

## Как «питаются» каменные джунгли

### Структура электроснабжения жилых и общественных зданий

Многие помнят нашумевшие энергетические аварии в Москве и Санкт-Петербурге в 2005 и 2010 годах, когда тысячи людей остались запертыми в тоннелях метро и лифтах на несколько часов. Без электричества остались больницы и фабрики. Остановились электропоезда и трамваи. Рухнули такие привычные каналы коммуникаций и передачи информации, как телефонная и радиосвязь, телевидение. Два крупнейших города нашей страны оказались на грани чрезвычайного положения.

Данные происшествия – самые громкие из непрекращающейся чреды аварий в отечественной энергосистеме, и поэтому они подверглись широкой огласке. А о скольких менее крупных событиях ежедневно умалчивают новостные газеты, радио и телевидение? Стоит отметить, что чаще всего причиной нарушений в электрических сетях становится изношенное несовершенное оборудование, непродуманность аварийных систем и отсутствие резервных мощностей. Требуется постоянная модернизация и техническое переоснащение как объектов, генерирующих энергию, так и потребителей, которыми являются объекты городской инфраструктуры. О них и пойдёт речь ниже.

#### /// ВРЕЗКА. Интересная статистика

Столица России является самым населённым городом Европы и входит в число крупнейших мегаполисов мира. На сегодняшний день в Москве насчитывается около 4 тысяч километров дорог, 2690 новостроек, 1052 торговых и 1233 офисных центра<sup>1</sup>.

#### Что в городе?

Объекты гражданской инфраструктуры можно разделить на следующие категории:

**Жилые здания.** К ним относятся многоквартирные дома и загородные коттеджи, гостиницы, общежития.

**Административные здания и бизнес-центры.** Как правило, это торговые комплексы, банки, центры обработки данных.

**Учреждения здравоохранения, образования и культуры.** Это больницы, поликлиники, медицинские центры, школы, детские сады, театры, музеи, выставочные комплексы и спортивные арены.

**Здания транспортной инфраструктуры.** Железнодорожные, речные и автовокзалы, аэропорты, станции.

У объектов городской инфраструктуры, принадлежащих к той или иной из вышеописанных категорий, существуют свои особенности построения систем электроснабжения. Мы попросили специалистов электротехнической отрасли назвать и прокомментировать самые важные критерии создания энергетических установок гражданских зданий:

#### **1. Высокий уровень гармонических искажений**

**Виталий Побокин,** главный инженер проектов компании «Электромонтажгрупп»:

- Энергосберегающие лампы, телевизоры, компьютеры, принтеры, кондиционеры – все эти устройства потребляют ток источника, не соответствующий форме волны напряжения, в итоге она искажается высшими гармониками. Последние могут стать причиной перегрева и отгорания кабелей, появления сильных токов в нейтральных проводах, возникновения резонанса в сети и др. Правильное использование данных о гармонических составляющих в сети и своевременные меры по снижению их влияния улучшают качество электроэнергии, сокращают затраты и предотвращают выход из строя

<sup>1</sup> <http://stat.2gis.ru/#/?city=12,15,20,27,32,35,1,38,41,42,44,45,60,63&rubric=17,97,101&value=abs>

дорогостоящей техники. Поэтому сейчас при обустройстве электросетей гражданских объектов всё чаще используются анализаторы сети. Так, например, разработка компании АББ – многофункциональный прибор M2M может измерять коэффициент гармонического искажения (THD). Кроме этого, анализатор собирает данные о таких параметрах сети, как напряжение, сила тока, частота, мощность, коэффициент мощности и др. Это позволяет выявлять аварийные ситуации в электроустановках на стадии их возникновения.

## **2. Большая доля однофазных нагрузок**

**Роман Марихейн**, руководитель направления «Инженерные системы зданий и сооружений» компании GRUNDFOS, ведущего мирового производителя насосного оборудования:

- Как правило, в электроустановках современных жилых и общественных зданий присутствует большое количество однофазных потребителей и, как следствие, несимметрия нагрузки по фазам. В то же время в составе электроустановки присутствуют асинхронные двигатели насосов и лифтов, которые очень критичны к несимметрии питающего напряжения. Кроме того, наличие сложной инженерной техники приводит к повышенным требованиям защиты от импульсных перенапряжений.

