

ОСОБЕНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛНОТО РАЗВИТИЕ НА СИСТЕМИТЕ SCADA И NMS В ЖП ИНФРАСТРУКТУРА

Цветелина Симеонова

SPECIFICS OF THE FUNCTIONAL DEVELOPMENT OF THE SCADA SYSTEM AND NMS IN THE RAILWAY INFRASTRUCTURE

Tsvetelina Simeonova

Резюме: Цел на изследването е анализ на особеностите на Системата за управление на обектите на железопътната инфраструктура SCADA и на Единната система за управление на телекомуникационната мрежа NMS, в условията на тяхната съвместна работа в жп инфраструктура.

В резултат са показани насоките за развитие, изразяващи се в различни технологични решения в посока на интеграция при съвместната работа.

В работата са получени следните приноси:

- Въз основа на структурата и функционалността на системите SCADA и NMS е направен анализ на процесите на тяхната възможна интеграция, като са разгледани необходимостта за това и начините за реализация.
- Дадено е обобщение на интеграционните процеси, включващо основни стандарти и технологии за интеграция, и е даден пример за интеграция на приложни системи в жп инфраструктура.

Ключови думи: SCADA, NMS, RTU, PLC, жп инфраструктура.

Abstract: The purpose of the study is to analyze the specificities of the SCADA infrastructure management system and the telecommunication Network Management System (NMS) in the context of their joint work in railway infrastructure.

As a result, the development guidelines are manifested in different technological solutions in the direction of integration in the joint work.

The work contributes with the following:

- Based on the structure and functionality of the SCADA and NMS systems, an analysis of the processes of their possible integration has been made, examining the need for this and the implementation modalities.
- A summary of the integration processes, including basic standards and technologies for integration, is given and is an example of the integration of application systems into the railway infrastructure.

Key words: SCADA, NMS, RTU, PLC, railway infrastructure.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Технологичното обновяване се налага периодично във всички отрасли на икономиката, а също и в жп инфраструктура, която по същество е сложна система, осигуряваща безопасното движение и експлоатация на жп транспорт. Комплексът от технологични средства на системите и подсистемите непрекъснато се обновява, поради изискванията за по-висока ефективност при експлоатацията. Това се отнася както за преносната среда и съответните преносни системи, така и за оборудването осигуряващо събирането, обработката и разпределението на информацията, а също и за изпълнителните устройства. В рамките на модернизацията се извършва и адаптиране на технологичната организация на производствения процес. Използването на съвременни ИКТ технологии (ICT - Information and communication technologies) оказва стимулиращо влияние на развитието на свързаните подсистеми, като системите за сигнализация и управление на движението на влаковете и системата за управление на енергийните обекти на

железопътната инфраструктура (SCADA), включващи модерни информационни системи за управление и контрол [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Същото се отнася и за всички елементи на жп инфраструктура. Това позволява прилагането на високотехнологични решения и внедряване на съвременни ETCS/ERTMS технологии, с оглед на осигуряване на съответствие с Европейските препоръки, норми, стандарти и най-добри практики, както и с оглед на изискванията за оперативна съвместимост по европейските транспортни жп коридори.

ИКТ са базирани на обща платформа на мениджмънт (експлоатация и поддръжка) на телекомуникационната мрежа и нейното управление от NMS (Network Management System). По подобен начин системата SCADA осигурява автоматизираното управление на енергийните обекти на жп инфраструктура. Особеностите на тяхната съвместна работа биха могли да бъдат основа за последващи процеси на интеграция.

2. СТРУКТУРА, ФУНКЦИОНАЛНОСТ И ПРИМЕРИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА СИСТЕМИТЕ SCADA И NMS

2.1. Система SCADA

Общата техническа структура и функциите на системата SCADA са описани в [8]. Интерфейси на системата са:

- Вътрешни интерфейси - чрез тях се осъществяват всички технически (или организационни) връзки между различни части на системата SCADA и се осигурява нейното функциониране. Пълната функционалност на системата SCADA включва връзките между PLC (програмируем логически контролер) в отделните ТПС (тяговите понижаващи подстанции) и управляващата апаратура на системата в ЦДЦ (Централен диспечерски център) посредством общата комуникационна система.

- Външни интерфейси - осигуряват например подаването на сигнали от обща часовникова система, за да се осигури синхронизация по време на системата SCADA с всички други функциониращи системи. Външните интерфейси позволяват също и адаптиране на системата SCADA при евентуални промени в конфигурацията, в електрозахранването или при модификация на сигналите.

2.1.1. Съществуват различни предложения за реализация на системата SCADA. Например, едно предложено решение за управление на мрежата SCADA [9] има следните функции:

- Автоматично откриване на мрежови конфигурации - извършва се одит на конфигурацията с различни серийни интерфейси и автоматично се откриват неправилни конфигурации на мрежата SCADA.

