборудования, изменение условий внешней среды и т.д.).

Запись значений показателей энергоемкости продукции (изделий) в стандарты, конструкторскую, технологическую, проектную и другую документацию предпочтительнее осуществлять в форме:

- числовых значений;
- таблиц числовых значений.

### **5.5 Классификация показателей энергетической эффективности**

Показатели энергоэффективности продукции классифицируют по:

- а) группам однородной продукции.
- б) виду используемых энергоресурсов (энергоносителей).
- в) методам определения показателей:

- расчетно-аналитический,
- опытно-экспериментальный,
- статистический,
- приборный,
- смешанный.

Расчетно-аналитический метод основывается на использовании методик определения расчетных значений показателей при проектировании изделий.

Опытно-экспериментальный метод основывается на данных специально организованных экспериментах с опытными образцами энергопотребляющей продукции с проведением специальных измерений характеристик для оценки показателей энергоэффективности.

Статистический метод основывается на подборе и обработке статистических данных по показателям энергоэффективности продукции, выбранным в качестве прототипов исследуемого образца. Приборный метод основывается на проведении специальных испытаний промышленных образцов продукции и измерений фактических значений показателей энергоэффективности.

Смешанный метод представляет собой комбинацию двух или большего числа вышеперечисленных методов;

г) области использования:

- прогнозируемые показатели,
- планируемые показатели,
- фактические показатели;

д) уровню интегрированности рассматриваемого объекта;

Контрольные вопросы:

1. Что такое коэффициент использования установленной мощности электроустановки?

2. Классификация показателей энергетической эффективности.

## **6. МЕТОДИКА РАСЧЕТА НОРМАТИВОВ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

### **6.1 Структура технических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям**

Технические потери электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям рассчитываются как в целом, так и с разбивкой по уровням напряжения:

- на среднем первом напряжении – 35 кВ (СНП);
- на среднем втором напряжении – 1-10 кВ (СНП);
- на низком напряжении – 0,4 кВ и ниже (НН).

Технические потери электроэнергии (ТПЭ) при ее передаче по электрическим сетям включают в себя технические потери в линиях и оборудовании электрических сетей, обусловленных физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии в соответствии с техническими характеристиками и режимами работы линий и оборудования. Величина технических потерь электроэнергии при ее распределении по электрическим сетям рассчитывается в соответствии с настоящей Методикой.

Технические потери электроэнергии в электрических сетях, возникающие при ее передаче по электрическим сетям, состоят из потерь, не зависящих от величины передаваемой мощности (нагрузки) – условно-постоянных потерь, и потерь, объем которых зависит от величины передаваемой мощности (нагрузки) – условно-переменных (нагрузочных) потерь.

Расход электроэнергии на собственные нужды определяется в соответствии с приборами учета.

Формы обосновывающих материалов заполняются в соответствии с приложением к настоящей Методике для электрической сети, участвующей в процессе передачи и распределении электроэнергии.

## 6.2 Общие принципы прогнозирования технических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям

Технические потери электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям рассчитываются за базовый (отчетный год, предшествующий текущему году расчета) и на прогнозный период (год, следующий за текущим годом расчета) по фактическим и прогнозным показателям баланса электроэнергии.

Технические потери электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям на прогнозный период определяются в зависимости от расчетного значения ТПЭ за базовый период, и показателей баланса электроэнергии за базовый и на прогнозный периоды.

Технические потери электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям рассчитываются отдельно по составляющим: условно-постоянные и условно-переменные (нагрузочные).

Условно-постоянные потери электроэнергии на прогнозный период принимаются по результатам их расчетов за базовый период и корректируются в соответствии с изменением состава оборудования на прогнозный период.

Нагрузочные потери электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям соответствующей энергокомпании (ЭК) на прогнозный период определяются по формуле:

$$\Delta W_{н.п} = \Delta W_{н.б} \cdot \left( \frac{W_{ос.п}}{W_{ос.б}} \right)^2$$

где  $\Delta W_{н.б}$ ,  $\Delta W_{н.п}$  — нагрузочные потери электроэнергии за базовый и на прогнозный периоды соответственно;

$W_{ос.б}$ ,  $W_{ос.п}$  — поступление электроэнергии в сеть в базовом и прогнозном периодах соответственно.

В случае принятия на обслуживание сетевого оборудования в прогнозном периоде, неучтенного при расчете нагрузочных потерь базового периода, нагрузочные потери электроэнергии в таком оборудовании на прогнозный период рассчитываются дополнительно. В случае демонтажа сетевого оборудования в прогнозном периоде, учтенного при расчете нагрузочных потерь базового периода, нагрузочные потери в таком оборудовании на прогнозный период исключаются из расчетов.

Технические потери электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям ЭК по абсолютной величине на прогнозный период ( $\Delta W_{ТПЭ.п}$ ) определяются:

$$\Delta W_{ТПЭ.п} = \Delta W_{у-п.п.} + \Delta W_{н.п.}$$

где  $\Delta W_{у-п.п.}$  — условно-постоянные потери электроэнергии на прогнозный период.

Относительное значение технических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям определяется в процентах по электрической сети в целом и рассчитывается по формуле:

$$\Delta W'_{\text{ТПЭ}} = \frac{\Delta W_{\text{ТПЭ}}}{W_{\text{ОС}}} \cdot 100$$

где  $W_{\text{ОС}}$  – поступление электроэнергии в сеть ЭК.

Определение технических потерь электроэнергии в электрических сетях ЭК в целом и по уровням напряжения осуществляется в следующем порядке.

1) В базовом периоде:

- определяется на каждом уровне напряжения сети поступление электроэнергии в сеть (с учетом приема электроэнергии из сети смежного напряжения);

- определяются условно-постоянные потери электроэнергии в целом и по уровням напряжения;

- определяются нагрузочные потери электроэнергии в целом и по уровням напряжения.

2) В прогнозном периоде:

- определяется на каждом уровне напряжения сети прогнозное значение поступления электроэнергии в сеть (с учетом приема электроэнергии из сети смежного напряжения);

- нагрузочные потери электроэнергии по уровням напряжения определяются в соответствии с формулой (1);

- нагрузочные потери электроэнергии в целом определяются как сумма нагрузочных потерь электроэнергии по уровням напряжения;

- условно-постоянные потери электроэнергии принимаются в соответствии с пунктом 10 в целом и по уровням напряжения;

- технические потери электроэнергии определяются в соответствии с формулой в целом и по уровням напряжения.

### **6.3 Методика расчета технических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям**

#### **Расчет условно-постоянных потерь (не зависящих от нагрузки)**

Условно-постоянные потери включают:

1) потери на холостой ход силовых трансформаторов;

2) потери в соединительных проводах и сборных шинах распределительных устройств подстанций (СППС);

3) потери в системе учета электроэнергии (трансформаторах тока (ТТ) и трансформаторах напряжения (ТН));

4) потери в батареях статических конденсаторов, статических тиристорных компенсаторах;

5) потери в вентильных разрядниках, ограничителях перенапряжений;

6) потери в изоляции кабелей;

7) потери от токов утечки по изоляторам ВЛ.

Потери электроэнергии холостого хода (ХХ) в силовом трансформаторе (автотрансформаторе) определяются на основе приведенных в паспортных данных оборудования потерь мощности холостого хода  $\Delta P_x$ , по формуле:

$$\Delta W_x = \Delta P_x \sum_{i=1}^m T_{pi} \left( \frac{U_i}{U_{ном}} \right)^2, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

- где  $T_{pi}$  число часов работы трансформатора в  $i$ -м режиме, ч;  
 $U_i$  напряжение на высшей стороне трансформатора в  $i$ -м режиме, кВ;  
 $U_{ном}$  номинальное напряжение высшей обмотки трансформатора, кВ.

Напряжение на трансформаторе определяется измерениями, или расчетом установившегося режима сети в соответствии с законами электротехники.

Допускается для силовых трансформаторов потери мощности XX определять с учетом их технического состояния и срока службы путем измерений этих потерь методами, применяемыми на заводах-изготовителях при установлении паспортных данных трансформаторов. При этом в обосновывающие материалы целесообразно включать официально заверенные в установленном порядке протоколы измерений потерь мощности XX.

Потери электроэнергии в соединительных проводах и сборных шинах распределительных устройств подстанций 35 кВ (СППС) составляют 3 тыс. кВт·ч на ПС в год.

Потери электроэнергии в соединительных проводах и сборных шинах распределительных устройств ТП 6-10/0,4 кВ не рассчитываются.

Если при определении технических потерь электроэнергии выполнялись расчеты потерь электроэнергии в шинпроводах подстанций, потери электроэнергии в соединительных проводах и сборных шинах распределительных устройств не рассчитываются.

Потери электроэнергии в статических компенсирующих устройствах (КУ) – батареях статических конденсаторов (БК) и статических тиристорных компенсаторах (СТК) – определяются по формуле:

$$\Delta W_{KY} = \Delta P_{KY} S_{KY} T_p, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

- где  $\Delta P_{KY}$  удельные потери мощности в соответствии с паспортными данными КУ, кВт/квар;  
 $S_{KY}$  мощность КУ (для СТК принимается по емкостной составляющей), квар.

При отсутствии паспортных данных оборудования значение  $\Delta P_{KY}$  принимается равным: для БК – 0,003 кВт/квар, для СТК – 0,006 кВт/квар.

Потери электроэнергии в вентильных разрядниках, ограничителях перенапряжений, измерительных трансформаторах напряжения, принимаются в соответствии с данными заводов-изготовителей оборудования. При отсутствии данных завода-изготовителя расчетные потери принимаются в соответствии с таблицей.

Потери электроэнергии в вентильных разрядниках (РВ), ограничителях перенапряжений (ОПН), измерительных трансформаторах тока (ТТ) и напряжения (ТН)

Класс напряжения, кВ	Потери электроэнергии, тыс. кВт·ч в год, по видам оборудования			
	РВ	ОПН	ТТ	ТН
6	0,009	0,001	0,06	1,54
10	0,021	0,001	0,1	1,9
35	0,091	0,013	0,4	3,6

**Примечания**

1. Потери электроэнергии даны на три фазы.
2. Потери в трех однофазных ТН принимаются равными потерям в одном трехфазном ТН.
3. Потери электроэнергии в ТТ напряжением 0,4 кВ принимаются равными 0,05 тыс. кВт·ч/год.
4. Значения потерь, приведенные в таблице, соответствуют году с числом дней 365. При расчете потерь в високосном году применяется коэффициент  $k = 366/365$ .
5. Потери электроэнергии в ТТ и ТН включают потери в счетчиках, входящих в состав измерительных комплексов.

Потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам воздушных линий определяются на основе данных об удельных потерях мощности, приведенных в таблице 2, и о продолжительностях видов погоды в течение расчетного периода.

