

Опыт интеграции АСУ ТП и регуляторов напряжения в систему управления освещением тоннелей



В статье рассказывается о проекте, разработанном для организации надежного контроля и управления функциональным освещением комплексов Лефортовских и Кутузовского тоннелей, об интеграции различных АСУ ТП (10 кВ и 0,4 кВ, энергосберегающие групповые регуляторы-стабилизаторы) и о подходах к созданию интерфейсов пользователей.

000 «Светосервис ТелеМеханика», г. Москва

Освещение улиц в городе — важнейшая задача. Склоняющиеся над аллеей фонари, прожекторы и декоративные светильники, даже неоновые вывески дарят ощущение безопасности, позволяют городу темным вечером вести полноценную жизнь, украшают дома и бульвары. Что касается качественного освещения дорожного полотна, по которому день и ночь тянется поток машин, то оно жизненно необходимо. Но если обычные дороги требуется освещать только с наступлением сумерек, то в тоннелях искусственный свет нужен круглые сутки. Он должен быть достаточно ярким, но при этом обязательно комфортным для глаз, а этот показатель все время меняется в зависимости от того, к какому внешнему естественному освещению успели привыкнуть глаза водителя перед тем, как машина заехала в тоннель. У специалистов это называется яркостью, необходимой для адаптации, или просто — яркостью адаптации. Справиться с задачей адаптивного регулирования под силу только современной автоматизированной системе управле-

ния, которая должна 24 часа в сутки и 365 дней в году плавно менять яркость освещения в тоннеле, не давая сбоев. При таком режиме работы АСУ необходимо решить еще одну насущную задачу — обеспечить максимально экономное потребление электроэнергии оборудованием, отвечающим за освещение в тоннеле.

В статье мы расскажем о проекте, разработанном специалистами компании «Светосервис» для освещения крупных московских тоннелей — Кутузовского и Лефортовских, мелкого и глубокого заложения. Перед специалистами компании было поставлено несколько основных целей: требовалось построить автоматизированную систему управления, регулирующую освещение дорожного покрытия в зависимости от яркости адаптации в подъездных и выездных зонах тоннелей. При этом было необходимо обеспечить управление функциональным освещением каждого тоннеля из разных диспетчерских пунктов — из ближайшего районного диспетчерского пункта наружного освещения г. Москвы и из диспетчерского пункта самого

тоннеля. И наконец, предстояло интегрировать АСУ с существующими в Москве системами централизованного управления освещением, то есть связать ее с центральным диспетчерским пунктом.

Вся система управления включала в себя следующие объекты:

- ▶ 9 трансформаторных (10/0,4 кВ) и 4 распределительные (10 кВ) подстанции, оборудованные ячейками Seram (79 шт.) и Talus (17 шт.);
- ▶ 6 распределительных подстанций 0,4 кВ Лефортовских тоннелей;
- ▶ 7 пунктов питания 0,4 кВ функционального освещения Лефортовских тоннелей;
- ▶ 2 пункта питания 0,4 кВ функционального освещения Кутузовского тоннеля;
- ▶ технологические помещения тоннелей (для прокладки сигнальных кабелей, кабелей связи и управления);
- ▶ энергосберегающее оборудование (регуляторы, яркомеры);
- ▶ оборудование автоматизированной системы управления (включая телекоммуникационное);
- ▶ линии освещения с осветительной аппаратурой;

- ▶ линии связи;
- ▶ диспетчерские тоннелей, районные диспетчерские пункты наружного освещения и центральный диспетчерский пункт.

Характер протекания управляемых технологических процессов во времени был определен как циклический, то есть операции, образующие цикл, должны были повторяться круглосуточно 365 дней в году.

При проектировании руководство и специалисты компании приняли во внимание опыт построения автоматизированной системы в Сушевском транспортном тоннеле на пересечении Сушевского вала и Шереметьевской улицы. Там были внедрены и хорошо себя зарекомендовали энергосберегающие групповые регуляторы-стабилизаторы напряжения с яркомерами итальянской фирмы Reverberi, работающие под управлением ПО Maestro. Четыре регулятора с яркомерами потребляют 198,1 кВт электроэнергии. Эти устройства помогли решить первую задачу – обеспечить адаптивное управление яркостью на въезде в тоннель при изменении атмосферного освещения в дневное время. Подтвержденная экономия электроэнергии при использовании такой системы составляет 20–30% [1].