- Автоматично разпознаване на остарели версии на фърмуера и ъпгрейд.
- Мониторинг на мрежата за устройства, с които няма комуникация.
- Проактивно откриване на неизправности и съответно управление.
- Възможности за управление чрез протоколи DNP3 и IEC 61850.

2.1.2. Интегрирано решение е предложено в специализираната система за управление на железопътния трафик, използвана за автоматизация, оптимизация и централизация - Aramis (Advanced Railway Automation, Management and Information System) [10]. Някои от функциите са:

- Автоматизация и оптимизация при откриване и разрешаване на конфликти, при планирането, надзора, диспечерирането, контрола и анализа на влаковите услуги.
- Осигурява централизирана информационна база данни и интегрира SCADA и Telecom мрежата.

Включва функционалните подсистеми: Център за управление на операциите (ОСС) и Център за управление на железопътната мрежа (NMC).

2.1.3. В структурно отношение SCADA се състои от централен хост "master" (главен терминален модул - MTU), едно или повече устройства за дистанционно събиране на данни и за управление (отдалечен терминален блок - RTU) и съвкупност от стандартен и/или персонализиран софтуер (за мониторинг на събираните данни и за управление на отдалечените изпълнителни елементи) [11]. SCADA е преобладаващо система за контрол с отворен контур, използваща преобладаващо дистанционни (далечни) комуникации; въпреки това може да има също и някои елементи на контрол със затворен контур, както и/или комуникации на къси разстояния.

Устройствата за събиране на данни на SCADA обикновено обхващат относително големи географски райони въз основа на разнообразни комуникации, и се използват за целево наблюдение и контрол. Контролът може да бъде автоматичен или инициализиран от операторски команди. Получаването на данни се осъществява най-напред чрез сканиране от RTU на неговите входове (обикновено с висока честота). Впоследствие централният хост сканира RTU и данните се обработват за откриване на алармени състояния. Данните са три типа: • Аналогови (представят се числово или графично); • Цифрови (включено/изключено) - може да има аларма, прикрепена към едно или друго състояние; • Цифрови данни от импулси - обикновено се натрупват или отчитат (броят).

Ключова технология за развитие на железопътната система, която може да осигури висока ефективност и надеждност, е използването на PLC, свързан към система SCADA.

RTU и PLC са устройства с припокриващи се функции. RTU ("отдалечено терминално устройство" или "отдалечена телеметрична единица") е електронно устройство, управлявано от микропроцесор с основна функция да се свърже SCADA към физическите обекти. Интерфейсът между обектите и SCADA се осъществява с използване на надзорни системни съобщения за контрол на всички свързани обекти и предаване на системата на всички телеметрични данни. RTU не поддържа контролни цикли и контролни алгоритми. Функционалността на RTU и PLC започва да се припокрива поради по-евтиния хардуер и стандартизирането на работните програми на RTU (IEC 61131-3 ((CODESYS V3.5)) или EN 61131).

RTU се счита подходящ за по-широка географска телеметрия, докато PLC е подходящ на локално ниво.

PLC е цифров компютър, специално проектиран за управление на изходни устройства и с множество входове. Някои от функциите на PLC са контрол на процеси, релейно управление, свързване в мрежа и т.н. Връзката със система SCADA е стандартизирана чрез IEC 61850, IEC 60870-5-103, IEC 60870-5-104, MODBUS RTU/TCP.

Функционирането на PLC може да се поясни чрез следния пример [11]. По гарите и покрай железопътната линия се поставят инфрачервени сензори за наблюдение на движението на влака (свързани към PLC чрез оптрони). Входните сигнали от сензорите се обработват в зависимост от алгоритмите на PLC и в резултат се подават съответни управляващи сигнали към съответните изпълнителни механизми. PLC осигурява също и вход към системата SCADA, което дава визуално представяне на действителното движение на влака и промените на сигналите.

PLC има вътрешна програмируема памет за съхранение на инструкции (при специфична функционалност), които включват: спазване на логическа последователност, синхронизация по време и др. PLC осъществява контрол с помощта на цифров и/или аналогов входно-изходен модул и функционира чрез непрекъснато сканиране на

програмата (• Тестване на състоянието на входа; • Програмиране изпълнението на процеса на сканиране; • Проверка и коригиране на изходното състояние).

Входният модул открива наличие или липса на входен сигнал (от ключ, датчик и др.) и конвертира входния сигнал до DC ниво с подходяща стойност. При AC входен сигнал се използва DC конвертор (токоизправител и устройство за стъпково намаляване на напрежението до използваемо ниво). При DC входен сигнал, се извършва DC-DC преобразуване в необходимия обхват.

Управляващото устройство (процесор - CPU) получава сигналите след преобразуването, чрез блок за съгласуване и защита (от пренапрежения).

Изходният модул преобразува получавания DC сигнал от CPU (за всяко сканиране) до използваемо ниво на изходното напрежение (AC или DC).

2.1.4. Според друго решение за интеграция на средствата за управление, за обработка на данните и за мрежовия обмен в един PLC, се предлага следната архитектура и функционалност [12].