По влиянию на токи утечки виды погоды объединяются в 3 группы: 1 группа – хорошая погода с влажностью менее 90 %, сухой снег, изморозь, гололед; 2 группа – дождь, мокрый снег, роса, хорошая погода с влажностью 90 % и более; 3 группа – туман.

**Удельные потери мощности от токов утечки по изоляторам ВЛ**

Группа погоды	Удельные потери мощности от токов утечки по изоляторам, кВт/км, на ВЛ напряжением, кВ			
	6	10	20	35
1	0,0011	0,0017	0,0033	0,0035
2	0,0094	0,0153	0,0302	0,0324
3	0,0154	0,0255	0,0507	0,0543

При отсутствии данных о продолжительностях различных погодных условий годовые потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам ВЛ принимаются по данным таблицы.

**Удельные годовые потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам ВЛ**

Показатель	Удельные потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам ВЛ, тыс. кВт·ч/км в год, при напряжении, кВ			
	6	10	20	35
Удельные потери	0,027	0,044	0,087	0,092

Примечание. Значения потерь, приведенные в таблице, соответствуют году с числом дней 365. При расчете потерь в високосном году применяется коэффициент  $k = 366/365$ .

Потери электроэнергии в изоляции силовых кабелей принимаются в соответствии с данными заводов-изготовителей оборудования или рассчитываются на одну цепь по формуле:

$$\Delta W_{\text{изкл}} = T \cdot b_c \cdot \text{tg}\delta \cdot L_{\text{кл}} \cdot \frac{U_1^2 + U_2^2}{2} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где  $T$  - продолжительность расчетного интервала, ч;

$U_1$  - рабочее напряжение в начале линии, кВ;

$U_2$  - рабочее напряжение в конце линии, кВ;

$b_c$  - удельная емкостная проводимость кабеля, мкСм/км;

$\text{tg}\delta$  - тангенс угла диэлектрических потерь;

$L_{\text{кл}}$  - длина линии, км.

При отсутствии справочных данных о тангенсе угла диэлектрических потерь он принимается равным:

для кабелей номинальным напряжением до 15 кВ – 0,008;

для кабелей номинальным напряжением до 35 кВ – 0,006.

Расход электроэнергии на СН подстанций определяется на основе приборов учета, установленных на высшей стороне трансформаторов собственных нужд (ТСН). При установке прибора учета на низшей стороне ТСН потери электроэнергии в ТСН, рассчитанные в соответствии с настоящей Инструкцией, добавляются к показанию счетчика.

В случае отсутствия приборов учета электроэнергии на СН ПС 10(6)/0,4 кВ расход электроэнергии определяется по результатам энергетического обследования.

#### 6.4 Расчет активных сопротивлений линий, шинопроводов, обмоток трансформаторов

Активное сопротивление ВЛ определяется в соответствии с паспортными данными оборудования по формуле:

$$R_{\text{ВЛ}} = r_0^{20} \cdot L \cdot (1 + 0,004 \cdot (\theta - 20)) / n_{\text{ц}}, \text{ Ом},$$

где  $r_0^{20}$  – удельное активное сопротивление на 1 км провода при его температуре 20 С, Ом/км;

$L$  – длина линии, км;

$T$  – средняя температура провода за базовый период, С;

$n_{\text{ц}}$  – количество параллельных цепей, шт.

В формуле принимается, что при средней загрузке линий ниже экономической плотности тока, температура провода приблизительно равна температуре воздуха.

При отсутствии данных о температуре провода, она принимается равной 20 °С.

Активное сопротивление КЛ определяется в соответствии с паспортными данными по формуле:

$$R_{\text{КЛ}} = r_0 \cdot L / n_{\text{Ц}}, \text{ Ом},$$

где  $r_0$  – удельное активное сопротивление на 1 км кабеля, Ом/км;

$L$  – длина кабеля, км;

$n_{\text{Ц}}$  – количество параллельных цепей, шт.

Активное сопротивление шинпровода определяется по формуле:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{s} \cdot [1 + k_{\text{и,с}} \cdot (\theta - 20)] \text{ Ом}$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление шинпровода, Ом·мм<sup>2</sup>/м;

$l$  – длина шинпровода, м;

$s$  – сечение шинпровода, мм<sup>2</sup>;

$k_{\text{и,с}}$  – температурный коэффициент изменения сопротивления (для меди и алюминия  $k_{\text{и,с}} = 0,004$ );

$\theta$  – средняя температура за базовый период, при которой определяют сопротивление шинпровода, °С.

При отсутствии данных о температуре шинпровода, она принимается равной 20 °С.

Если в паспортных данных шинпровода указано значение удельного активного сопротивления на 1 км шинпровода, то активное сопротивление определяется произведением значений удельного активного сопротивления и длины шинпровода.

Активное сопротивление двухобмоточного трехфазного трансформатора определяется в соответствии с паспортными данными оборудования по формуле:

$$R_{\text{T}} = \frac{\Delta P_{\text{КЗ}} \cdot U_{\text{Вном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^{-3}, \text{ Ом/фазу},$$

где  $P_{\text{КЗ}}$  – потери мощности короткого замыкания, кВт;

$U_{\text{Вном}}$  – номинальное напряжение высшей обмотки, кВ;

$S_{\text{ном}}$  – номинальная мощность трехфазного трансформатора, МВА.

Активные сопротивления трансформатора с расщепленной обмоткой определяются для каждой обмотки отдельно в соответствии с паспортными данными по формуле:

$$R_{\text{TВ}} = \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot \frac{U_{\text{Вном}}^2}{2 \cdot S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^{-3}, \text{ Ом},$$

$$R_{\text{TН1}} = R_{\text{TН2}} = 2 \cdot R_{\text{TВ}}.$$



## 6.5 Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в отдельных элементах электрических сетей

Нагрузочные потери электроэнергии включают в себя потери в:

- воздушных и кабельных линиях;
- трансформаторах;
- шинпроводах.

Нагрузочные потери электроэнергии в каждом элементе электрических сетей могут быть рассчитаны одним из двух методов в зависимости от информационной обеспеченности (методы представлены в порядке понижения точности получаемых результатов расчета):

- 1) оперативных расчетов;
- 2) средних нагрузок.

Метод оперативных расчетов

Нагрузочные потери электроэнергии в ВЛ, КЛ, шинпроводе или двухобмоточном трансформаторе за базовый период определяются по формуле:

$$\Delta W_{\#j} = 3 \cdot R \cdot \sum_{j=1}^M (I_j^2 \cdot \Delta t_j) \cdot 10^{-3} = R \cdot \sum_{j=1}^M \left( \frac{P_j^2 + Q_j^2}{U_j^2} \cdot \Delta t_j \right) \cdot 10^3, \text{кВт}\cdot\text{ч},$$

где  $R$  – активное сопротивление ВЛ, КЛ, шинпровода или двухобмоточного трансформатора, Ом;

$I_j$  – токовая нагрузка ВЛ, КЛ, шинпровода или двухобмоточного трансформатора, принимаемая на интервале времени  $\Delta t_j$  неизменной, А;

$P_j, Q_j$  – значения активной и реактивной мощности ВЛ, КЛ, шинпровода или двухобмоточного трансформатора, принимаемые на интервале времени  $t_j$  неизменными, МВт, Мвар, соответственно;

$U_j$  – значение напряжения на ВЛ, КЛ, шинпровода или двухобмоточного трансформатора, принятое на интервале  $\Delta t_j$  неизменным, кВ;

$t_j$  – интервал времени, в течение которого нагрузка элемента сети с сопротивлением  $R$  принимается неизменной;

Метод средних нагрузок

Нагрузочные потери электроэнергии в ВЛ, КЛ, шинпроводе или двухобмоточном трансформаторе за базовый период определяются по формуле:

$$\Delta W_{\#} = k_k \cdot \Delta P_{\text{ср}} \cdot T \cdot k_{\Phi}^2, \text{кВт}\cdot\text{ч},$$

где  $\Delta P_{\text{ср}}$  – потери мощности в ВЛ, КЛ, шинпроводе или двухобмоточном трансформаторе при средних за базовый период нагрузках, кВт, определяются по формуле (23);

$k_{\Phi}^2$  – квадрат коэффициента формы графика за базовый период;

$k_k$  – коэффициент, учитывающий различие конфигураций графиков активной и реактивной нагрузки (принимается равным 0,99);

$T$  – число часов в базовом периоде, ч.

Коэффициент формы графика определяется по формуле:

$$k_{\Phi}^2 = \frac{1 + 2 k_s}{3 k_s},$$

где  $k_3$  – коэффициент заполнения графика определяется по формуле:

$$k_3 = \frac{W_0}{P_{\max} T} = \frac{T_{\max}}{T} = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\max}},$$

где  $W_0$  – поступление электроэнергии в сеть за время  $T$ , кВт·ч;

$T_{\max}$  – число часов использования наибольшей нагрузки сети.

При отсутствии данных о коэффициенте заполнения графика нагрузки и (или) коэффициенте реактивной мощности, для сети номинальным напряжением 6(10) кВ и выше допускается  $k_3 = 0,7$  и (или)  $\text{tg } \varphi = 0,620$  (соответствует  $\cos \varphi = 0,85$ ).

Если проводились надлежащим образом оформленные измерения  $\cos \varphi$ , используются полученные результаты.

Нагрузочные потери мощности при средних за базовый период нагрузках в ВЛ, КЛ, шинопроводе или двухобмоточном трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{ср}} = 3 \cdot I_{\text{ср}}^2 \cdot R \cdot 10^{-3} = \frac{P_{\text{ср}}^2 + Q_{\text{ср}}^2}{U_{\text{ср}}^2} \cdot R = \frac{P_{\text{ср}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \varphi)}{U_{\text{ср}}^2} \cdot R \cdot 10^3, \text{ кВт},$$

где  $P_{\text{ср}}, Q_{\text{ср}}$  – средние значения активной и реактивной мощности за базовый период  $T$ , МВт, Мвар;

$\text{tg } \varphi$  – коэффициент реактивной мощности;

$U_{\text{ср}}$  – среднее напряжение элемента за базовый период  $T$ , кВ;

$I_{\text{ср}}$  – среднее значение токовой нагрузки, А, определяется по формуле (27);

$R$  – активное сопротивление ВЛ, КЛ, шинопровода или двухобмоточного трансформатора, Ом.

Средняя нагрузка определяется по формулам:

$$P_{\text{ср}} = \frac{W_T}{T}, \text{ кВт};$$

$$I_{\text{ср}} = \frac{W_T}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ср}} \cdot T \cdot \cos \varphi}, \text{ А},$$

где  $W_T$  – электроэнергия в узле за базовый период  $T$ , кВт·ч.

Средняя нагрузка определяется по формулам (16).

## 6.6 Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в электрической сети в целом

Нагрузочные потери электроэнергии в электрической сети в целом за  $T$  часов ( $D$  дней) могут быть рассчитаны одним из пяти следующих методов в зависимости от объема имеющейся информации о схемах и нагрузках сетей (методы расположены в порядке снижения точности расчета):

- 1) оперативных расчетов;
- 2) расчетных суток;

- 3) средних нагрузок;
- 4) числа часов наибольших потерь мощности;
- 5) оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузках сети.