## **3. Неквалифицированный персонал**

**Максим Рябчицкий**, руководитель учебного центра подразделения «Низковольтное оборудование» компании АББ, лидера в производстве силового оборудования и технологий для электроэнергетики и автоматизации:

- Администраторы в кафе и ресторанах, менеджеры торговых залов, офисные работники в бизнес-центрах и др. Все эти люди, как правило, имеют доступ в большинство помещений здания, в котором трудятся, в том числе и в щитовые или подсобные комнаты, где устанавливаются электрические распределительные шкафы. Но при этом данный персонал не обладает необходимыми электротехническими знаниями, но иногда вмешивается в работу электрооборудования. Поэтому я считаю, что электроустановка любого гражданского здания должна обеспечивать максимальную защиту людей от удара током. Этому способствуют оболочки с двойной изоляцией, пластиковые боксы, системы заземления с разделённой рабочей и защитной нейтралью и аппараты защиты от токов утечки.

## **4. Бесперебойность электроснабжения**

**Алексей Азаров**, начальник отдела электрических сетей и систем компании «ЭкоПрог»:

- Данная особенность присуща потребителям первой и особой категорий, к которым относят, например, центры обработки данных и больницы. В последних особые требования на показатели безопасной работы, ремонтпригодность и время восстановления электрооборудования накладывает наличие операционных и палат интенсивной терапии. И в данном случае речь уже идёт не о стоимости построения системы и её эксплуатации, а о человеческих жизнях. Кроме того, в медицинских учреждениях применяются приборы, имеющие прямой контакт с телом пациента. А значит, необходимо применение системы заземления типа IT, где нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через устройства с большим сопротивлением.

### **/// ВРЕЗКА. Категории электроснабжения**

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ):

**I категория** – электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, повреждение дорогостоящего оборудования, массовый брак продукции, расстройство технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства. Такие потребители должны обеспечиваться энергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

В I категории потребителей выделяют особую группу электроприёмников, для электроснабжения которой должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

**II категория** – электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, простоям рабочих механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей. Для этой категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприёмников **III категории** (все остальные электроприёмники, не подходящие под определения I и II категорий) электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены повреждённого элемента системы электроснабжения, не превышают одних суток.

/// ВРЕЗКА.

Табл. 1. Сравнение электроснабжения гражданских и промышленных объектов

Критерий сравнения	Гражданские объекты	Промышленные предприятия
Доля потребления от общего объёма вырабатываемой энергии	30-50%	50-70%
Ориентировочное значение потребляемой мощности	- Квартиры с газовыми плитами: до 25 кВт; - Квартиры с электроплитами: до 35 кВт; - Коттедж с электроплитами: до 40 кВт; - Жилые и общественные здания: от 100-200 кВт 1 МВт.	- Основная часть предприятий: 30-150 МВт; - Крупные предприятия (машиностроение, чёрная металлургия и др.): 300-500 МВт и более.
Основные типы потребителей электроэнергии (ПЭ)	- Осветительные приборы; - Нагревательные приборы; - Холодильники, кондиционеры; - Электронные приборы (аудио-, видеотехника).	- Асинхронные и синхронные двигатели (60-90%); - Электротехнологические и выпрямительные установки (печи, электросварочные агрегаты и др.).
Коэффициент мощности	0,9-0,95	0,7-0,8
Надёжность электроснабжения	- Значительная часть ПЭ относится ко II категории надёжности электроснабжения; - Ряд ПЭ (лифтовые и пожарные установки высотных жилых зданий, крупные учебные и медицинские учреждения) относятся к I категории и должны обеспечиваться автоматическим вводом	- Большая часть промышленных ПЭ относится к I категории надёжности электроснабжения; - Ряд производственных процессов нефтеперерабатывающей, электронной и др. видов промышленности требуют практически бесперебойного

