

2. Необходимость и эффективность установки дополнительных секционирующих устройств, зависит от их типа и стоимости, ущербов потребителей от перерывов электроснабжения, технического состояния и длины распределительных линий электропередачи, затрат электрических сетей на поиск повреждений выполнения технических ограничений в электрической сети.

УДК 621.32

## **ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ СИСТЕМ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

*В.Б. Козловская, В.Н. Калечиц*

*Белорусский национальный технический университет*

Основной задачей систем наружного освещения является осуществление бесперебойной работы осветительных установок улиц, дорог, транспортных тоннелей и т.п. для повышения безопасности людей. На создание единой световой среды населённого пункта, формируемой наружным освещением, влияет система управления, обеспечивающая удобство эксплуатации и комфортность освещения. Современные системы управления наружным освещением позволяют осуществлять рациональное использование электроэнергии, увеличивать срок службы источников света путём исключения нежелательных режимов и обеспечивать надёжную работу осветительных установок.

Управление сетями наружного освещения должно быть централизованным (телемеханическим или дистанционным). Возможность местного управления должна предусматриваться в наружном освещении больниц, школ, яслей, стадионов, гостиниц и т.п. При использовании местных систем управления нет возможности оперативного контроля состояния осветительных сетей, шкафов освещения; отсутствуют централизованные команды на включение и отключение, регулирование светового потока. Энергоэффективность работы таких систем также в этом случае низка.

Местное управление освещением может являться дополнением централизованной системы управления. Для периферийных районов города, где затруднена возможность получения прямых телефонных пар и организации других каналов связи (GSM связь, радиосвязь и т.д.), управление наружным осуществляется в пределах одной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.

В этом случае управление реализуется автоматически с применением электронных устройств, в которых заложена годовая программа включения и отключения в соответствии с графиком работы наружного освещения. В виде исключения используют встраиваемые фотоэлектрические устройства для включения и отключения осветительной линии в зависимости от уровня освещённости. Фотодатчик устройства должен быть рассчитан на работу вне помещений, защищен от посторонней засветки и налипа-

ния снега на выходное отверстие фотоприемника [1], которые могут приводить к некорректным режимам работы.

Особое место занимают автономные осветительные установки. В наружном освещении в местах, относительно удалённых от пунктов питания, зачастую следует рассматривать возможность использования автономных осветительных установок, работающих на солнечной энергии.

Система управления наружным освещением города формируется в зависимости от численности жителей. Централизованное телемеханическое управление используется при количестве жителей более 50 тыс. человек, централизованное дистанционное – при количестве жителей до 20 тыс.; если численность населения от 20 тыс. до 50 тыс. человек, то применяют централизованное телемеханическое или дистанционное управление.

Централизованное управление в основном базируется на применении контакторов в линиях наружного освещения, а также использовании дистанционно управляемых автоматов. Сети наружного освещения городов, как правило, используют каскадную систему управления участками распределительных линий наружного освещения, что реализуется с помощью подключения катушки коммутационного аппарата второго участка в линию первого, катушки третьего участка в линию второго и т.д. В воздушно-кабельных сетях допускается включение в один каскад до 10 пунктов питания, а в кабельных – до 15 пунктов питания сети уличного освещения [1].

Современные системы управления наружным освещением формируются на основе трёх уровней: светильники, пункт питания и диспетчерский пункт. Применяемое оборудование и схемные решения в системе управления наружным освещением разнообразны и зависят от задействованных источников света, способа передачи команд, данных между тремя уровнями.

Основными функциями современной автоматизированной системы централизованного управления освещением городов являются:

- централизованное включение и отключение в зависимости от времени суток;
- смена режима работы осветительных сетей;
- измерение и контроль значений токов, напряжений;
- ведение графика нагрузок, получение информации по расходу электроэнергии;
- контроль целостности осветительных сетей и т.д.

Энергоэффективность работы сети наружного освещения определяется используемыми источниками света, а также способами и средствами реализации систем управления. Эффективной следует считать такую осветительную установку, которая создаёт высококачественное освещение и сохраняет свои характеристики на протяжении длительной работы при наименьших капитальных и эксплуатационных затратах, в том числе при минимальном энергопотреблении [2].