Итак, для регулирования уровня яркости дневного режима освещения в пороговых и переходных зонах тоннелей были поставлены шкафы – регуляторы напряжения Reverberi STPi G QIR с яркомерами. Данные устройства представляют собой централизованные стабилизаторы электрического напряжения, разработанные для контроля и оптимизации расхода энергии, питающей осветительные системы. В соответствии с рассчитанной интенсивностью движения или внешними контрольными сигналами напряжение на выходе плавно меняется со 180 до 220 В.

Регулятор напряжения управляет процессом пуска, стабилизации и понижения энергопотребления светильников с лампами высокого давления (натриевыми или ртутными), которые работают в трехфазных сетях ~380/220 В 50 Гц с нулевым проводом в качестве защитного. Помимо этого, предусмотрен режим «BY-PASS»

(бай-пасс, обход), при котором регулятор выведен из общей цепи управления освещением.

Роль датчиков в системе играют яркомеры, которые подключаются в тоннелях к регуляторам. При этом во въездной зоне устанавливается режим, зависимый от уровня естественного освещения у въезда в портал тоннеля. Такая схема не только позволяет экономить электроэнергию, но и создает безопасные условия с комфортным для зрения водителей освещением дорожного покрытия. Некоторые яркомеры подключаются одновременно к четырем регуляторам, позволяя регулировать яркость дорожного покрытия сразу нескольких участков, например въездной зоны основного тоннеля и боковой въезда второго тоннеля.

Вся информация о работе регуляторов-стабилизаторов записывается в базу данных и выводится на рабочие места операторов в диспетчерской тоннеля, а также в районном и центральном диспетчерских пунктах ГУП «Моссвет».

При интеграции системы управления функциональным освещением 0,4 кВ (на базе ПО и модулей ДЭП) с системой контроля и управления

распределительными и трансформаторными подстанциями (на базе ПО и модулей ООО «ПиЭлСи Технолоджи») применялись подходы и разработки, внедренные при создании интегрированной информационно-управляющей системы наружного освещения (ИИУСНО) [2] и комплексной АСУ архитектурным освещением (КАСУАО) [3] в столице. Над проектом ИИУСНО работали подразделения компании «АйТи», субподрядчиком выступило ООО «Светосервис» [4]. Основные усилия были направлены на создание модулей обмена данными с существующими системами управления освещением по протоколам OPC DA 2/0, COM, МЭК 60870-5-104 и на разработку единого интерфейса информационного взаимодействия и экранных форм пользовательских (диспетчерских) интерфейсов на основе пакета CitectSCADA.

Система диспетчерского управления тоннелями является частью единой системы управления наружным освещением (рис. 1). Информация поступает на три уровня:

- ▶ первый (нижний) – уровень диспетчерских пунктов тоннелей (ДП тоннелей). Служит для непо-