Архитектурата на PLC е модулна с примерна структура:

- два независими софтуерно специализирани PLC - единият за управление на вход-изход, а другият например за работа с HMI/SCADA, за работа с бази данни;

- използва се съвместима йерархия от модули за вход-изход, като е възможно гъвкаво увеличаване на модулите вход-изход със зададена производителност; модулите вход-изход са с различен брой канали (например 8, 12 или 24) в зависимост от: вид сигнал, бързодействие, конкретен датчик или изход; модулите поддържат hot swap (без спиране на системата); като пример: модулите вход-изход могат да бъдат до 32, поддържащи до 512 аналогови точки и до 2048 цифрови точки.;

- чрез модулите за вход-изход може да се свързват/обединяват различни PLC или съгласуващи блокове;

- чрез различни съгласуващи блокове може да се свързват различни модули за вход-изход с различни мрежи от сензори и с Ethernet базирани системи за работа в реално време (Modbus/TCP); също така, посредством съгласуващите блокове, към модулите вход-изход може да се свързва всеки PLC или компютър в рамките на една мрежа.

- всички модули за вход-изход се включват към PLC чрез т. нар. обединителен (разширителен) панел (с 1 или 2 слота); чрез този панел също така се запазват модулите вход-изход. Чрез порт за разширение и Етернет кабел може да се свързват различни обединителни панели, както и да се използва различна топология - линейна, дървовидна, звезда.

За обслужване на процеса на вход-изход, в контролера се използва специализиран цифров сигнален процесор (DSP) без натоварване на ресурсите на централния процесор. Използват се CPU с различна производителност, като за съхранение на данни се използват карта CF на вътрешен слот или оперативна памет (захранвана от батерия). Честотата на сканиране на линиите за вход-изход може да бъде в рамките на 1 мс, което отговаря на изискванията за детерминиран вход-изход в реално време. Например, обработката на входно-изходните данни може да се извършва автоматично от независим обслужващ модул, докато централния и сигналния процесори могат да обменят данни (чрез вградена двупортова оперативна памет). При такава организация и разпределена архитектура се осигурява работа в реално време и се запазва висока скорост на предаване на данни независимо от броя на точките за вход-изход.

За повишаване на надеждността на системата се използва безвентилаторна технология и не се използват твърди дискове. С цел резервиране, в системата може да се включат два идентични PLC (с еднакви управляващи програми), като единият от тях се установява като главен. Главният контролира процеса, а резервният е в състояние на чакане; главният PLC периодически изпраща контролни съобщения към резервния. При

неполучаване на такова съобщение, резервният става главен и продължава процеса на управление. Превключването към нов главен PLC е сигнал за грешка и предишният главен PLC се изключва.

За достъп до периферните устройства са предвидени следните интерфейси: LAN (Ethernet), USB, DVI, аудио, RS-232, RS-422/485, VGA (за локален дисплей) и др.

LAN (Ethernet) може да се използва за управление на системите за вход-изход, както и на информационните потоци в жп инфраструктура; също така за прозрачно взаимодействие с други мрежови устройства (например видеосистеми, системи за обработка на данни, телефони и др.);

Мрежовите протоколи са: Modbus RTU, Modbus TCP, EtherBus, NTP. Портовете RS-485 и LAN дават възможност за свързване по протокол Modbus.

Интерфейсът USB може да се използва за конфигуриране, диагностика и поддръжка. Поддържането на функции на USB хост позволява включване на различни периферни устройства: модеми GSM/GPRS, 3G и LTE, GPS/ГЛОНАСС приемници и Wi-Fi точки за достъп. Чрез Wi-Fi точките за достъп се дава възможност за дистанционна диагностика и настройки през web браузър. Интерфейсът RS-232C може да се използва за включване на радиомодеми, на модули за синхронизации по време по GPS/ГЛОНАСС или за сканиране на Modbus RTU устройства.

2.2. Структура на системата NMS

Телекомуникационната мрежа (ТКМ) изпълнява ролята на комуникационно ниво в структурата на системата SCADA и когато се използва от високоотговорни автоматизирани системи (например SCADA), към ТКМ се изгражда NMS (със собствен Център за управление) с функционалност посочена в [8].

Управляеми обекти на системата NMS са всички телекомуникационни устройства с мрежови портове (с поддръжка на SNMPv3 (RFC 3411 – 3418)), обслужващи различни подсистеми.

2.2.1. Пример за реализация на система за управление на мрежата NNM NMS е показан в [13], като възможностите са централизирано управление (инициализация) на мрежовите ресурси (устройство и неговите портове на мрежово ниво), контрол на достъпа, откриване и отстраняване на неизправности, графично управление на топологията и управление на мрежовите услуги (в съответствие със стандарта TMN).