В утилитарном наружном освещении нет требований, относящихся к цветовым характеристикам источников света, поэтому наиболее целесо-

образным является применение ламп типа ДНаТ, обладающих большими световой отдачей и сроком службы по сравнению с лампами ДРЛ. Светодиодные источники обладают рядом преимуществ по сравнению с другими источниками света, но их относительно высокая стоимость на сегодняшний день ограничивает широкое использование в наружном освещении.

Создание оптимальных режимов работы осветительных сетей позволяет снизить расходы на электроэнергию, текущий ремонт и обслуживание осветительных установок. В наружном освещении предусматривают вечерний и ночной режимы работы.

Ночной режим применяется для экономии электроэнергии в часы снижения транспортных потоков и другой активности населения.

Широко используется переход на ночной режим путем отключения фазы осветительной линии. Главное достоинство отключения части светильников заключается в простоте реализации, отсутствии необходимости установки дополнительного оборудования. Но такой способ экономии электроэнергии приводит к появлению значительной неравномерности освещенности, переходу на несимметричный режим работы осветительной линии. Не допускается отключение подряд двух светильников, а также отключение светильников на отдельных участках города, перечисленных в [1].

Допускается также снижать уровень освещенности (не ниже 50% от нормируемого значения согласно [3]) с помощью регуляторов в зависимости от степени уменьшения интенсивности движения. Примерами такого регулирования являются:

- снижение напряжения в пункте питания с помощью регуляторов напряжения;

- применение светильников с двухступенчатыми ЭмПРА.

Регуляторы напряжения в пункте питания позволяют поддерживать напряжения на необходимом уровне для обеспечения оптимальных режимов работы. Пункт питания наружного освещения подключаются к трансформаторной подстанции, основную долю нагрузки которой составляет силовая. Поэтому в зависимости от схемных решений, графика нагрузок, характера и мощности силовой нагрузки напряжение в пункте питания меняется. Длительная работа светильников с напряжением на их зажимах выше номинального приводит к сокращению срока службы ламп, выходу из строя ЭмПРА. Если напряжение на зажимах светильника снижается на 10 % и более от номинального напряжения, то при включении осветительной линии это может приводить к тому, что часть задействованных в линии ламп не будет зажигаться. Применяя регуляторы (стабилизаторы) напряжения, имеется возможность регулировать напряжение в пункте питания, что позволит улучшить режим работы осветительной линии, в том числе избежать несимметрии напряжений в фазах пункта питания.

Ночной режим реализуется путем ступенчатого снижения напряжения в пункте питания. Можно предусматривать несколько ступеней, обеспечивая плавное снижение напряжение в линии. При этом важным

условием является то, что зажигание ламп ДНаТ необходимо производить при номинальном напряжении.

Двухступенчатые ЭмПРА с возможностью понижения мощности отличаются от обычных ЭмПРА тем, что имеют две обмотки электромагнитного дросселя, переключатель мощности с настраиваемым таймером, что позволяют автоматически снижать мощность в заданные промежутки времени. Для светильников с ЭмПРА, которые понижают активную мощность на 40%, при переходе на режим экономии электроэнергии световой поток уменьшается на 50%.

На показатели освещенности и яркости влияет величина светового потока применяемых источников света. Снижение уровня напряжения на зажимах светильника приводит к уменьшению светового потока и ухудшению качества освещения, но не вызывая значительной неравномерности освещенности, которая присутствует при отключении части светильников.

#### **Список использованных источников**

1. ТКП 45-4.04-287-2013 «Наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов. Правила проектирования». – Мн: Министерство архитектуры и строительства, 2013. – 19 с.
2. Справочная книга по светотехнике/ Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
3. ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования». – Мн: Министерство архитектуры и строительства, 2010. – 100 с.

УДК621.311.22

### **СЕМАНТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

*В.А. Анищенко, Т.В. Писарук*

*Белорусский национальный технический университет*

Надежность эксплуатации энергетических систем во многом определяется достоверностью измерения переменных, характеризующих состояние энергетического оборудования. К ним относятся электрические токи, напряжения, мощности, потоки электрической и тепловой энергии, давления, температуры. Известны синтаксические и семантические методы контроля достоверности информации [1]. Результаты измерений при синтаксическом контроле рассматриваются как последовательности символов, связанных между собой конструктивными правилами в рамках формализованной системы. При синтаксическом контроле диагностируется состояние вычислительного комплекса, обрабатывающего результаты измерений, с помощью цифровых кодов [2]. Синтаксический подход не учитывает технологическую сущность измеряемых данных и не позволяет обнаруживать все возможные недостоверные переменные.