Потери мощности в сети при использовании для расчета потерь электроэнергии методов 1÷4 рассчитываются на основе заданной схемы сети и нагрузок ее элементов, определенных с помощью измерений или с помощью расчета нагрузок элементов электрической сети в соответствии с законами электротехники.

Потери электроэнергии по методам 2÷4 могут рассчитываться за каждый месяц расчетного периода с учетом схемы сети, соответствующей данному месяцу. Допускается рассчитывать потери за расчетные интервалы, включающие в себя несколько месяцев, схемы сетей в которых могут рассматриваться как неизменные. Потери электроэнергии за базовый период определяют как сумму потерь, рассчитанных для входящих в базовый период месяцев (расчетных интервалов).

Метод оперативных расчетов состоит в расчете потерь электроэнергии по формуле:

$$\Delta W = 3 \cdot \sum_{i=1}^n R_i \cdot \sum_{j=1}^m I_{ij}^2 \cdot \Delta t_{ij} \cdot 10^{-3}, \text{кВт}\cdot\text{ч}$$

- где  $n$  — число элементов сети;  
 $t_{ij}$  — интервал времени, в течение которого токовую нагрузку  $I_{ij}$ -го элемента сети с сопротивлением  $R_i$  принимают неизменной;  
 $m$  — число интервалов времени.

Токовые нагрузки элементов сети определяются на основе данных диспетчерских ведомостей, оперативных измерительных комплексов и автоматизированных систем учета электрической энергии.

Метод расчетных суток состоит в расчете потерь электроэнергии по формуле:

$$\Delta W_{\text{сут}} = k_{\text{ф.м}}^2 \Delta W_{\text{сут}} \text{Д}_{\text{экв}j}, \text{кВт}\cdot\text{ч},$$

- где  $\Delta W_{\text{сут}}$  — потери электроэнергии за сутки расчетного месяца со среднесуточным поступлением электроэнергии в сеть  $W_{\text{ср.сут}}$  и конфигурацией графиков нагрузки в узлах, соответствующей контрольным замерам, кВт·ч;  
 $k_{\text{ф.м}}^2$  — квадрат коэффициента формы графика суточных поступлений электроэнергии в сеть (график с числом значений, равным числу дней в месяце контрольных замеров);  
 $\text{Д}_{\text{экв}j}$  — эквивалентное число дней в  $j$ -м расчетном интервале, определяемое по формуле:

$$\text{Д}_{\text{экв}j} = \sum_{i=1}^{N_i} W_{\text{м}i}^2 \text{Д}_{\text{м}i} / W_{\text{м}p}^2$$

- где  $W_{\text{м}i}$  — поступление электроэнергии в сеть в  $i$ -м месяце с числом дней  $\text{Д}_{\text{м}i}$ , кВт·ч;

$W_{м.р}$  то же, в базовом месяце, кВт·ч;

$N_j$  число месяцев в j-м расчетном интервале.

При расчете потерь электроэнергии за месяц  $D_{э.кв.j} = D_{м.i}$ .

Потери электроэнергии за расчетные сутки  $\Delta W_{сут}$  определяются как сумма потерь мощности, рассчитанная для каждого часового интервала расчетных суток.

Потери электроэнергии в базовом периоде определяются как сумма потерь во всех расчетных интервалах года. Допускается определять годовые потери электроэнергии на основе расчета  $\Delta W_{сут}$  для зимнего дня контрольных замеров, принимаемая в формуле (33)  $N_j = 12$ .

Коэффициент  $k_{ф.м}^2$  определяется по формуле:

$$k_{ф.м}^2 = \sum_{i=1}^{D_m} W_i^2 / (W_{ср.сут}^2 D_m),$$

где  $W_i$  поступление электроэнергии в сеть за i-й день месяца, кВт·ч;

$D_m$  число дней в месяце.

При отсутствии данных о поступлении электроэнергии в сеть за каждые сутки месяца коэффициент  $k_{ф.м}^2$  определяется по формуле:

$$k_{ф.м}^2 = \frac{(D_p + k_w^2 D_{н.р}) D_m}{(D_p + k_w D_{н.р})^2},$$

где  $D_p, D_{н.р}$  число рабочих и нерабочих дней в месяце ( $D_m = D_p + D_{н.р}$ );

$k_w$  отношение значений энергии, потребляемой в средний нерабочий и средний рабочий дни  $k_w = W_{н.р} / W_p$

Метод средних нагрузок состоит в расчете потерь электроэнергии по формуле:

$$\Delta W_{н.j} = k_l k_k \Delta P_{ср} T_j k_{ф}^2, \text{ кВт·ч,}$$

где  $\Delta P_{ср}$  потери мощности в сети при средних за расчетный интервал нагрузках узлов, кВт;

$k_{ф}^2$  квадрат коэффициента формы графика суммарной нагрузки сети за расчетный интервал;

$k_k$  коэффициент, учитывающий различие конфигураций графиков активной и реактивной нагрузки различных ветвей сети;

$T_j$  продолжительность j-го расчетного интервала, ч.

Коэффициент формы графика суммарной нагрузки сети за расчетный интервал определяется по формуле:

$$k_{\phi}^2 = \sum_{i=1}^m P_i^2 \Delta t_i / (P_{cp}^2 T)$$

где  $P_i$  значение нагрузки на  $i$ -й ступени графика продолжительностью  $\Delta t_i$ , кВт; 19  
 $m$  число ступеней графика на расчетном интервале;  
 $P_{cp}$  средняя нагрузка сети за расчетный интервал, кВт.

Коэффициент  $k_k$  в формуле (23) принимается равным 0,99. Для сетей 6–10 кВ и радиальных линий 35 кВ вместо значений  $P_i$  и  $P_{cp}$  в формуле (23) могут использоваться значения тока головного участка  $I_i$  и  $I_{cp}$ . В этом случае коэффициент  $k_k$  принимают равным 1,02.

Допускается определять коэффициент формы графика за расчетный интервал по формуле:

$$k_{\phi}^2 = k_{\phi,c}^2 \cdot k_{\phi,m}^2 \cdot k_{\phi,N}^2$$

где  $k_{\phi,c}^2$  квадрат коэффициента формы суточного графика дня контрольных замеров, рассчитанный по формуле (24);  
 $k_{\phi,N}^2$  квадрат коэффициента формы графика месячных поступлений электроэнергии в сеть (график с числом значений, равным числу месяцев в расчетном интервале), рассчитываемый по формуле:

$$k_{\phi,N}^2 = \sum_{i=1}^{N_j} W_{mi}^2 / (N_j \cdot W_{cp,мес}^2)$$

где  $W_{mi}$  поступление электроэнергии в сеть за  $i$ -й месяц расчетного интервала, кВт·ч;  
 $W_{cp,мес}$  среднемесячное поступление электроэнергии в сеть за месяцы расчетного интервала, кВт·ч.

При расчете потерь за месяц  $k_{\phi,N}^2 = 1$ .

При отсутствии графика нагрузки значение  $k_{\phi}^2$  определяется по формуле:

$$k_{\phi}^2 = \frac{1 + 2k_z}{3k_z}$$

Коэффициент заполнения графика суммарной нагрузки сети  $k_z$  определяется по формуле:

$$k_z = \frac{W_o}{P_{max} T} = \frac{T_{max}}{T} = \frac{P_{cp}}{P_{max}}$$

где  $W_o$  поступление электроэнергии в сеть за время  $T$ , кВт·ч;  
 $T_{max}$  число часов использования наибольшей нагрузки сети.

При отсутствии данных о коэффициенте заполнения графика нагрузки и (или) коэффициенте реактивной мощности, для сети номинальным напряжением

6(10) кВ и выше допускается  $k_3 = 0,7$  и (или)  $\operatorname{tg} \varphi = 0,620$  (соответствует  $\cos \varphi = 0,85$ ).

Средняя нагрузка  $i$ -го узла определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}i} = \frac{W_i}{T}, \text{ кВт,}$$

где  $W_i$  — энергия, потребленная (генерированная) в  $i$ -м узле за время  $T$ , кВт·ч.

Метод числа часов наибольших потерь мощности состоит в расчете потерь электроэнергии по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}j} = k_n k_k \Delta P_{\text{max}} T_j \tau_o, \text{ кВт·ч}$$

где  $\Delta P_{\text{max}}$  — потери мощности в режиме наибольшей нагрузки сети, кВт;

$\tau_o$  — относительное число часов наибольших потерь мощности, определенное по графику суммарной нагрузки сети за расчетный интервал.

Относительное число часов наибольших потерь мощности определяется по формуле:

$$\tau_o = \sum_{i=1}^m P_i^2 \Delta t_i / (P_{\text{max}}^2 T_j)$$

где  $P_{\text{max}}$  — наибольшее значение из  $m$  значений  $P_i$  в расчетном интервале, кВт.

Коэффициент  $k_k$  в формуле принимается равным 1,03. Для сетей 6–10 кВ и радиальных линий 35 кВ вместо значений  $P_i$  и  $P_{\text{max}}$  в формуле могут использоваться значения тока головного участка  $I_i$  и  $I_{\text{max}}$ . В этом случае коэффициент  $k_k$  принимается равным 1,0.

Допускается определять относительное число часов наибольших потерь мощности за расчетный интервал по формуле:

$$\tau_o = \tau_c \cdot \tau_m \cdot \tau_N$$

где  $\tau_c$  — относительное число часов наибольших потерь мощности, рассчитанное по формуле для суточного графика дня контрольных замеров.

Значения  $\tau_m$  и  $\tau_N$  рассчитываются по формулам:

$$\tau_m = \frac{D_p + k_w^2 D_{\text{н}p}}{D_m};$$

$$\tau_N = \sum_{i=1}^{N_i} W_{mi}^2 / (N_j W_{\text{м}p}^2),$$

где  $W_{\text{м}p}$  — поступление электроэнергии в сеть в расчетном месяце, кВт.

При расчете потерь за месяц  $\tau_N = 1$ .

При отсутствии графика нагрузки значение  $\tau_o$  определяется по формуле:

$$\tau_0 = \frac{k_3 + 2k_3^2}{3} .$$

Метод оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузках сети применяется для расчета потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 кВ.

Нагрузочные потери электроэнергии в сети 0,4 кВ рассчитываются следующими методами оценки потерь электроэнергии на основе зависимости потерь от обобщенной информации о схемах и нагрузках сети и поэлементного расчета потерь мощности и электроэнергии с использованием схемы электрической сети и ее режимных параметров.

1) Метод оценки потерь электроэнергии на основе зависимости потерь от обобщенной информации о схемах и нагрузках сети.