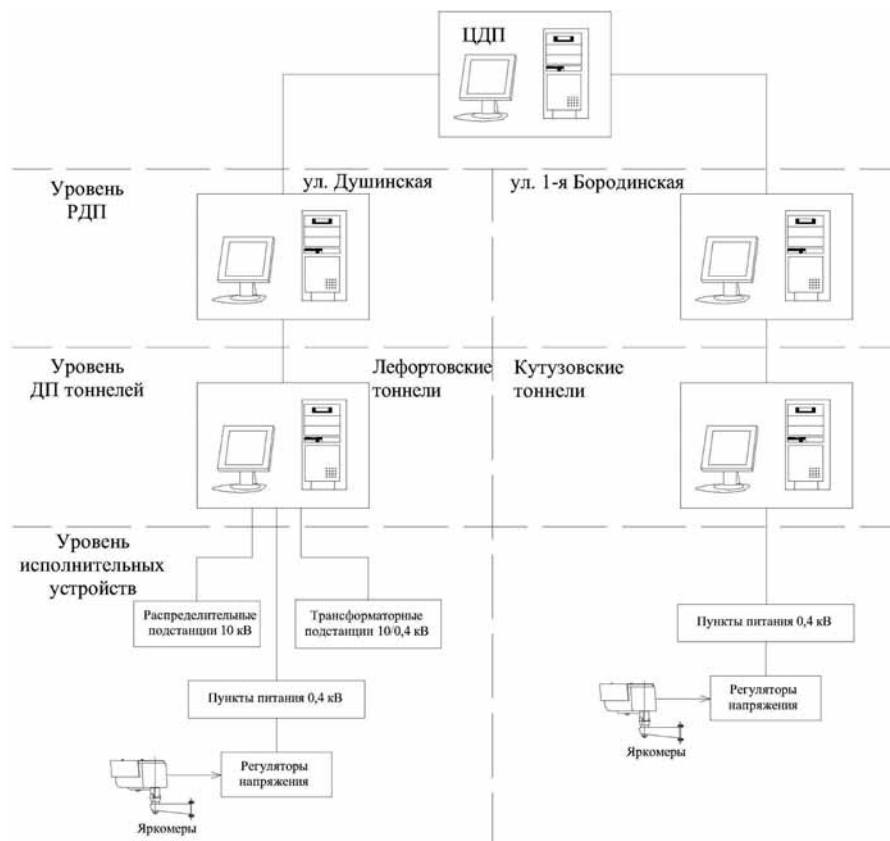


Рис. 1. Структурная схема диспетчерского управления тоннелями

средственного контроля и оперативного управления. При авариях и пропадании связи с внешним пунктом управления (РДП и ЦДП) может полностью самостоятельно контролировать и управлять всеми исполнительными пунктами;

▶ второй (средний) – уровень районных диспетчерских пунктов (РДП). Служит для контроля и управления функциональным освещением тоннелей в штатном режиме. Может полностью контролировать и управлять всеми исполнительными пунктами при наличии связи с тоннелем;

▶ третий (верхний) – уровень центрального диспетчерского пункта (ЦДП) «Моссвета». Оттуда осуществляется контроль и управление наружным и архитектурным освещением столицы, а также функциональным освещением тоннелей. Информация с ЦДП поступает на АРМ службы, отвечающей за эксплуатацию трансформаторных и распределительных подстанций «Моссвета».

Взаимодействие между уровнями осуществляется по каналам связи, обеспечивающим поддержку протокола TCP/IP.

Между уровнями ДП тоннеля и РДП организуется два отдельных потока данных:

▶ информационный, с помощью которого взаимодействуют прикладные модули системы. Этот поток обеспечивается на прикладном уровне подсистемой сбора данных;

▶ поток резервирования систем, реализующий функции репликации и катастрофоустойчивости. Данный поток обеспечивается на системном уровне средствами операционных систем и встроенными функциями оборудования.

Взаимодействие системы со смежными системами осуществляется на уровне ДП тоннелей.

При обмене данными по протоколу OPC DA 2.0 подсистема сбора данных уровня ДП тоннеля выступает в качестве клиента, а смежная АСУ – в качестве сервера. Для обмена данными используется асинхронный интерфейс взаимодействия.

При обмене данными по протоколу IEC 870-5-104 подсистема сбора данных уровня ДП тоннеля выступает в качестве клиента, а смежная АСУ – в качестве сервера. Для получения данных из смежной АСУ

используется событийный механизм взаимодействия между клиентом и сервером, определенный протоколом.

При реализации проекта потребуются: подключить все проектируемые объекты тоннелей в зоне приотвонельных сооружений в единую сеть с помощью волоконно-оптического кабеля и с заведением кабеля в диспетчерские пункты тоннеля; установить в диспетчерском пункте тоннеля оборудование для организации VPN-канала, обеспечивающего связь с эксплуатирующим диспетчерским пунктом АСУНО г. Москвы (РДП); установить 63 шкафа управления для Лефортовских тоннелей, 6 шкафов управления – для Кутузовского тоннеля, 2 автоматизированных рабочих места оператора (АРМ).