	резервного питания (АВР) в течение 1,5–2 с.	электроснабжения ( <i>особая категория</i> ).
--	---	---

### **Создание и эксплуатация электроустановки – на чём можно сэкономить?**

Электропитание любого гражданского объекта начинается с трансформаторной подстанции. В низковольтную часть электроустановки входит главный распределительный щит (ГРЩ). Именно с него напряжение подаётся на вводное распределительное устройство (ВРУ) в здании, которое распределяет питание на ещё несколько уровней – например, на этажные щиты. Завершается распределение на уровне электроустановочных изделий для подключения освещения, бытовой и офисной техники, а также других нагрузок.

Как правило, стоимость создания электроустановки объекта складывается из средств, затраченных на проектирование, стоимости комплектующих, а также затрат на сборку и ввод в эксплуатацию. Правда, это только видимая часть айсберга. Не стоит забывать, что содержание электроустановки тоже требует финансовых вливаний. Вот тут как раз и находятся те грабли, на которые постоянно наступает наш энергопром, забывая, что скупой платит дважды.

«Сэкономить на создании электроустановки можно двумя способами, – утверждает **Алексей Азаров** (ЭкоПрог). – Первый – это использование наиболее дешёвого оборудования. Безусловно, первоначальные вложения будут снижены, но срок службы приборов и аппаратов будет небольшим, а значит, на 10-30% увеличатся затраты на эксплуатацию. Поэтому я считаю, что лучше экономить вторым способом, а именно – применять прогрессивные технические решения и оборудование. Такой подход позволит увеличить срок службы электроустановки, повысить энергоэффективность и, как итог, снизить затраты на период эксплуатации».

Излишняя экономия в процессе создания электроустановки неминуемо выльется в колоссальные затраты на её содержание. Эксперты перечисляют следующие проблемы, с которыми можно столкнуться:

- ремонт в процессе эксплуатации;
- замена неисправного оборудования;
- регламентные работы;
- дополнительные потери электроэнергии в системе;
- финансовые потери из-за простоя во время ремонта.

#### **/// ВРЕЗКА. Мнение специалиста**

**Алексей Азаров** (ЭкоПрог):

- В основу построения схемы электропитания объектов гражданского строительства должны закладываться следующие принципы:

- **наличие резервных источников снабжения**, например, дизельных электростанций или источников бесперебойного питания (ИБП), которые обезопасят здание от внеплановых отключений;

- **схема основной электрической сети должна обладать достаточной гибкостью**, позволяющей осуществлять её поэтапное развитие и обеспечивать возможность приспосабливаться к изменению условий роста нагрузки и развитию электросетей. То есть должна обеспечиваться управляемость электрической сети и её компонентов;

- **схема сети должна соответствовать требованиям охраны окружающей среды**. При её построении необходимо ориентироваться на уменьшение площадей подлежащих изъятию земельных участков, ограничение выбросов оксидов серы, оксидов азота и летучей золы, а также предотвращение вредных воздействий на близлежащие водоёмы.

## Требования к электроустановке

### Безопасность

В любой электроустановке следует предусматривать:

- защиту от поражения электрическим током (заземление доступных для прикосновения частей, двойная изоляция, ограничение доступа в щитовые);
- наличие устройств автоматического отключения при возникновении дифференциальных токов, что позволяет обезопасить людей от косвенного прикосновения к токоведущим частям;
- защиту от перегрузок и короткого замыкания.

Для того чтобы обеспечить высокий уровень безопасности, аппаратура, применяемая в низковольтных комплектных устройствах, должна соответствовать требованиям действующих российских и международных стандартов.

### Надёжность

Все элементы системы должны иметь запас прочности и быть рассчитаны на возможные отклонения параметров работы, иметь широкий температурный диапазон, стойкость к вибрациям, влажности и прочим внешним воздействиям.