Потери электроэнергии в N линиях 0,4 кВ со средним сечением головных участков  $F_{г\text{ ср}}$ , мм<sup>2</sup>, поступлением электроэнергии в линии  $W_{0,4}$ , тыс. кВт·ч, за период Д, дней, рассчитываются в соответствии с методом оценки потерь электроэнергии на основе зависимости потерь от обобщенной информации о схемах и нагрузках сети (\*) по формуле:

$$\Delta W = k_{0,4} \cdot \left( \frac{W_{0,4}}{N} \right)^2 \cdot \frac{(1 - d_n)^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) \cdot L_{\text{экв}}}{F_{г\text{ ср}} \cdot Д} \cdot \frac{1 + 2 \cdot k_3}{3 \cdot k_3} , \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч},$$

где  $L_{\text{экв}}$  эквивалентная суммарная длина линий, км;  
 $\operatorname{tg} \varphi$  средний коэффициент реактивной мощности;

$k_{0,4}$  коэффициент, учитывающий характер распределения нагрузок по длине линии и неодинаковость нагрузок фаз;

$d_n$  доля электроэнергии, потребляемая на расстоянии 1-2 пролета от ТП, по отношению к суммарному поступлению в сеть 0,4 кВ.

\* П р и м е ч а н и е:

Метод оценки потерь электроэнергии на основе зависимости потерь от обобщенной информации о схемах и нагрузках сети может применяться для расчета потерь электроэнергии в совокупности линий общим количеством не менее суммарного количества линий, отходящих от 150 шт. ТП 6-10/0,4 кВ или более. Для электрических сетей меньшего объема применяется метод поэлементного расчета потерь мощности и электроэнергии с использованием схемы электрической сети и ее режимных параметров.

Эквивалентная суммарная длина N линий определяется по формуле:

$$L_{\text{экв}} = L_M + 0,44 L_{2-3} + 0,22 L_1 , \text{ км}$$

где  $L_M$  суммарная длина магистралей N линий 0,4 кВ, км;  
 $L_{2-3}$  суммарная длина двухфазных и трехфазных ответвлений N линий 0,4 кВ, км;  
 $L_1$  суммарная длина однофазных ответвлений N линий 0,4 кВ, км.

### Примечания:

1. При определении магистрали одной линии 0,4 кВ рассчитывается наибольшее расстояние от шин 0,4 кВ распределительного трансформатора 6–20/0,4 кВ до наиболее удаленного потребителя присоединенного к трехфазной или двухфазной линии.

2. При определении эквивалентной длины линии в длину ответвления не включаются электрические сети, относящиеся к общедомовому имуществу многоквартирных жилых домов (в том числе внутридомовые электрические сети), а также ответвления к жилым домам, если граница балансовой принадлежности (эксплуатационной ответственности) находится на опоре.

При наличии алюминиевых, стальных и медных проводов в магистрали или ответвлениях в формулу подставляют длины линий, определяемые по формуле:

$$L = L_a + 4 L_c + 0,6 L_{\text{мед}}, \text{ км}$$

где  $L_a, L_c, L_{\text{мед}}$  длины алюминиевых, стальных и медных проводов, соответственно, км.

Коэффициент  $k_{0,4}$  определяют по формуле:

$$k_{0,4} = k_u (7,78 - 2,67d_p - 1,48d_p^2) \times (1,25 + 0,14 \times d_p),$$

где  $d_p$  доля энергии, поступающей населению по отношению к суммарному поступлению в сеть 0,4 кВ;

$k_u$  коэффициент, принимаемый равным 1 для линии 400/230 В и равным 3 для линии 220/127 В.

Коэффициент  $F_{\text{грп}}$  определяется по формуле:

$$F_{\text{грп}} = \frac{\sum_{i=1}^N F_{\text{гi}} \cdot L_{\text{гi}}}{\sum_{i=1}^N L_{\text{гi}}}, \text{ мм}^2,$$

где  $F_{\text{гi}}$  – сечение головного участка  $i$ -ой линии, мм<sup>2</sup>;

$L_{\text{гi}}$  – длина головного участка  $i$ -ой линии, км.

Примечание: Длина головного участка определяется как суммарная протяженность участков сети одинакового сечения от центра питания до первого разветвления электрической сети или до первой подключенной к узлу сети нагрузки.

При отсутствии данных о коэффициенте заполнения графика и (или) коэффициенте реактивной мощности, для сетей номинальным напряжением менее 1 кВ допускается принимать  $k_3 = 0,6$ ;  $\text{tg } \varphi = 0,620$  (соответствует  $\cos \varphi = 0,85$ ).

При отсутствии учета электроэнергии, поступающей в линии 0,4 кВ, ее значение определяется, вычитанием из энергии, отпущенной в сеть 6-10 кВ, потерь в оборудовании 6-10 кВ и энергии, отпущенной в трансформаторные подстанции (ТП) 6-10/0,4 кВ, энергии, отпущенной потребителям, подключенным к шинам ТП и линии 0,4 кВ, находящиеся на балансе потребителей.

2). Метод поэлементного расчета потерь мощности и электроэнергии с использованием схемы электрической сети и ее режимных параметров.



При необходимости точного расчета потерь электроэнергии в электрических сетях 0,4 кВ и при наличии достаточного количества исходной информации, а также при расчете потерь электроэнергии в отдельных линиях 0,4 кВ рекомендуется использовать методы поэлементного расчета потерь мощности и электроэнергии с использованием схемы электрической сети и ее режимных параметров.

Расчет потерь электроэнергии выполняется методом средних нагрузок по формуле:

$$\Delta W_{нj} = k_{л} k_{к} K_{н\text{ер}} \Delta P_{\text{ср}} T_j k_{\phi}^2, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где  $\Delta P_{\text{ср}}$  - потери мощности в сети при средних за расчетный интервал нагрузках узлов, кВт;

$k_{\phi}^2$  - квадрат коэффициента формы графика суммарной нагрузки сети за расчетный интервал;

$k_{к}$  - коэффициент, учитывающий различие конфигураций графиков активной и реактивной нагрузки различных ветвей сети;

$K_{н\text{ер}}$  - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузок по фазам (для однофазного участка сети коэффициент равен 1), определяется по формуле (45);

$T_j$  - продолжительность j-го расчетного интервала, ч.

В зависимости от исполнения участка для расчета потерь мощности и напряжения в сети при средних за расчетный интервал нагрузках узлов используются следующие формулы:

Участок сети с тремя фазами:

Потери мощности на участке сети определяются по формуле:

$$\Delta P_{3\phi} = 3 \cdot I_{1\phi \text{ ср}}^2 \cdot R_{1\phi} \cdot 10^{-3} = \frac{1}{3} \cdot \frac{P_{3\phi \text{ ср}}^2 + Q_{3\phi \text{ ср}}^2}{U_{\phi \text{ ср}}^2} \cdot R_{1\phi} \cdot 10^3, \text{ кВт},$$

где  $I_{1\phi \text{ ср}}$  - средний за расчетный интервал  $T$  фазный ток в одной фазе, А;

$R_{1\phi}$  - активное сопротивление одной фазы, Ом;

$P_{3\phi \text{ ср}}$ ,  $Q_{3\phi \text{ ср}}$  - средние суммарные значения активной и реактивной мощности за период  $T$  в трех фазах, МВт, Мвар;

$U_{\phi \text{ ср}}$  - среднее фазное напряжение в узле элемента за период  $T$ , кВ.

Участок сети с двумя фазами:

Потери мощности определяются по формуле:

$$\Delta P_{2\phi} = 2 \cdot I_{1\phi \text{ ср}}^2 \cdot R_{1\phi} \cdot 10^{-3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_{2\phi \text{ ср}}^2 + Q_{2\phi \text{ ср}}^2}{U_{\phi \text{ ср}}^2} \cdot R_{1\phi} \cdot 10^3, \text{ кВт},$$

где  $I_{1\phi \text{ ср}}$  - средний за расчетный интервал  $T$  фазный ток в одной фазе, А;

$R_{1\phi}$  - активное сопротивление одной фазы, Ом;

$P_{2\phi \text{ ср}}$ ,  $Q_{2\phi \text{ ср}}$  - средние суммарные значения активной и реактивной мощности за период  $T$  в двух фазах, МВт, Мвар;

$U_{\phi \text{ ср}}$  - среднее фазное напряжение в узле элемента за период  $T$ , кВ.

Участок сети с одной фазой:

Потери мощности определяются по формуле:

$$\Delta P_{1\phi} = I_{1\phi \text{ ср}}^2 \cdot R_{1\phi} \cdot 10^{-3} = \frac{P_{1\phi \text{ ср}}^2 + Q_{1\phi \text{ ср}}^2}{U_{\phi \text{ ср}}^2} \cdot R_{1\phi} \cdot 10^3$$

где  $I_{1\phi \text{ ср}}$  - средний за расчётный интервал  $T$  фазный ток в одной фазе, А;

$R_{1\phi}$  - активное сопротивление одной фазы, Ом;

$P_{1\phi \text{ ср}}$ ,  $Q_{1\phi \text{ ср}}$  - средние суммарные значения активной и реактивной мощности за период  $T$  в одной фазе, МВт, Мвар;

$U_{\phi \text{ ср}}$  - среднее фазное напряжение в узле элемента за период  $T$ , кВ.

Коэффициент  $K_{\text{нер}}$  определяется по формуле:

$$K_{\text{нер}} = 3 \frac{I_a^2 + I_b^2 + I_c^2}{(I_a + I_b + I_c)^2} \cdot \left(1 + 1,5 \frac{R_n}{R_\phi}\right) - 1,5 \frac{R_n}{R_\phi}$$

где  $I_a, I_b, I_c$  - измеренные токовые нагрузки фаз;

$R_n/R_\phi$  - отношение сопротивлений нулевого и фазного проводов.

При отсутствии данных о токовых нагрузках фаз следует принимать:

для линий с  $R_n/R_\phi = 1$   $K_{\text{нер}} = 1,13$ ;

для линий с  $R_n/R_\phi = 2$   $K_{\text{нер}} = 1,2$ .

Контрольные вопросы:

1. Что включают в себя условно-постоянные потери?
2. Принцип расчет нагрузочных потерь электроэнергии.

## 7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ. БАЛАНС ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

### 7.1 Энергетический баланс и его виды

**Энергетический баланс** – количественная характеристика потребления и потерь энергоресурсов за установленный интервал времени.

#### *Назначение энергобаланса*

Разработка и анализ энергетических балансов направлены на решение следующих основных задач:

— оценка фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявление причин возникновения и определение значений потерь топливно-энергетических ресурсов;

— разработка плана мероприятий, направленных на снижение потерь топливно-энергетических ресурсов;

— выявление и оценка резервов экономии топлива и энергии;

— совершенствование нормирования и разработка научно обоснованных норм расхода топлива и энергии на производство продукции;

— определение рациональных размеров энергопотребления в производственных процессах и установках;

— определение требований к организации и совершенствованию учета и контроля расхода энергоносителей;

— получение исходной информации для решения вопросов создания нового оборудования и совершенствования технологических процессов с целью снижения энергетических затрат, оптимизация структуры энергетического баланса предприятия путем выбора оптимальных направлений, способов и размеров использования подведенных и вторичных энергоресурсов, совершенствования внутрипроизводственного хозяйственного расчета и системы стимулирования экономии топливно-энергетических ресурсов;

— определение потенциала энергосбережения.