Система обеспечивает диспетчерский контроль диагностики следующих неисправностей и нештатных ситуаций:

▶ потери связи с объектом (канал связи сервера сбора с объектом);
▶ потери связи с сервером сбора (канал связи SCADA-сервера с сервером сбора).

Самодиагностика работоспособности различных элементов системы осуществляется автоматически. Отказы и нарушения работы фиксируются в диагностических журналах соответствующих служб серверов и рабочих станций.

Самодиагностика приборов обеспечивается внутренними средствами самого оборудования.

Программное обеспечение

Система реализована на основе базового программного обеспечения CitectSCADA, которое обеспечивает:

▶ выполнение на различных АРМ пользователей одинаковых по назначению функций с использованием одинаковых программных средств;
▶ использование на АРМ пользователей и серверах единых форматов данных и файлов;
▶ работу АРМ пользователей и серверов в локальных вычислительных сетях и по удаленным каналам связи.

Специалистами группы компаний «Светосервис» разработано следующее программное обеспечение:

▶ узел сбора нижнего уровня для пунктов питания 0,4 кВ;

▶ узел сбора нижнего уровня для трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ;

▶ узел обмена для пунктов питания (ПП) 0,4 кВ;

▶ узел обмена для трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ;

▶ узел обмена SCADA;

▶ АРМ диспетчера РДП на улице Душинской, д. 5 (для Лефортовских тоннелей);

▶ АРМ диспетчера РДП на 1-й Бородинской улице, д. 19 (для Кутузовского тоннеля);

▶ АРМ диспетчера тоннелей;

▶ подсистема отчетности (модуль отчетов);

▶ конфигуратор.

Ниже приведены краткие описания некоторых модулей и узлов.

Узел обмена для пунктов питания

Предназначен для обмена данными с АСУ Деконт по протоколу OPC DA 2.0. При обмене данными по протоколу OPC DA 2.0 подсистема сбора данных уровня ДП тоннеля выступает в качестве клиента, а АСУ Деконт – в качестве сервера. Для обмена данными используется асинхронный интерфейс взаимодействия.

Узел обмена SCADA

Предназначен для обеспечения обмена данными между системой сбора и SCADA по протоколу OPC DA 2.0. Представляет собой OPC-сервер, состоящий из двух компонентов: OPC-сервера (OPCBase) и сервер-шлюза (TagNet2OPC).

Особенность системы сбора (TagNet) такова, что все узлы системы (и узлы сбора данных, и узлы передачи данных) равнозначны, то есть каждый из них может как принимать значения набора тегов, так и отдавать.

Модуль отчетов

Позволяет создавать отчеты по информации, поступившей из базы данных отчетов. Модуль отчетов состоит из следующих компонентов:

▶ СУБД;

▶ узла записи в БД, который обеспечивает запись информации, поступившей с уровня диспетчерского пункта тоннеля, в базу данных отчетов;

▶ модуля построения отчетов.

Модуль отчетов предоставляет пользователю набор журналов и отчетов:

- ▶ журнал событий и аварий;
- ▶ график измерений;
- ▶ отчет измерений;
- ▶ отчет телесигнализации.

Конфигуратор

Программа-конфигуратор устанавливается на АРМ пользователя, позволяя администрировать показатели АСУ установками функционального освещения тоннелей. Конфигуратор предназначен для централизованного описания и хранения иерархической структуры объектов управления, а также свойств объектов в различных контекстах (подсистема сбора данных, SCADA-системы, проектная документация). В дополнение к средствам резервирования информации, которые предоставляют СУБД, в конфигураторе реализован механизм создания резервной копии всех объектов базы данных и восстановления объектов БД из резервной копии. В отличие от использования механизмов СУБД, резервная копия, созданная из конфигуратора, может быть возвращена на другой СУБД.

АРМ Диспетчера

АРМ Диспетчера тоннелей предназначен для: обеспечения работы с подсистемами освещения тоннелей; оперативного контроля состоя-

ния силовых коммутационных агрегатов осветительной сети тоннелей; дистанционного управления установками освещения. Он выполнен на базе SCADA Citect Client. АРМ диспетчера предоставляет интуитивно понятный интерфейс контроля и управления объектами системы:

- ▶ пунктами питания 0,4 кВ;
- ▶ регуляторами-стабилизаторами;
- ▶ ТП 10/0,4 кВ;
- ▶ РП 10 кВ;
- ▶ РТП 10/0,4 кВ.