NView NNM NMS е отворена крос платформена (Java – базирана, с възможности за миграция между UNIX, Linux и Windows) разпределена система за цялостно мрежово управление (базирана на SNMP), използва софтуерна архитектура клиент-сървър (разположени на един хост или на различни хостове). Поддържа интерфейс CORBA, използва графичен потребителски интерфейс и може да се интегрира със софтуер на трети страни.

Управляеми ресурси могат да бъдат: CWDM, PDH мултиплексори, медия конвертори, интерфейсни конвертори, Ethernet комутатори и др.

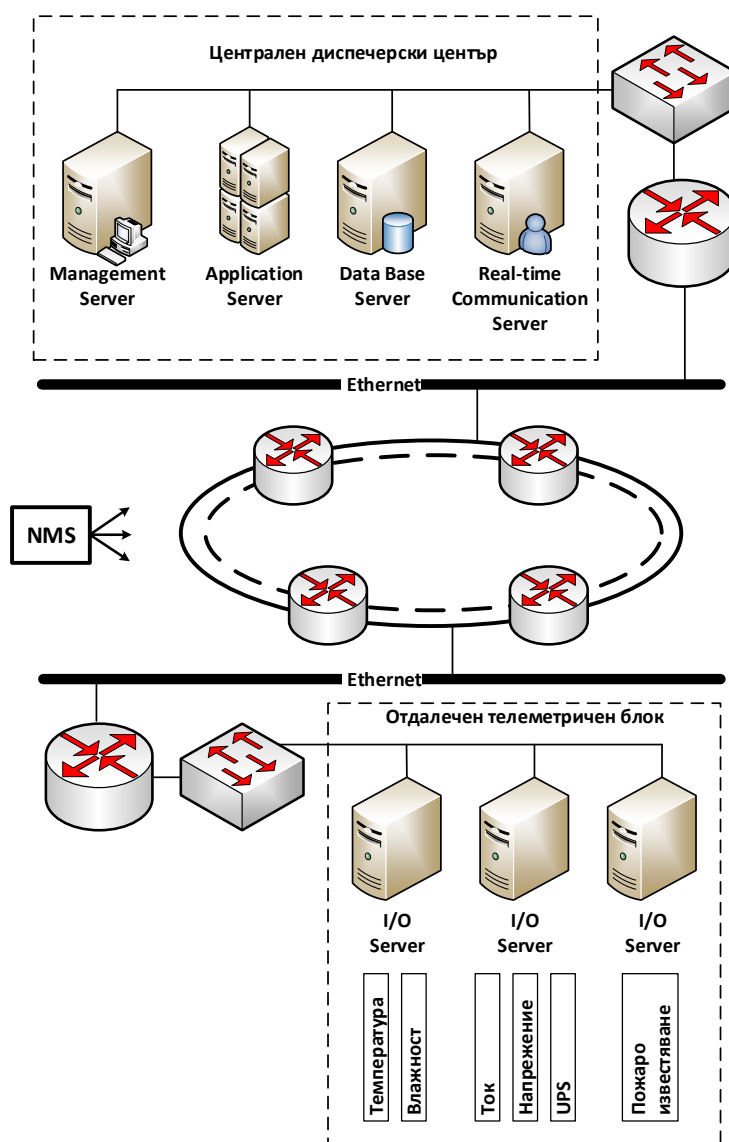
Поддържа уведомления за аварийни събития (вкл. филтрация и преадресация), които могат да се показват на схемата на топологията с детайлизация до устройство и неговите портове. Показват се източника на събитието и времето. Събитията могат да се класифицират, сортират, филтрират, експортират.

Предоставя мрежова статистика, анализ и управление на производителността в реално време, пропускателната способност и закъсненията на отделни устройства.

Поддържа резервно копиране и FTP базирано актуализиране на софтуера или възстановяване на конфигурацията на устройствата. Поддържа синхронизация на мрежовите ресурси и бази данни. Поддържа стратегия за безопасност чрез разделяне на домейни и авторизация на администрирането на мрежата.

3. АНАЛИЗ НА ПРОЦЕСИТЕ НА ИНТЕГРАЦИЯ НА СИСТЕМИТЕ SCADA И NMS – ПРИЧИНИ, НАЧИНИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ, ПОСЛЕДСТВИЯ

Разгледаните функционални възможности на различни решения за реализация на системата SCADA и на нейните компоненти като индустриално средство за автоматизация, от една страна, а от друга - функционалните възможности на системата NMS, предполагат съвместно развитие, породено от потребностите за достъп до информация, което може да се реши чрез различни форми на интеграция. Примерна блокова схема на системите SCADA и NMS е показана на фиг. 1.



Фиг. 1. Примерна блокова схема на системите SCADA и NMS.

3.1. Съществуват множество продукти и решения за мрежови IT приложения и за управление на мрежи, а също така и множество индустриални устройства и системи за автоматизация (IA), каквато е системата SCADA [14].