### **Виды энергетических балансов**

В зависимости от назначения энергетические балансы промышленного предприятия могут быть квалифицированы по следующим признакам: время разработки, объект энергопотребления, целевое назначение, совокупность видов анализируемых энергетических потоков, способ разработки, форма составления.

Энергия, запасенная в топливе (энергетический потенциал топлива), может быть извлечена при сжигании в топках котлов или иными физико-химическими преобразованиями. Выделяемую при этом *полезную* энергию сопровождают *потери*.

Полезный расход энергии любого процесса, установки, предприятия, объекта можно определить через коэффициент полезного использования энергии:

$$W_{\text{ПОЛ}} = \eta W_{\text{ЗАТ}}$$

где  $W_{\text{ЗАТ}}$  - энергия внешнего источника, подведенная к объекту.

Очевидно, потери энергии, имеющие место в процессе, в абсолютных единицах выражаются так:

$$\Delta W = W_{\text{ЗАТ}} - W_{\text{ПОЛ}}$$

Наибольшие потери энергоресурсов имеют место при хранении, преобразовании и потреблении. Поскольку баланс – это сопоставление затраченной энергии и энергии полезной, то его составление может быть осуществлено двумя способами:

**Прямой баланс** энергии формируется, если удастся напрямую измерять подаваемую (затрачиваемую) энергию и энергию, полезно используемую в установке, объекте.

**Обратный баланс** составляется, если с большой достоверностью можно измерять потери энергии в объекте.

При этом, говоря о потерях энергии, необходимо иметь в виду различные их категории:

- потери, связанные с осуществлением данного технологического процесса и зависящие от технического совершенства оборудования;
- потери в действующем процессе по сравнению с процессом, осуществляемом на более высоком научно-техническом уровне, известном в мировой и отечественной практике;
- потери, экономически оправданные при осуществлении технологического процесса на традиционном уровне и при действующем оборудовании;

- потери, экономически оправданные при осуществлении технологического процесса на передовом научно-техническом уровне путем модернизации и реконструкции оборудования и технологических схем и внедрения новых технологий;
- потери, связанные с разрегулированностью технологической схемы, с эксплуатацией оборудования в неоптимальных режимах;
- потери, связанные с использованием энергоресурсов низкого качества;
- потери, вызванные необходимостью поддерживать повышенный уровень надежности, безопасности, живучести и т.п.;
- потери, связанные с обеспечением повышенного комфорта, специфических условий труда, информационными и праздничными мероприятиями.

## **7.2 Баланс электрической энергии**

Баланс электрической энергии формируется как взаимная увязка потребности хозяйства в электроэнергии и обеспечение этой потребности различными электростанциями. Выражение расходной части баланса, зависящее в сильной степени от учетно-статической базы, характеризует общую потребность в электроэнергии и распределение по отраслям хозяйства или по отраслевым комплексам: промышленности, строительству, с/х, транспорту и связи, коммунально-бытовому комплексу, сфере услуг и образованию населения.

Для более глубокого анализа электробаланса целесообразно включать в статистические материалы распределение электроэнергии по направлениям ее целевого использования в электропотребляющих процессах: освещении, силовых процессах, электротехнологии, преобразования в тепло.

Приходная часть баланса электроэнергии включает характеристики структуры выработки электроэнергии и основывается на необходимой генерирующей мощности электростанций.

Особый интерес представляет расходная часть баланса электроэнергии, связанная с функционированием самой сферы производства и передачи электроэнергии на:

- собственные нужды электростанций;
- транспортные расходы по передаче и распределению электроэнергии;
- собственные производственные и хозяйственные нужды энергосистемы.

Электроэнергия, как энергоресурс, обеспечена в наиболее полной мере средствами измерения и учета, и в этом смысле составление баланса максимально облегчается. Однако в ходе сбора, суммирования, передачи и обработки данных могут накапливаться ошибки. Поэтому окончательный баланс требует обязательной верификации.

## **7.3 Методы составления расходной части электрического баланса**

Электробаланс промышленного предприятия состоит из прихода и расхода электрической энергии (активной и реактивной). В приход включается электроэнергия, полученная от энергосистемы и выработанная электроустановками предприятия. Учет ведется по показаниям

электросчетчиков. Расходная часть электробаланса активной энергии делится на следующие статьи расхода:

- прямые затраты электроэнергии на основные технологические процессы с выделением полезного расхода на выпуск продукции, без учета потерь в различных звеньях энергоемкого технологического оборудования;
- косвенные затраты энергии на основные технологические процессы вследствие их несовершенства или нарушения технологических норм;
- затраты энергии на вспомогательные нужды (вентиляция, освещение и др.);
- потери в элементах системы электроснабжения;
- отпуск посторонним потребителям (столовые, клубы, поселки, магазины, транспорт).

В зависимости от спецификации обследуемой организации набор статей может быть различным, могут отсутствовать часть статей.

Задачами составления электробаланса являются:

- выявление и нахождение расходов энергии с целью четкого выделения ее на основную продукцию;
- определение фактических удельных норм расхода электроэнергии на единицу продукции предприятия и сравнение с аналогичными затратами других предприятий и с принятыми нормативами;
- выявление возможности сокращения нерациональных расходов энергии путем проведения различных мероприятий по усовершенствованию технологических процессов и снижения нерациональных вспомогательных затрат.

#### **7.4 Баланс тепловой энергии**

Баланс тепловой энергии обобщает ту часть тепловой энергии, которая централизованно генерируется на теплоэлектростанциях, промышленных и муниципальных котельных. При этом тепло домовых котельных, печного отопления и других отопительных средств индивидуального использования в балансе тепла, как правило, не учитывается. Правда, топливо для этих установок учитывается в топливном балансе.

Приходная часть баланса тепла должна охватывать, таким образом, следующие теплогенерирующие установки:

- теплоэлектроцентрали независимо от их ведомственной подчиненности;
- котельные промышленных предприятий, вырабатывающие тепло низкого и среднего потенциала, его верхняя граница должна определяться максимальной температурой пара, непосредственно используемого для технологических нужд;
- муниципальные котельные централизованного теплоснабжения;
- установки децентрализованного теплоснабжения, оборудованные средствами учета и контроля тепла.

Совокупность потребителей тепла легко складывается в те же отраслевые комплексы, что и в балансе электроэнергии: промышленный, коммунально-бытовой, транспортный, агропромышленный.

Контрольные вопросы:

1. Что такое энергетический баланс?
2. Виды энергетических балансов

## **8. УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ**

### **8.1 Норма расхода электрической энергии**

Для осуществления режима экономии, рационального распределения и эффективного использования электроэнергии на горнодобывающих предприятиях производят нормирование расхода электроэнергии.

Норма расхода электрической энергии—это плановый показатель ее расхода на единицу продукции установленного качества (на 1 т добытого, переработанного полезного ископаемого, на 1 м<sup>3</sup> проходки горной выработки, на 1000 м<sup>3</sup> подаваемого в шахту воздуха и т. п.).

В горнодобывающих отраслях нормы расхода электроэнергии разрабатываются на всех уровнях планирования по номенклатуре продукции и видов работ с учетом конкретных условий добычи, переработки полезного ископаемого и производства других работ. При нормировании удельного расхода электрической энергии на горных предприятиях устанавливают технологическую и общепроизводственную норму расхода энергии.

Технологическая норма расхода электрической энергии учитывает ее расход на основные и вспомогательные технологические процессы производства и служит для анализа энергоемкости производственных процессов, контроля рационального использования электроэнергии и осуществления внутришахтного хозрасчета.

Технологическая норма по шахте или руднику (кВт·ч/т) определяется как отношение соответствующего технологического расхода электроэнергии за расчетный период к добыче угля или руды за тот же период. Расчетные формулы для определения технологических норм расхода электроэнергии по добычным участкам, на проведение подготовительных выработок, электровозный и конвейерный транспорт, выдачу добытого полезного ископаемого подъемными установками, водоотливные установки, вентиляторные и компрессорные установки, кондиционирование воздуха.

Общепроизводственная норма расхода электроэнергии учитывает расход электроэнергии на основные и вспомогательные технологические процессы, вспомогательные нужды производства, технологически неизбежные потери в элементах системы электроснабжения. Общепроизводственная норма служит для контроля за энергоемкостью производства и рациональным использованием электроэнергии в целом по предприятию, а также для определения потребности в электроэнергии на планируемый период.

Расход электроэнергии по отдельным звеньям технологического процесса в зависимости от горно-геологических условий может колебаться в широких пределах.

Для обеспечения рационального режима электропотребления на предприятиях горной промышленности осуществляются мероприятия по

регулированию графиков нагрузки в часы максимума энергосистемы. В зависимости от экономической эффективности эти мероприятия разделяются на две группы.

К мероприятиям, не требующим дополнительных капитальных вложений, могут быть отнесены:

- перенос начала смены;
- организация ремонтных и профилактических работ в часы максимума нагрузки энергосистемы;
- полное или частичное отключение отдельных энергоемких потребителей или группы электроустановок в часы максимума энергосистемы по заранее разработанным графикам;
- использование емкостей, имеющих на отдельных участках технологической схемы, позволяющих при частичном отключении подъемных или транспортных установок обеспечивать непрерывность технологического процесса.

К мероприятиям, требующим дополнительных капитальных вложений, относятся:

- сооружение дополнительных аккумулирующих устройств в транспортной технологической цепи, расширение или сооружение складов полезного ископаемого;
- установка нового оборудования, возмещающего недоотпуск продукции, вызванный отключением энергоемких потребителей (осуществляется при коренной реконструкции предприятия).

При разработке регулировочных мероприятий по снижению максимальной активной нагрузки предприятия выявляются потребители-регуляторы, устанавливаются последовательность их введения и длительность использования.

Горным предприятием совместно с энергосистемой составляются графики ограничения потребления электрической энергии и мощности (на случай возникновения дефицита). В графики ограничения не включаются: объекты вентиляции, водоотлива и основные подъемные установки; объекты, обеспечивающие противопожарную безопасность; объекты водоснабжения и канализации; железнодорожный и пульпопроводный транспорт; предприятия связи; больницы; поликлиники; дошкольные учреждения, население.

Графики ограничения потребления электрической энергии предусматривают сокращение ее потребления по очередям на общую величину 25 % суточного лимита потребления электрической энергии и 20 % лимита потребления электрической мощности в часы максимальных нагрузок энергетической системы.

Уменьшение удельного электропотребления на шахтах (рудниках) достигается повышением производительности и мероприятиями по снижению потребления и потерь активной энергии. Разработка таких мероприятий позволяет снизить дефицит активной энергии в системе, экономно реализовать установленные планы электропотребления, а также уменьшить размер платы за учетную расчетными счетчиками активную электроэнергию.