Для обеспечения высокой надежности и живучести системы управления в тоннелях применены методы резервирования и кластеризации.

В таблице приведен состав ПО CitectSCADA для разработанной системы.

Технические средства

В состав технических средств, обеспечивающих функционирование системы, входят: автоматизированные рабочие места всех диспетчерских пунктов, источники бесперебойного питания, локальная вычислительная сеть, телекоммуникационные средства, позволяющие подключить объекты дистанционно.

При выборе технических средств проектировщики опирались на принципы:

- ▶ унификации и стандартизации;
- ▶ обеспечения наращивания производительных мощностей в течение всего срока службы;

▶ минимизации стоимости на всех жизненных циклах автоматизированной системы.

Комплекс программно-технических средств АСУ достаточен для выполнения всех автоматизированных функций. В нем применяются технические средства серийного производства. Размещение технических средств, используемых персоналом при выполнении автоматизированных функций, соответствует требованиям эргономики для производственного оборудования и для средств представления зрительной информации, в том числе для табло коллективного пользования.

Особенности мультимониторной конфигурации

Приложение «АРМ Диспетчера» разработано для исполнения на мультимониторном ПК. В соответствии с ним к ПК может быть подключено до 4 мониторов с разрешением экрана 1920 на 1080 точек. Видеопространство мониторов объединено в режиме расширения рабочих столов. При данном режиме панель задач Windows располагается только на первичном мониторе; окно Windows-приложения может быть открыто на весь экран только в пространстве одного монитора. Пока не завершён диалог с пользователем («запрос подтверждения», «уведомление», «ручной ввод значений») на одном из мониторов, на втором мониторе диалог не вызывается.

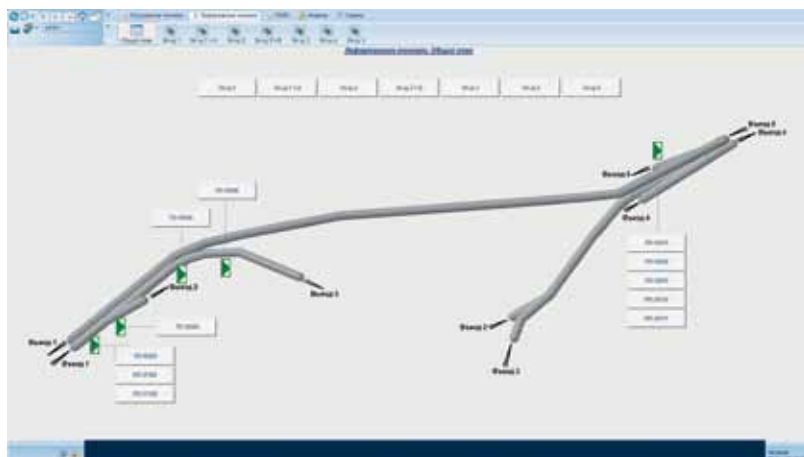
При разработке интерфейса «АРМ Диспетчера» специалистам пришлось решать сложную задачу, придумывая, как отобразить состояние всего комплекса тоннелей и агрегированных показателей системы освещения. Для примера на рис. 2а приведено изображения Лефортовских тоннелей в геоинформационной системе (ГИС), а на рис. 2б – его вид на основной экранной форме АРМ. На рис. 2в можно видеть основную экранную форму АРМ для Кутузовского тоннеля. На рис. 2г – экранную форму, отображающую общее состояние освещения (шкафы управления, распределительные щиты и отходящие линии) тоннелей Лефортовского комплекса. Назначение данных окон – отобразить схему тоннелей с пересечениями; предоставить интерфейс для досту-