Кроме того, для потребителей первой и особой категорий Правила устройства электроустановок (ПУЭ) предусматривают необходимость применения автоматического ввода резерва (АВР). Данные требования разработаны не зря. Перерывы в электроснабжении таких важных систем, как аварийное освещение, пожаротушение и дымоудаление, охранная сигнализация, могут вызвать угрозу для людей, а также привести к материальным потерям. «В случае отключения основного источника питания устройство АВР должно сработать максимально быстро и точно. Сбои при переходе на резервные источники электроснабжения недопустимы. В противном случае важнейшие системы безопасности и жизнеобеспечения здания выйдут из строя, – утверждает **Алексей Ремизов**, инженер по группе изделий компании АББ. – Чтобы повысить надёжность всей системы, устройство АВР на базе реверсивных выключателей с моторным приводом комплектуется блоком управления OMD. Он контролирует напряжение и частоту; имеет уставки задержки по времени переключения АВР для пуска и останова генератора; обладает возможностью задания приоритета линий и может работать в одно- и трёхфазных сетях».

### Качество электроэнергии (КЭ)

В широком понимании, КЭ – это совокупность её свойств, определяющих воздействие на электрооборудование и аппараты. Качество электроэнергии оценивается такими показателями, как уровни электромагнитных помех в системах электроснабжения по частоте, действующему значению напряжения, форме его кривой и др.

Плохие показатели КЭ приводят ко многим негативным последствиям. Наиболее неприятными для объектов гражданской инфраструктуры являются сокращение срока службы оборудования, отказы в работе элементов системы, а также дополнительные потери электроэнергии.

Комфортную работу всех систем и нагрузок гражданского здания может обеспечить применение устройств, повышающих качество электроэнергии. К ним относят:

- источники бесперебойного питания (ИБП), исключают просадку напряжения;
- активные фильтры, устраняющие искажение кривых токов и напряжений;
- конденсаторные батареи, компенсирующие реактивную мощность, а также устраняющие просадки напряжения.

### Энергоэффективность

Ограниченность и стоимость энергоресурсов заставляют человечество серьёзно задуматься об их эффективном использовании. «Если взять жилое или офисное здание, то можно найти много мест для внедрения энергоэффективных технологий. Например,

централизованные системы водоснабжения, вентиляции и отопления. Насосное оборудование с частотно-регулируемыми приводами в совокупности со шкафами управления позволяет экономить электрическую энергию, а также снижает уровень потребления воды», – утверждает **Роман Марихейн** (GRUNDFOS). Вторая не менее существенная часть, которую можно оптимизировать – это освещение и комфортная температура в помещениях.

**Максим Рябчицкий** (АББ) уверен, что в целом для повышения энергоэффективности систем здания необходимо снижать уровень реактивной мощности и гармоник, оптимально управлять насосами и вентиляторами, применять частотно-регулируемые двигатели и трансформаторы с низкими потерями, обеспечивать грамотное управление освещением и климатом помещений. Специалист привёл в пример системы «Умного дома», которые сегодня получили широкое применение не только в квартирах, но и в офисах. При помощи современных элементов управления Busch-PriOn линейки АBB i-bus KNX потребление электроэнергии можно сократить на 40%.

#### **Мониторинг и диспетчеризация**

Электросистема современного здания – достаточно тонкая и сложная структура, требующая высококвалифицированного сопровождения. Поэтому в электрической сети должна быть система диспетчеризации, которая имеет прямую связь со всеми элементами энергосистемы, позволяет осуществлять мониторинг и управление ими. Применяемое оборудование должно обеспечивать раннюю диагностику отказов, включать средства, позволяющие осуществлять постоянный контроль установки и предупредить аварийные ситуации.

Обустройство систем мониторинга и диспетчеризации сейчас является необходимым условием для бизнес-центров и жилых комплексов класса «А» (люкс).

В отличие от электроустановок промышленных предприятий, аварии в энергоснабжении зданий городской инфраструктуры не приводят к экологическим катастрофам или потерям человеческих жизней. Поэтому объектам гражданского строительства уделяется незаслуженно меньше внимания, чем предприятиям. И в итоге простые потребители электроэнергии часто оказываются один на один с проблемами в своём электрощитке. В наших руках изменить ситуацию, и позаботиться о качественной и безопасной системе электроснабжения городской инфраструктуры.