Много полезно би било, като един от подходите, да може да се използват съществуващите IA устройства от IT мрежовите приложения, например достъп до UPS и акумулаторни батерии, сензори за температура и влажност, консуматори на мощност, превключватели или видео в реално време. Това е предизвикателство защото устройствата са от различни технологии, тъй като IA устройствата използват протокол Modbus (в рамките на системата за събиране на данни, мониторинг и управление SCADA), който е несъвместим с SNMP в IP мрежи управлявани от NMS. Устройствата в SCADA/Modbus на IA и устройствата в системата NMS/SNMP на IT са несъвместими.

Modbus (ASCII и RTU). Протоколът Modbus (ASCII и RTU) се е превърнал в стандарт defacto, поради необходимостта от оперативна съвместимост на системите на производителите на оборудване за измерване, контрол и управление.

Оборудването, поддържащо вариантите на протокол Modbus, включва: RTU, PLC, VFD, SCADA хостове, MMI, Flow Computers, Power Meters, Valve Actuators, Intelligent Instruments и Protocol Converters.

Modbus е отворен комуникационен протокол (с архитектура master-slave) за свързване на промишлени електронни устройства и предаване на данни чрез серийни линии RS-485, RS-422, RS-232, и мрежи TCP/IP (при Modbus TCP); съществуват и реализации, използващи UDP. На физическо ниво се използва полудуплекс по една усукана двойка със скорост 1 Мбит/с., а като протокол се използва HDLC, върху който е специфицирано предаването на MODBUS PDU.

Поддържан от широк кръг производители, протоколът Modbus е предпочитаният протокол, когато в комуникационна мрежа на SCADA се използва един протокол. По-голямата част от индустриалното оборудване поддържа Modbus директно като роден протокол или чрез комуникационните карти (на производителя или на трета страна).

Modbus TCP. Modbus TCP е приет като индустриален Ethernet протокол, транспортиращ Modbus протокол през LAN мрежи. Едно Modbus TCP устройство може да се конфигурира едновременно като Master или като Slave. Modbus TCP (в мрежа Ethernet) позволява множество едновременни Modbus TCP Master връзки към едно и също устройство Modbus TCP Slave. Когато се налага да се споделя едно Modbus RTU Slave устройство или една Modbus RTU Slave мрежа с множество Modbus Masters, това може да се постигне с помощта на Modbus Serial Port Multiplexers или Modbus TCP Gateways.

3.2. Съществуват специализирано защитени управляеми Ethernet комутатори (FE или GE) [15] за управление на процеси, които поддържат едновременно протоколите Modbus (SCADA) и SNMP (NMS - Network Management System). Наличието на приоритетни портове позволява контролиране на закъсненията на пакетите и джитера, с приоритизиране на данните от сканиране на входове-изходи.

3.3. За случаи на автоматизация и управление (за свързване с обектите на управление, които използват Modbus RTU) при системи NMS, SCADA и PLC (Ethernet/IP), за осъществяване на комуникация между Ethernet и Modbus RTU устройствата (за конвертиране на различните комуникационни протоколи) може да се използва шлюз (например Fieldbus Gateway), като заедно с това се дава възможност за диагностика, анализ и управление чрез WebAccess/NMS и WebAccess/SCADA [16]. Например, PLC от различни доставчици обикновено поддържат различни протоколи (като Modbus TCP за Schneider, Profinet за Siemens и EtherNet/IP за Rockwell), което предизвиква трудности при разширение на системата.

3.4. Възможната интеграция между самите устройства на тези системи би позволила тяхното по-ефективно и по-надеждно функциониране.

Един от начините за комбиниране на SNMP и Modbus устройства в една мрежа е използването на Middleware. При този подход се получава "конвертиране" на NMS в SCADA система, а добавянето на SNMP OPC сървър позволява събирането на данни от съществуващи SNMP устройства и тяхното предоставяне на системата SCADA, т.е. SNMP OPC сървърът действа като "Middleware" между мрежовите устройства SNMP и системата SCADA. Такава стратегия предвижда в голяма степен ревизия от архитектура на една система до архитектура на друга.

Използване на SNMP-OPC Server. SNMP-OPC сървърът [17] поддържа всички версии на SNMP (вкл. и защитения SNMPv3). Също така SNMP-OPC сървърът поддържа и основните OPC комуникационни интерфейси, за да се гарантира свързването със системите HMI/SCADA: OPC Data Access Interface; OPC интерфейс за събития и аларми; OPC UA. SNMP-OPC сървърът може да поддържа, например, следните протоколи – табл. 1 (поради което може да следи и устройства, които не поддържат SNMP).

Таблица 1. Пример за поддържани протоколи от SNMP-OPC сървър.