Таблица. Состав ПО CitectSCADA для разработанной системы

Программа	Лицензия
ДП Кутузовских тоннелей	
SCADA-сервер основной/резервный	CitectSCADA-Full-5000 pt
АРМ Диспетчера основной	CitectSCADA-Control Client-5000 pt
АРМ Диспетчера резервный	CitectSCADA-Control Client-5000 pt
ДП Лефортовских тоннелей	
SCADA-сервер основной/резервный	CitectSCADA-Full-15000 pt
АРМ Диспетчера основной	CitectSCADA-Control Client-15000 pt
АРМ Диспетчера резервный	CitectSCADA-Control Client-15000 pt
РДП Кутузовских тоннелей (ул. Душинская)	
SCADA-сервер основной/резервный	CitectSCADA-Full-Unlimited pt
АРМ Диспетчера основной	CitectSCADA-Control Client-Unlimited pt
АРМ Диспетчера резервный	CitectSCADA-Control Client-Unlimited pt
РДП Лефортовских тоннелей (ул. 1-я Бородинская)	
SCADA-сервер основной/резервный	CitectSCADA-Full-Unlimited pt
АРМ Диспетчера основной	CitectSCADA-Control Client-Unlimited pt
АРМ Диспетчера резервный	CitectSCADA-Control Client-Unlimited pt
ЦДП	
SCADA-сервер основной/резервный	CitectSCADA-Full-Unlimited pt
АРМ Диспетчера основной	CitectSCADA-Control Client-Unlimited pt
АРМ Диспетчера резервный	CitectSCADA-Control Client-Unlimited pt
SCADA Historian	CitectHistorian CH-50000 pt & Data Transfers
Веб-доступ к SCADA	CitectSCADA-Web Control Cl-Unlimited pt



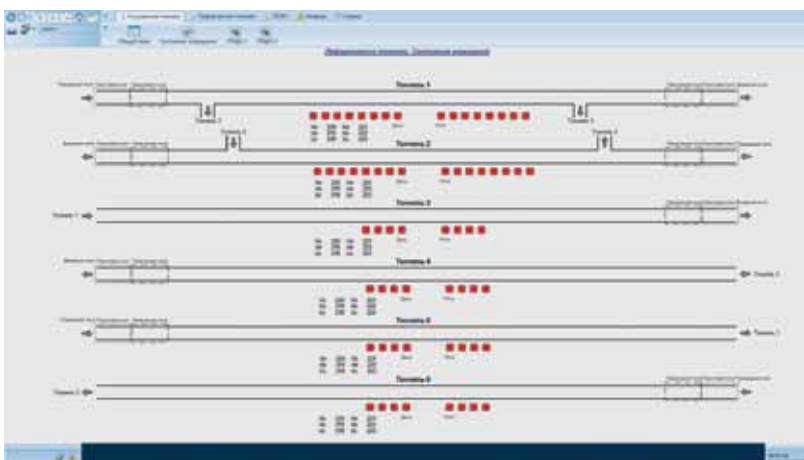
а



б



в



г

Рис. 2. Интерфейс программы «АРМ Диспетчера»: а – Лефортовский тоннель на схеме географической информационной системы; б – комплекс Лефортовских тоннелей: основная экранная форма АРМ; в – Кутузовский тоннель: основная экранная форма АРМ; г – состояние освещения Лефортовских тоннелей

па к более детальной информации по каждой из контрольных точек для дневного и ночного освещения; предоставить информацию по выходным измеряемым параметрам регуляторов напряжения. Прототипом этой формы послужили экраны интерфейса диспетчерской службы, отвечающей за все тоннели на автострате А1 в Италии (ЦДП которой расположен на окраине Флоренции).

Основные принципы работы АРМ

При запуске приложения производится авторизация пользователя. Закрывать приложение может только авторизованный пользователь.

В системе действуют два вида оповещений: аварийные и событийные. События служат для того, чтобы известить оператора об изменениях в ходе технологического процесса, которые не требуют его оперативно-го реагирования, то есть являются информационными оповещениями. Так, изменение состояния контактора является событием.

Аварии представляют собой уведомления об аварийных условиях протекания технологического процесса, которые могут вызвать неприятности и требуют принять меры. Аварийный сигнал вызывает состояние неквитированной (неподтвержденной) аварии, которое используется для того, чтобы уведомить оператора о проблеме. Неквитированное аварийное состояние сопровождается аудиосигнализацией: непрерывно повторяющимся звуком тревоги.