Эти мероприятия не должны приводить, к снижению производительности или требований безопасности, регламентированных ПБ и ПТЭ.

Основные направления экономии электроэнергии на угольных шахтах:

- совершенствование организации работы вентиляторных, компрессорных, водоотливных и подъемных установок;
- осуществление перевода машин и оборудования с пневмоэнергии на электроэнергию в объеме комплексных проектов электрификации шахт, разрабатывающих крутые пласты, опасные по внезапным выбросам угля или газа;
- широкое внедрение прогрессивных технологических процессов на шахтах и обогатительных фабриках для получения продукции с минимальными затратами энергии;
- перевод электроприемников угольных шахт на повышенное напряжение;
- осуществление мероприятий по замене устаревшего энергетического оборудования более современным;
- внедрение горных машин и оборудования с меньшими удельными расходами электроэнергии;
- внедрение прогрессивных методов планирования и прогнозирования расхода электроэнергии с использованием ЭВМ.

Одним из показателей, характеризующих потребление предприятием электроэнергии, служит электровооруженность труда  $[\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{чел.}]$ , определяемая как отношение потребляемой электроэнергии предприятием (отраслью) за год к среднесписочной численности промышленно-производственного персонала за тот же период:

$$\mathcal{E}_T = W_a / n_{cn},$$

где  $W_a$  — годовой расход электроэнергии, кВт·ч;

$n_{cn}$  — списочный состав производственного персонала шахты.

Совершенствование технологии, широкая механизация и автоматизация производственных процессов, рост энергоемкости горных машин обуславливают неуклонное повышение электровооруженности труда. В угольной промышленности электровооруженность труда рабочего (шахты) по добыче составляла в 1985 г.  $24,0\text{--}10^3$  кВт·ч/чел. На шахтах, разрабатывающих крутые пласты, опасные по внезапным выбросам угля или газа, электровооруженность труда составляла к тому же моменту времени  $40,0\text{--}10^3$  кВт·ч/чел., для шахт с гидравлической добычей угля— $70,0\text{--}10^3$  кВт·ч/чел.

Дальнейшая интенсификация работ в горнодобывающей промышленности способствует сохранению тенденции роста энерговооруженности труда и удельных норм расхода электроэнергии.

Нормирование расходов электроэнергии

Расчет удельных расходов электроэнергии на предприятиях используют для решения важных задач эксплуатации электрохозяйства, которые условно можно разбить на две группы: 1) прогнозирование режимов электропотребления предприятия в целом или отдельного цеха (участка, производства), составление электробалансов; 2) контроль эффективности использования электроэнергии в конкретном технологическом процессе или на отдельном оборудовании.



Следует различать понятия удельных расходов электроэнергии на единицу продукции и норм расхода электроэнергии. Под *удельным расходом* будем понимать фактически полученное значение затрат электроэнергии на единицу продукции или технологическую операцию, определяемое по формуле

$$w = W/M,$$

где  $W$  — фактический расход электроэнергии на выпуск продукции в количестве  $M$  (количество может измеряться в различных единицах).

*Норма расхода электроэнергии (норма электропотребления)* — усредненная расчетная величина, директивно устанавливаемая и используемая для прогноза или анализа электропотребления, а также для стимулирования энергосбережения.

Удельные расходы электроэнергии и нормы можно рассчитывать в натуральном (на топну, кубический метр, квадратный метр, на пару обуви и т.д.) и в стоимостном выражении (на рубль реализованной или валовой продукции). Нормы в стоимостном выражении обычно используют для многономенклатурных производств, где трудно разработать норму для каждого вида продукции. Однако расход электроэнергии не обязательно пропорционален стоимости продукции. Кроме того, в условиях нестабильности денежной единицы такие величины будут постоянно изменяться. Поэтому предпочтительнее рассчитывать удельные расходы электроэнергии в натуральном выражении.

В зависимости от цели расчета нормы разделяют по периоду действия (годовые, квартальные, месячные, сменные); по степени агрегации (индивидуальные, групповые); по составу расхода (технологические, общепроизводственные). Следует четко различать, какой вид норм использовать в каждом конкретном случае, так как от этого зависят способ расчета, его результаты, пути использования полученных норм.

*Индивидуальной* называют норму расхода электроэнергии на производство единицы продукции (работ), устанавливаемую по типам или отдельным агрегатам (технологическим схемам) применительно к определенным технологическим условиям. Например, норма расхода электроэнергии на отжиг поковок в толкательной печи на машиностроительном заводе при заданной температуре и времени отжига составляет 260 кВт • ч/т.

*Групповой* является норма, установленная по группе предприятий отрасли на производство единицы одноименной продукции (работы) в стандартных условиях производства. Такие нормы разрабатывали в основном в условиях планового хозяйства: предприятия должны были добиваться достижения этих прогрессивных показателей; заводы, превышающие установленные показатели, считались отстающими, работающими неэффективно. Госэнергонадзор публиковал плановые нормы расхода электроэнергии на различные виды продукции. Например, средняя норма на производство химических волокон составляла 5017,9 кВт • ч/т, при этом на шелк вискозный — 9140,7 кВт • ч/т.

*Технологическая норма* учитывает расход электрической энергии на основные и вспомогательные процессы производства данного вида продукции (работы), расход на поддержание технологических агрегатов в горячем резерве,

на их разогрев и пуск после текущих ремонтов и холодных простоев, а также технически неизбежные потери электроэнергии при работе оборудования.

*Общепроизводственные нормы* — общецеховые и общезаводские нормы, в состав которых включают расходы электроэнергии не только па технологические процессы, но и на вспомогательные нужды производства (отопление, вентиляцию, освещение, бытовки, столовые и др.), а также потери в электрических сетях (соответственно по цеху или по предприятию в целом). Естественно, общепроизводственные нормы выше технологических и различаются из-за особенностей предприятий.

Как правило, предприятия выпускают несколько видов основной продукции. В таких случаях общезаводские удельные расходы электроэнергии рассчитывают по каждому виду продукции отдельно. Например, на предприятиях черной металлургии выделяют удельные расходы па чугун, конвертерную сталь и электросталь, прокат и др. При этом на каждый вид продукции относят расходы электроэнергии в цехах и производствах, непосредственно связанных с его выпуском, а также условно (по принятым технологическим схемам) часть расхода электроэнергии во вспомогательных подразделениях.

Для решения вопросов энергосбережения и прогнозирования электропотребления на предприятиях, выпускающих более одного вида продукции, можно также использовать понятие *электроемкости* основного вида продукции, когда весь годовой расход электроэнергии по предприятию  $J_{\text{год}}$  относят к выпуску этого вида продукции  $M_{\text{осн}}$ :

$$\mathcal{E} = W_{\text{год}} / M_{\text{осн}}$$

Принимается, что остальные виды продукции предприятия производят для дальнейшего получения основной продукции, поэтому расходы электроэнергии па их производство входят как составляющие в электроемкость (к примеру, для черной металлургии таким видом продукции принят прокат). Показатель электроемкости — наиболее укрупненный из всех нормативов расхода электроэнергии.

Следует отметить, что на любом предприятии при неизменных условиях производства удельные расходы любой степени агрегации меняются незначительно, т.е. обладают определенной устойчивостью в условиях конкретного производства. Это и позволяет использовать их при решении указанных выше задач эксплуатации электрохозяйства. Однако в разных задачах следует использовать нормы различной степени агрегации и периода действия. Для прогнозирования электропотребления предприятий или отдельных цехов следует применять укрупненные, общепроизводственные нормы соответствующего уровня, или электроемкость основного вида продукции.

Для решения же задач энергосбережения устанавливают нормативы по отдельным производствам и агрегатам.

## **8.2 Способы разработки норм электроэнергии**

При разработке норм электропотребления используют три основных подхода: опытный, расчетно-аналитический и статистический.

*Опытный способ* требует замеров расходов электроэнергии на каждую операцию в заданных режимах технологического процесса, предусмотренного регламентом. Суммирование полученных пооперационных расходов дает расход электроэнергии на единицу продукции. Такой подход требует применения большого числа измерительных приборов и значительных трудозатрат. Для получения достоверных результатов по каждой операции необходимо провести большое число измерений и статистическую обработку результатов, а также сопоставить получаемые данные с расходами по участку, цеху, производству. При изменении режима полученные данные утрачивают достоверность, поэтому данный способ применим, главным образом, при определении индивидуальной нормы для каждого электроприемника в условиях конкретного производства, а учитывая их большое число на любом предприятии, следует признать, что охватить их таким нормированием практически невозможно.

*Расчетно-аналитический способ* предполагает определение норм расхода электроэнергии расчетным путем по паспортным данным технологического оборудования с учетом степени его загрузки, режимов работы и других факторов. Для общепроизводственных норм следует учесть также мощность и режимы работы всего вспомогательного оборудования (вентиляции, водопровода и канализации, электроосвещения, ремонтных нужд). Режимы работы электроприемников учитывают при помощи различных коэффициентов (включения, загрузки и др.), эмпирический выбор и случайный характер которых приводят к значительным погрешностям. Поэлементный расчет множества составляющих в энергозатратах делает метод чрезвычайно трудоемким.

*Статистический способ* нормирования основан на статистической обработке данных по общим и удельным расходам за ряд временных отрезков и выявлению факторов, влияющих на их изменение. Расчеты ведутся по показаниям приборов учета электроэнергии и данным по выпуску продукции. Этот способ наименее трудоемок, надежен и получил широкое распространение при нормировании электропотребления. Рассмотрим практические приемы его использования.

### **8.3 Удельные расходы электроэнергии**

Удельные расходы электроэнергии рассчитывают по выделенному объекту — производственному участку, цеху или отдельному энергоемкому агрегату, имеющему «собственный» счетчик на вводе.

Организация учета электроэнергии является обязательным условием эффективного нормирования. Система технического учета электроэнергии зачастую не совпадает с административным делением предприятия, что обусловлено сложностью и разветвленностью систем электроснабжения. Поэтому при выделении подразделений, осуществляющих нормирование, следует соотносить их с узлами учета.

Для контролируемого объекта выделяют основные виды продукции, объемы выпуска которых можно подсчитать за смену, сутки или за один цикл работы оборудования. Соответственно показания счетчиков электроэнергии снимают посменно, посуточно или за каждый цикл работы. Для расчета характерных показателей нужен подготовительный этап сбора статистических данных — не

менее 50 периодов По окончании каждого временного интервала записывают общее электропотребление объекта (по счетчику) и выпуск продукции. В последнюю колонку вносят значения удельных расходов электроэнергии.

Фактические удельные расходы электроэнергии за разные периоды времени отличаются, что обусловлено различной загрузкой выделенного объекта, режимами работы, составом сырья и другими факторами. Если все эти условия одинаковы, то значения удельных расходов близки за разные периоды, их распределение должно быть нормальным (гауссовым). В этом случае можно рассчитать среднее значение расхода электроэнергии за ряд периодов и использовать его как нормативное.