Transport Protocols	Application Protocols		
TCP/IP	S7 Protocol	SLC500 Protocol	Send/Receive
RFC1006 (ISO on TCP)	S5-AP	PLC-5 Protocol	NETLink
Sinec H1 (ISO on TCP)	CLX ContolLogix	Melsec-Q	DCOM-Tunnel (Server/Client)
	CLX CompactLogix	Modbus TCP	SNMP
	CLX Performance Optimization		

SNMP-OPC сървърът може да бъде конфигуриран, като автоматично се търси свързаната мрежа (за автоматизация и за полеви устройства), като се създава дефиниран набор от OPC тагове, въз основа на включения разширяем и модифицируем каталог на устройствата. Каталогът може да се персонализира с помощта на интегриран MIB браузър.

Използване на Middleware. Друг вариант на използване на Middleware между SCADA и NMS е предложен в [18], като NMS е с разширяема и автоматизирана архитектура за събиране на информация и управление посредством разнообразни устройства и технологии. Функционалността включва: анализ на локалните грешки (FLA - Fault Location Analysis), изолиране на местоположението на повредите (FLISR - Fault Location Isolation Service Restoration), подсказана комутация (Suggested Switching), управление на натоварването (Feeder Load Management), DMS (Dealer Management System) функционалност, възможности за управление на повече точки. Като мидълуер за ICCP (Inter-Control Center Communications Protocol) интерфейс към NMS се използва LiveData Protocol Server, в който се получават данни за телеметрия от цифрови/аналогови точки и от моментни операции, в реално време при еднопосочна комуникация. От друга страна разнообразните устройства използвани в архитектурата на мрежата се различават по вид и поведение, което поведение при някои моментни ситуации би могло да бъде непредвидено. Също така различните устройства изпращат един и същ вид данни по различни начини. В тази връзка е необходимо:

- OMS (Operation Management System) да получава най-актуалната и точна информация от SCADA.
- да се използва разширено филтриране и алгоритми за middleware за управление на устройствата и данните.
- да управлява надеждно съобщения за моментни прекъсвания, текущи грешки и целеви грешки (заплахи).

Използване на устройство вход-изход с локална интелигентност. Друго различно решение за интеграция е чрез използване на устройство вход-изход с локална интелигентност (да може да управлява свързани устройства за да замести нуждата от отделен компютър или PLC) и висока сигурност, което да поддържа Modbus и SNMP (всички версии, вкл. SNMP v3) [14]. Функционалността на такова устройство обхваща и мрежовите комуникации, например по отношение предаването на критични данни. Конфигурирането може да бъде "клиент-сървър", но и периодично изпращане на пакети или при предварително определени събития.

Съществуват устройства с продукти за управление на PLC, таймер, график и функции за регистрация.

4. ПРИМЕРИ ЗА АВТОМАТИЗИРАНИ СИСТЕМИ ЗА ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧНО И СИТУАЦИОННО УПРАВЛЕНИЕ С ИЗМЕНЯЕМ НАБОР ОТ SCADA И NMS ПРИЛОЖЕНИЯ

4.1. Във връзка с интеграцията на приложения, вкл. в SCADA, NMS и др. [19], при създаването на автоматизирани системи за оперативно-технологично и ситуационно управление, може да се разгледат основни стандарти и технологии за интеграция, като общата платформа за интеграция включва: IEC 61970, 61968 (общ информационен модел – CIM); IEC 62361 (съвместимост в рамките на стандартите IEC) – табл. 2.

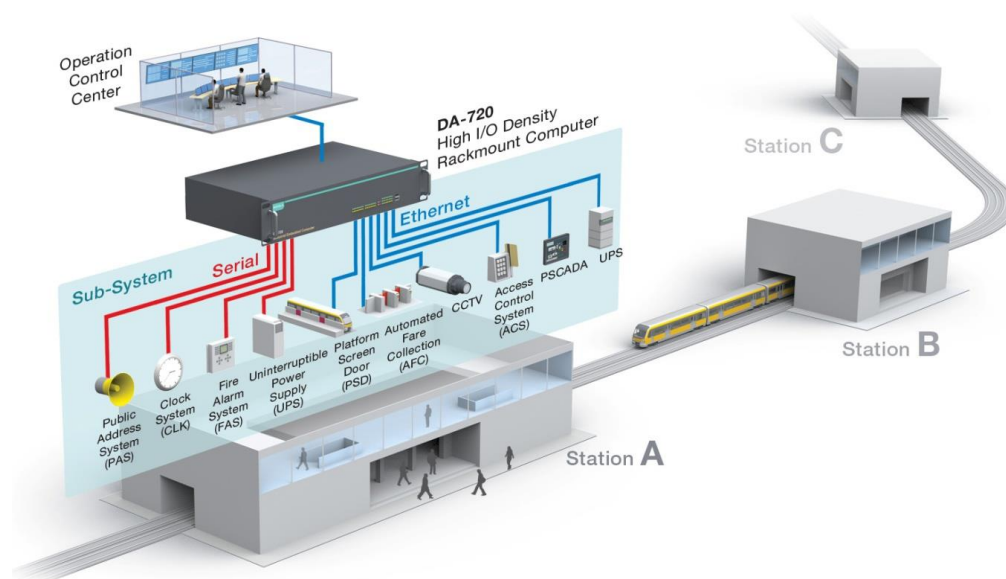
Таблица 2. Пример за стандарти и технологии за интеграция.