Если оператор квитирует (подтверждает) аварию, та переходит в подтвержденное состояние.

Все графические элементы, отображаемые на экранных формах, делятся на анимированные и неанимированные. Анимированные элементы меняют свой вид в результате изменения определенных параметров. Также к анимированным относятся элементы, нажав на которые, можно вызвать какое-то действие. Неанимированные элементы статич-

ны (то есть не изменяют свой вид в процессе работы). Например, линии электрической цепи – неанимированные графические элементы; контакторы – анимированные. Рядом с некоторыми мнемосимволами, если навести на них курсор, появляется подсказка, уточняющая их наименование или назначение.

По умолчанию при старте приложения на мониторе отображается главное окно с планом транспортных тоннелей. На экранной форме «Активные алармы» отображается список всех текущих аварий системы с указанием их состояния в режиме реального времени.

Навигация по экранным формам осуществляется с помощью нажатия на управляющие элементы, отраженные на экране. Нажав на мнемосимвол щита освещения или силовой подстанции, расположенные в главном окне, можно вызвать соответствующую мнемосхему электрической сети. Также можно вызвать схему условного состояния освещения транспортных тоннелей.

Режим квитирования тревог не автоматический, иными словами, если вызвавший аварию параметр вернулся к нормальному состоянию, то аудиовизуальное оповещение (тревога) не снимается до квитирования оператором произошедшей аварии.

При возникновении новой аварии в главном окне приложения АРМ на кнопке-мнемосимволе участка появится основной признак аварии – мигающий желтый треугольник – и изменится размер пиктограммы «Общего оперативного журнала аварий» в навигационной панели. Кроме того, желтый мигающий треугольник появится на мнемосимволе объекта системы и конечного оборудования. При этом в АРМ сработает аудиосигнализация: раздастся непрерывный звук тревоги.

Определить, какие изменения привели к срабатыванию аварийного сигнала, можно двумя способами. В первом случае необходимо вызвать журнал «Активные алармы». Неквитированная авария будет мигать красным и желтым шрифтом, если же произошел неквитированный возврат в норму – то синим цветом. Описание аварии дает представление об источнике аварии. По комментарию можно определить, куда с помощью навигации необходимо перейти, чтобы выяснить состояние объекта и оборудования подробно. Данный способ позволяет наиболее быстро локализовать источник аварии. Второй способ локализации неквитированной аварии – просмотр экранных форм, начиная с главного окна. На-

ходя мнемосимволы, отражающие состояние неквитированной аварии (мигающие элементы), необходимо обнаружить оборудование или сигнал и оценить текущую ситуацию.

Эти подходы используются для определения источника возникновения аварии, если она квитирована.

Помимо экономии электроэнергии, описанное в статье решение должно повысить управляемость инженерных систем тоннеля, отвечающих за функциональное освещение, а значит, и за безопасность движения, увеличить надежность и живучесть АСУ ТП.

Литература

1. Белоуско П. Б., Сибриков А. В. Эффективные способы освещения в московском регионе // Мир дорог. 2011. № 58.
2. Киричок А. И., Клиентова З. А. Внедрение интегрированной информационно-управляющей системы наружного освещения в московском регионе // Мир дорог. 2013. № 70.
3. Дадаев В. И., Доценко С. М., Киричок А. И., Сибриков А. В. Комплексная автоматизированная система управления архитектурным освещением // Светотехника. 2012. № 3.
4. Создание интегрированной информационно-управляющей системы наружного освещения города Москвы // Компания «АйТи»: [сайт]. URL: www.it.ru/upload/iblock/4b3/Mossvet.pdf (дата обращения: 02.09.2014).

А. И. Киричок, зам. директора по развитию,
ООО «Светосервис ТМ», г. Москва,
тел.: (495) 780-7598,
e-mail: kirichok@v.svsrv.ru,
www.svetoservis.ru

Эффективная реклама за разумные деньги

Журнал «ИСУП»

Отраслевой научно-технический журнал

www.isup.ru

Сайт, знакомый каждому специалисту