#### Технологические и электрические показатели агрегата

№ периода	Общее электропотребление $IV$ кВт • ч	Выпуск продукции $M$ , т	Удельный расход электроэнергии $i'$ , кВт • ч/т
1	50 985	82,5	618
2	53 703	91,8	585
50	48 752	84,2	579

Следует подчеркнуть, что распределение экспериментальных данных является нормальным (гауссовым) только в случае одинаковых условий протекания технологического процесса и одинаковых параметров выпускаемой продукции. Часто данные не соответствуют нормальному распределению, что обусловлено двумя группами факторов. Во-первых, может иметь место изменение параметров выпускаемой продукции, сырья или режимов работы оборудования. Например, марка стали и профиль прокатанного металла оказывают большое влияние на расход электроэнергии (прокатка арматуры определяет удельный расход электроэнергии равным 180 кВт • ч, нержавеющей стали такого же диаметра — 540 кВт • ч). В этих случаях наблюдение должно быть организовано таким образом, чтобы получить требуемое количество измерений по однородной продукции. Во-вторых, нарушение нормального распределения объясняется проявлением техноценологических свойств, которые в данном случае проявляются отступлениями от технологии, браком, непопаданием в марку (например, объем плавки существенно меньше номинального). Именно эти случаи должны выявлять ответственный технолог и принимать меры. Отклонение распределения от нормального задает некоторую область, которая определяет возможные объемы энергосбережения организационными мерами.

Для получения обоснованных норм необходимо проверить соответствие статистического закона распределения удельных расходов электроэнергии нормальному (гауссову) распределению. Можно использовать проверку по

критерию  $y$ . Если полученное значение критерия превышает теоретическое, гипотезу о соответствии статистического распределения нормальному следует отвергнуть. Это означает, что по полученным данным нельзя выработать единую норму расхода электроэнергии на единицу продукции; следует разделить их по характерным технологическим режимам, определяя для каждого нормы электропотребления, или выявить статистическую зависимость удельного расхода от влияющих факторов и  $\Rightarrow D(x_1, x_2, *_{3})$ , где в качестве факторов  $x_1, x_2, x_3$  могут выступать объемы выпуска продукции, скорость обработки и др.

Подчеркнем, что нормы, полученные любым из указанных способов, отражают режимы электропотребления для выпуска продукции только на том предприятии, где получены, и не могут быть распространены ни на отрасль в целом, ни на другое предприятие. Это обусловлено индивидуальными свойствами каждого предприятия как сложной системы техноценологического типа.

Например, опытным способом определили технологическую норму для прокатного производства в зависимости от температуры металла, скорости прокатки, калибровки, трения в подшипниках, технологических потерь и др. Такой же подход применили при нормировании электропотребления металлорежущих станков, где для каждой обрабатываемой детали нашли полезную работу с учетом скорости резания и времени обработки. Однако эти результаты нельзя перенести на все металлорежущие станки даже в пределах одного завода, поскольку на практике видов обрабатываемых деталей и режимов обработки множество. Кроме того, как использовать эти нормы, полученные для каждой обрабатываемой детали? Поставить возле станка счетчик электроэнергии и сопоставлять расход по каждой детали с нормативом невозможно, а суммирование нормативов с учетом количества и ассортимента выпущенных деталей даст большую погрешность.

Также и расчетно-аналитическим методом невозможно перейти от данных по номинальной мощности отдельных электроприемников с учетом всех возможных технологических режимов, видов продукции, качества сырья к расходам электроэнергии для цеха или предприятия за месяц, квартал, год. Нельзя получить прогнозное значение электропотребления предприятия суммированием различных удельных норм по всему ассортименту продукции. Для этого надо заранее запланировать не только общее количество продукции, которое будет выпущено в будущем месяце (квартале, годе), но и точно разделить его по маркам, особенностям режимов обработки и многочисленным другим факторам. Это было невозможно в условиях планового хозяйства, а тем более невозможно сейчас.

#### Удельные расходы электроэнергии на основные виды продукции черной металлургии

Показатели (по отрасли)	Значения в разные годы, кВт • ч/т			
	1975	1980	1985	1990

Конвертерная сталь				
Среднее	26,2	29,0	32,3	33,0
Максимальное	38,1	50,0	54,0	49,7
Минимальное	17,7	12,7	13,7	13,1
Электросталь				
Среднее	683,3	691,6	727,2	723,0
Максимальное	1394	1385	1341	1310
Минимальное	544,1	524,0	522,1	483,7
Прокат				
Среднее	197,5	112,4	115,5	126,0
Максимальное	1882	2969	2222	3033
Минимальное	38,4	37,3	36,5	40,4

Нельзя сопоставлять различные предприятия и по укрупненным, общезаводским нормам, даже при близких технологических циклах. Так, по данным банка «Черметэлектро» в 1985 г. на предприятиях черной металлургии удельные расходы электроэнергии па 1 т проката принимали значения от 36,5 до 2222,0 кВт • ч/т при среднеотраслевом значении 115,5 кВт • ч/т; для конвертерной стали — от 13,7 до 54,0 кВт • ч/т при среднеотраслевом 32,3 кВт • ч/т. Столь существенный разброс объясняется различием технологических, организационных, социальных факторов для каждого производства, и ясно, что среднеотраслевая норма не может быть распространена на все предприятия. В то же время нельзя считать, что предприятие работает неэффективно, если оно превышает среднеотраслевые значения. Заметим, что представленные удельные расходы относятся к периоду стабильной работы предприятий с достаточно высокой загрузкой оборудования. Снижение производства, неполная и нестабильная загрузка оборудования приводят к увеличению удельных расходов, что еще более усилит разрыв в данных. Поэтому в современных условиях среднеотраслевые нормы расхода электроэнергии применять нельзя ни для прогнозирования электропотребления, ни для оценки энергосбережения.

Контрольные вопросы:

1. Понятие норма расхода электрической энергии.

## 2. Способы разработки норм электроэнергии

# 9. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

## 9.1 Определение энергетического паспорта

Энергетический паспорт – это документ, разрабатываемый по результатам энергетического обследования, в котором отражены данные о характеристиках предприятия в целом, зданий и сооружений, энергопотребляющего оборудования, данные о потреблении энергетических ресурсов и удельные показатели энергоёмкости выпускаемой продукции или оказываемых услуг, а также показатели энергетической эффективности предприятия в целом и отдельных технологических процессов. В числе прочих данных, энергетический паспорт включает в себя Приложение 21 «Потенциал энергосбережения потребляемых энергоресурсов» и Приложения 20 и 22, содержащие перечень рекомендуемых к реализации энергосберегающих мероприятий организационного и технического характера.

Энергетический паспорт составляется в соответствии с Федеральным законом от 23.11.2009 N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Форма энергетического паспорта установлена Приказом Минэкономразвития России от 25 мая 2020 г. № 310 «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования, результатам энергетического обследования».

## 9.2 Классификация энергетического паспорта

1. Энергетический паспорт организации (юридического лица) включает Приложения 1 – 34 к Приказу Минэкономразвития России от 25 мая 2020 г. № 310 «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования, результатам энергетического обследования». Энергетический паспорт содержит энергосберегающие мероприятия и прогнозы потребления энергоресурсов на следующие 5 лет начиная с года, в котором разработан энергетический паспорт.

2. Энергетический паспорт отдельного здания оформляется по форме установленной СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1), дата введения 01.07.2013 г. Разрабатывается такой энергетический паспорт при введении здания в эксплуатацию, а также после ввода объекта в эксплуатацию для подтверждения соответствия фактических показателей энергоэффективности объекта проектным.

## 9.3 Процесс оформления энергетического паспорта

Оформлять энергетический паспорт вправе только специализированные организации, являющиеся членами СРО в области проведения энергетических обследований и имеющие в штате квалифицированных специалистов.

○ Для оформления энергетического паспорта в первую очередь необходимо прислать нам заполненный опросный лист по нашей

форме опросный лист в формате Word, либо прислать основную информацию из опросного листа в свободной форме.

- После получения заполненного опросного листа специалисты производят расчет точной стоимости и сроков выполнения работы. Расчет стоимости работы и подготовки коммерческого предложения, как правило, занимает не более 24 часов с момента получения опросного листа.

- Специалисты готовят проект Договора и направляют его Вам для согласования и подписания.

- После подписания Договора специалисты совместно с сотрудниками предприятия собирают исходные данные для разработки энергетического паспорта организации. В зависимости от масштаба предприятия сбор исходных данных может занимать от нескольких дней до нескольких месяцев.

- Когда все необходимые данные собраны, энергоаудиторы начинают производить все необходимые расчеты и заполнять форму энергетического паспорта. На данном этапе производится разработка энергосберегающих мероприятий, составляются балансы по всем видам энергоресурсов, составляются прогнозы потребления энергоресурсов на следующие 5 лет и согласовывается график внедрения энергосберегающих мероприятий, а также оформляется Отчет об энергетическом обследовании.

- После разработки, энергетический паспорт согласовывается с Заказчиком и направляется на проведение независимой экспертизы в СРО.

- По итогам экспертизы выдаётся экспертное заключение о соответствии энергетического паспорта требованиям законодательства и паспорту присваивается регистрационный номер в реестре СРО.

- После регистрации в СРО оригинал энергетического паспорта, заверенный подписью и круглой печатью СРО и нашей компании, передается Заказчику, а электронная копия паспорта направляется в Министерство экономического развития Российской Федерации для регистрации. После регистрации копии паспорта в Минэкономразвития процедура оформления энергопаспорта полностью завершена.

#### **9.4 Содержание энергопаспорта**

Требования к форме энергетического паспорта установлены Приказом Минэкономразвития России от 25 мая 2020 г. № 310 «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования, результатам энергетического обследования». Энергетический паспорт состоит из следующих форм (приложений):

- Приложение №1 титульный лист.
- Приложение №2 общие сведения об объекте энергетического обследования.
- Приложение №3 сведения об оснащённости приборами учета.
- Приложение №4 Сведения о потреблении энергетических ресурсов и воды и его изменениях.
- Приложение № 5 Сведения по балансу электрической энергии и его изменениях.