Основни шаблони за интеграция:	Други стандарти и технологии за интеграция:
Интеграция на приложения за скоростен обмен на данни:	IBM WebSphere Message Queue
OPC Unified Architecture (IEC 62541)	Microsoft Message Queue
Model Access Layer (MAL-API)	Service-Oriented Architecture (SOA)
High Speed Access Layer (HSAL-API)	IEC 60870-6 TASE.2 (ICCP), вкл. блокове 4 и 8
	IEC 61870-5-101/104
Интеграция на приложения със среден обем и поток на информационен обмен	IEC 61850-8-1 MMS
Open Data Protocol (OData)	Серия стандарти и технологии W3C: XML, XSLT, SOAP, WSDL, XAML, RDF
CIM-XML по HTTP	XHTTP, HTTPS
Simple Object Access Protocol (SOAP)	SNMP
CIM-XML експорт и импорт	
Пълен и инкрементален експорт и импорт на информационния модел	
Избирателен експорт на оперативните и метаданните въз основа на разширяем албум на XSD-схеми	

4.2. За управление на подсистемите за автоматизация на железопътния транспорт (в съответствие със стандартите EN 50121-4) се използва като надеждна и разширяема платформа "Интегрирана система за надзор и управление" (ISCS - Integrated Supervisory Control System) [20] и тъй като все повече подсистеми се интегрират в основната железопътна система, увеличавайки сложността на мрежите и комуникационните интерфейси, в ISCS нараства използването на front-end процесори. Компютърната система

(DA-720) е безвентилаторна, индустриален клас и използва разширяеми серийни интерфейси и 14 GB Ethernet портове (до 22 Gigabit LAN и 10 серийни порта) и гарантира стабилна и надеждна работа на системата при жп приложения.

Системата осигурява независими LAN портове за свързване на подсистеми, например (фиг. 2): система за пътническа информация (PIS - Passenger Information System), система за обществен достъп (PA - Public Address), система за видеонаблюдение (CCTV surveillance), система на платформени врати (PSD - Platform Screen Door), система за контрол на достъпа (ACS - Access Control System), FAS (Fire Alarm System), система SCADA.



Фиг. 2. Интегрирана система за надзор и управление на подсистеми в жп инфраструктура.

Източник: [20, (https://www.moxa.com/application/rail_ISCS_computer.htm)]

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на структурата и функционалността на системите SCADA и NMS е направен анализ на процесите на тяхната възможна интеграция, като са разгледани необходимостта за това и начините за реализация [21]. Дадено е обобщение на интеграционните процеси, включващо основни стандарти и технологии за интеграция, и е даден пример за интеграция на приложни системи в жп инфраструктура.

ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ:

- [1] ДИМИТРОВА, Емилия. Анализ на възможностите за интегриране на видеонаблюдение към системите за дистанционен мониторинг и контрол. *Механика, Транспорт, Комуникации*. 2017, год. 15(3), с. ix-7-ix-12. ISSN 1312-3823; Dimitrova E. Analiz na vazmozhnostite za integrirane na videonablyudenie kam sistemite za distantsionen monitoring i kontrol. V: *Mezhdunarodna nauchna konferentsia „Transport-2017”*, nauchno spisanie “*Mehanska, Transport, Komunikatsii*”, tom 15, broj 3/3, 2017, statia № 1521, ISSN 1312-3823.
- [2] DIMITROVA, Emiliya and Vasil DIMITROV. Contemporary Trends for Increasing the Reliability of the SCADA systems Communication Level. In: *51st International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, June 28-30 2016*. 2016, pp. 115-118. ISBN 978-9989-786-78-5.
- [3] DIMITROVA, Emiliya. Models of objects of control in SCADA – System for Monitoring and Operational Dispatching on Metropolitan-Sofia. *Information Technologies and Control* [online]. 2013, vol. 3, pp. 30-35 [viewed 22 February 2018]. De Gruyter. eISSN 2367-5357. Available from: <https://www.degruyter.com>