- Приложение № 6 Сведения по балансу тепловой энергии и его изменениях.
- Приложение № 7 Сведения по балансу потребления котельно-печного топлива. Сведения по выбросам CO<sub>2</sub>-эквивалента при использовании энергетических ресурсов за отчетный (базовый) год. Сведения по выбросам CO<sub>2</sub>-эквивалента при использовании энергетических ресурсов и его изменениях.
  - Приложение № 8 Сведения об использовании моторного топлива.
  - Приложение № 9 Сведения по балансу воды и его изменениях.
  - Приложение № 10 Сведения об использовании вторичных энергоресурсов.
  - Приложение № 11 Показатели использования электрической энергии на цели освещения. Сведения о системах освещения и показатели энергетической эффективности использования электрической энергии на цели наружного освещения площадок предприятий, населенных пунктов и автомобильных дорог вне населенных пунктов.
  - Приложение № 12 Основные технические характеристики энергетических ресурсов и их потребление основными технологическими комплексами.
  - Приложение № 13 Краткая характеристика объекта (зданий, строений и сооружений) .
  - Приложение № 14 Сведения о показателях энергетической эффективности. Оценка соответствия фактических показателей паспортным и расчетно-нормативным значениям.
    - Приложение № 15 Описаний линий передачи энергоресурсов и воды.
    - Приложение № 16 Сведения о протяженности воздушных кабельных линии передачи электроэнергии.
    - Приложение № 17 Сведения о количестве и установленной мощности трансформаторов.
    - Приложение № 18 Сведения о количестве и мощности устройств компенсации реактивной мощности.
    - Приложение № 19 Сведения о величине потерь переданных энергоресурсов.
    - Приложение № 20 Рекомендации по сокращению потерь переданных энергоресурсов.
    - Приложение № 21 Потенциал энергосбережения и оценка экономии потребляемых энергетических ресурсов.
    - Приложение № 22 Сведения о рекомендуемых обеспечивающих мероприятиях по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Сведения о рекомендуемых мероприятиях по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.
    - Приложение № 23 Сведения о должностных лицах, ответственных за обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.
    - Приложение № 24 Сведения о квалификации персонала.
    - Приложение № 25 – 34 (заполняются только для газотранспортных организаций) .

▪ Энергетический паспорт (энергопаспорт) – обязательный нормативный документ, отражающий баланс потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и содержащий показатели эффективности их использования в процессе хозяйственной деятельности объектами производственного назначения, а также содержащий план мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР. Энергетический паспорт потребителя ТЭР разрабатывается на основе энергетического обследования, проводимого с целью оценки эффективности использования ТЭР, разработки и реализации энергосберегающих мероприятий. В энергетическом паспорте фиксируются основные показатели потребления ТЭР, получаемые при проведении энергетического аудита (энергетического обследования), и обосновывается целесообразность мероприятий, способствующих повышению энергетической эффективности и ресурсосбережению и тем самым упорядочивающих энергосбережение обследуемой организации. Энергетический паспорт потребителя ТЭР должен храниться на предприятии, в органе государственного энергетического надзора и в организации, проводившей энергоаудит.

▪ Государственный стандарт ГОСТ Р 51379–99 регламентирует основные положения энергетической паспортизации, устанавливает формы документов (составных частей паспорта промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов), отражает накопленный опыт в области энергетической паспортизации предприятий и предлагает единый унифицированный подход к его составу и структуре. ГОСТ Р 51379–99 устанавливает основные требования к построению, изложению и содержанию энергетического паспорта промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) с целью определения фактического баланса потребления ТЭР, оценки показателей энергетической эффективности и формирования мероприятий по энергосбережению.

▪ Организации, которым требуется получение энергетического паспорта в обязательном порядке до 31 декабря 2012 года и далее не реже чем один раз в каждые пять лет, определены п. 1, статьи 16, Федерального закона Российской Федерации № 261 ФЗ от 23 ноября 2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В этот список входят все органы и организации полностью или частично созданные и финансируемые государством, организации занимающиеся транспортировкой или добычей энергоресурсов, а также организации, затрачивающие на энергоресурсы более 10 млн. руб. за 1 календарный год. Все выполняемые энергетические паспорта (энергопаспорта) в исполнении пункта п. 8, статьи 15, Федерального закона РФ № 261 ФЗ должны направляться в уполномоченный федеральный орган исполнительной власти, которым является Министерство Энергетики Российской Федерации. Для прохождения регистрации энергопаспорта в Министерстве Энергетики РФ на основании п. 2, статьи 17, 261-ФЗ, организация-энергоаудитор должна направить через саморегулирующую организацию (СРО) копию энергетического паспорта, выполненного в строгом соответствии с требованиями приказа № 182 Министерства Энергетики Российской Федерации от 19 апреля 2010 года. Для проверки и регистрации организация, выполняющая

энергоаудит (энергетическое обследование), должна предоставить копию энергетического паспорта на бумажном носителе, а также на электронном носителе версию в форматах PDF и XML.

▪ Составленный энергетический паспорт включает следующие данные, полученные при проведении энергоаудита (энергетического обследования):

▪ - общие данные об организации, по которой проводится энергетическое обследование;

▪ - данные об объектах недвижимости, автотранспорте и коммуникациях находящихся на балансе организации;

▪ - данные об оснащенности приборами учета энергии объектов недвижимости на балансе организации;

▪ - данные о количестве энергоресурсов используемых на нужды организации за предыдущие годы;

▪ - показатели общей энергетической эффективности;

▪ - данные характеризующие потенциал энергосбережения и возможность снижения потерь потребляемых и транспортируемых энергоресурсов;

▪ - данные о величине потерь передаваемых энергоресурсов и рекомендации по их сокращению (для организаций транспортирующих энергетические ресурсы);

▪ - перечень типовых решений по увеличению энергетической эффективности объектов обследуемой организации.

▪ Номенклатуру показателей энергоэффективности энергопотребляющей продукции устанавливают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность Состав показателей». В соответствии с требованиями стандарта можно выделить три основные группы показателей (индикаторов) реализации энергосбережения:

▪ - нормируемые показатели энергетической эффективности продукции, которые вносятся в государственные стандарты, технические паспорта продукции, техническую и конструкторскую документацию и используются при сертификации продукции, энергетической экспертизе и энергетических обследованиях;

▪ - показатели энергетической эффективности производственных процессов, которые вносятся в стандарты и энергопаспорта предприятий и используются в ходе осуществления государственного надзора за эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов и при проведении энергетических обследований;

▪ - показатели (индикаторы) реализации энергосбережения (отражаются в статистической отчетности, нормативных правовых и программно-методических документах, контролируются структурами государственного управления и надзора).

▪ Организационную, техническую, научную, экономическую деятельность в области энергосбережения характеризуют показателями:

▪ - фактической экономии ТЭР, в т.ч. за счет нормирования энергопотребления на основе технологических регламентов и стандартов (отраслевых, региональных, предприятий); экономического стимулирования (отраслей, регионов, предприятий, персонала);

- - снижения потерь ТЭР, в т.ч. за счет оптимизации режимных параметров энергопотребления; проведения не требующих значительных инвестиций энергосберегающих мероприятий по результатам энергетических обследований; внедрения приборов и систем учета ТЭР; подготовки кадров; проведения рекламных и информационных кампаний;

- - снижения энергоемкости производства продукции (на предприятии) и валового внутреннего продукта (в регионе, в стране), в т.ч. за счет внедрения элементов структурной перестройки энергопотребления, связанной с освоением менее энергоемких схем энергообеспечения, вовлечением в энергетический баланс нетрадиционных возобновляемых источников энергии, местных видов топлива, вторичных энергоресурсов; реализации проектов и программ энергосбережения, энергосберегающих технологий, оборудования, отвечающего мировому уровню, и т.п.

- Производственную (хозяйственную) деятельность в области энергосбережения характеризуют сравнительными показателями энергопотребления и энергоемкости производства продукции в отчетном году в сравнении с базовым годом в сопоставимых условиях — при приведении к равным объемам и структуре производства продукции. Производственную (хозяйственную) деятельность в области энергосбережения характеризуют также абсолютными, удельными и относительными показателями энергопотребления, потерь энергетических ресурсов в ходе хозяйственной деятельности за определенный промежуток времени.

- Применительно к изделиям, оборудованию, материалам, ТЭР (далее – продукция) и технологическим процессам для характеристики энергосбережения используют показатели их энергетической эффективности. Различают следующие основные показатели энергетической эффективности:

- - экономичность потребления ТЭР (для продукции при ее использовании по прямому функциональному назначению);

- - энергетическая эффективность передачи (хранения) ТЭР (для продукции и процессов);

- - энергоемкость производства продукции (для процессов).

- Показатели экономичности энергопотребления продукции и энергетической эффективности при передаче, хранении ТЭР характеризуют техническое совершенство продукции и качество ее изготовления и определяются качеством конструкторской и технологической проработки изделий. Показатели экономичности энергопотребления и энергетической эффективности передачи (хранения) ТЭР:

- - устанавливают в нормативных документах по стандартизации на продукцию в виде нормативных значений, определяемых в регламентированных условиях;

- - вводят в техническую (проектную, конструкторскую, технологическую, эксплуатационную) документацию на продукцию в виде:

- · нормативов потерь (расхода) энергии (энергонасителей), определяемых в регламентированных условиях использования продукции;

▪ · норм потерь (расхода) энергетических ресурсов (энергоносителей) для конкретных условий использования продукции (реализации технологического процесса).

Контрольные вопросы:

1. Что такое энергетический паспорт?
2. Процесс оформления энергетического паспорта

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Стрельников, Н.А. Энергосбережение: учебник. / Н. А. Стрельников - Новосибирск: НГТУ, 2014. – 176 с. – ISBN 978-5-7782-2408-7. – URL:
2. Данилов, О. Л., Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов/ О. Л. Данилов, И. В. Гаряев - Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. -ISBN 978-5-383-01095-2–URL:
3. Ануфриев В.Н., Андреевко НА. Энергосбережение в зданиях. Учебное пособие. - Минск: Альтиора - Живые краски, 2011. - 76 с.
4. Шахнин В. А. Энергетическое обследование. Энергоаудит: учебное пособие / В. А. Шахнин; Шахнин В. А. - Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.
5. Мархоцкий Я. Л. Основы экологии и энергосбережения: Учебное пособие / Я. Л. Мархоцкий; Мархоцкий Я. Л. - Минск: Вышэйшая школа, 2014. - 288 с.
6. Основы энергосбережения: учебник / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под ред. Н.И. Данилова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 564с.
7. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. М.: «Издательство Машиностроение-1». 2006. 256с.







Учебное издание

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ  
по дисциплине  
«Энергосбережение и энергоаудит»  
для студентов направления подготовки  
Профессиональное обучение (по отраслям),  
профиль: «Электроснабжение»

С о с т а в и т е л и:

Александр Геннадьевич Петров  
Андрей Александрович Авершин

Печатается в авторской редакции.  
Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать \_\_\_\_\_  
Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типограф. Гарнитура Times  
Печать офсетная. Усл. печ. л. \_\_\_\_\_. Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_  
Тираж 100 экз. Изд. № \_\_\_\_\_. Заказ № \_\_\_\_\_. Цена договорная.

Издательство Луганского государственного  
университета имени Владимира Даля

*Свидетельство о государственной регистрации издательства  
МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.*

**Адрес издательства:** 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а  
**Телефон:** 8 (0642) 41-34-12, **факс:** 8 (0642) 41-31-60  
**E-mail:** izdat.lguv.dal@gmail.com **http:** [//izdat.dahluniver.ru](http://izdat.dahluniver.ru)