- [4] DIMITROVA, Emiliya and Vasil DIMITROV. Realization of a Simulation model of SCADA – a System for monitoring and Control of Metropolitan-Sofia, *Information Technologies and Control* [online]. 2013, vol. 4, pp. 25-33 [viewed 22 February 2018]. De Gruyter. eISSN 2367-5357. Available from: <https://www.degruyter.com>
- [5] ДИМИТРОВА, Емилия. Система за дистанционно управление на влаковото движение. *Годишник на Технически Университет – София* [онлайн]. 2017, 67(1), с. 407-412 [прегледан 22 февруари 2018]. ISSN 1311-0829. Достъпен на: <http://proceedings.tu-sofia.bg/>; Dimitrova E., Sistema za distantsionno upravlenie na vlakovoto dvizhenie, V: *VIII nauchna konferentsia "EF 2016"*, Varna, 12-15.09.2016, Godishnik na Tehnicheski Universitet – Sofia, t. 67, kn. 1, 2017, 407-412, ISSN 1311-0829
- [6] ДИМИТРОВА, Емилия. Архитектура на софтуера на система за дистанционно управление на влаковото движение, *Годишник на Технически Университет – София* [онлайн]. 2017, 67(1), с. 413-418 [прегледан 22 февруари 2018]. ISSN 1311-0829. Достъпен на: <http://proceedings.tu-sofia.bg/>; Dimitrova E. Arhitektura na softuera na sistema za distantsionno upravlenie na vlakovoto dvizhenie. V: *VIII nauchna konferentsia "EF 2016"*, Varna, 12-15.09.2016, Godishnik na Tehnicheski Universitet – Sofia, t. 67, kn. 1, 2017, 413-418, ISSN 1311-0829
- [7] ДИМИТРОВА, Емилия и Васил ДИМИТРОВ. Системи за дистанционен мониторинг и управление на обекти в железопътния транспорт. *Proceedings International Conference „Automatics and Informatics 2016“*, 4-6.X.2016, Sofia, pp. 45-48. ISSN 1313-1850.; Dimitrova E., V. Dimitrov. Sistemi za distantsionen monitoring i upravlenie na obekti v zhelezopatnia transport. V: *International Conference „Automatics and Informatics 2016“*, 4-6.X.2016, Sofia, SAI-John Atanasoff Society of Automatics and Informatics, 45-48, ISSN 1313-1850.
- [8] *Технически изисквания към елементите на железопътната инфраструктура V02* [онлайн]. ноември 2015 г. [прегледан 22 февруари 2018]. ДП Национална компания железопътна инфраструктура. Достъпен на: <https://www.rail-infra.bg/>; *Tehnicheski iziskvania kam elementite na zhelezopatnata infrastruktura V02*, DP "NKZhI", m. noemvri 2015.
- [9] SCADA Network Management solution. *Dhyan* [online]. [viewed 22 February 2018]. Available from: <http://www.dhyan.com>
- [10] Optimised Train Management with ERTMS - an integrated Thales solution. *Thales Transportation Systems* [online]. Copenhagen, Denmark, 11 May 2011 [viewed 22 February 2018]. Available from: <https://www.thalesgroup.com>
- [11] SIVANANDAM, S.N. Metro Traction Control System Using PLC And SCADA Monitoring. *Gurukulam International Journal of Innovations in Science and Engineering* [online]. 2016, vol. 1(1), pp. 33-37. [viewed 22 February 2018]. ISSN 2454-6631. Available from: <http://gijise.res.in/>
- [12] Програмируемые контроллеры Advantech. Интеграция средств управления, обработки данных и сетевого обмена в одном контроллере. *Advantech Co.* [online]. 2011. [viewed 05 March 2018]. Available from: www.advantech.ru; Programmierbare Controller Advantech. Advantech Co., Ltd. 2011. Available from: www.advantech.ru
- [13] Сетевая система управления - Raisecom NView NNM Network Management System. *Raisecom* [online]. [viewed 22 February 2018]. Available from: <http://raisecom-tech.com.ua>; Setevaya sistema upravlenia - Raisecom NView NNM Network Management System. <http://raisecom-tech.com.ua/html/Products/Networkmanagement/NMS.htm>
- [14] STANLEY, Liu. Why Can't We Be Friends? Monitoring the Server Room by Introducing Modbus to SNMP. *Moxa* [online]. November 18, 2009 [viewed 05 March 2018]. Available from: <https://www.moxa.com>.
- [15] Advantech Launches New ProView Scada-nms-management-switches. *AutomationWorld* [online]. December 2, 2014 [viewed 22 February 2018]. Available from: <https://www.automationworld.com>
- [16] Reducing the Electricity Consumption of Electric Motor-Driven Systems (EMDSs). *Advantech* [online]. 22.01.2018 [viewed 22 February 2018]. Available from: <http://www.advantech.ru>
- [17] SNMP OPC-Server. OPC Server with SNMP Protocol Support, Including SNMP Browse and MIB Import. *Softing* [online]. August 2016. [viewed 05 March 2018]. Available from: <http://industrial.softing.com>
- [18] PLUMMER, Jason. Using Middleware between SCADA and a Network Management System to Handle Incorrect Data or Non-typical Device Functions. *LiveData Utilities* [online]. February 10, 2016. [viewed 23 February 2018]. Available from: <https://www.livedatautilities.com/>
- [19] Создание автоматизированных систем оперативно-технологического и ситуационного управления с изменяемым набором SCADA/EMS/DMS/OMS приложений на базе на платформы "СК-11" российского производства. *Межрегиональная распределительная сетевая компания Северо-Запада* [онлайн]. Февраль 2017 [прегледан 23 февруари 2018]. Достъпен на: <http://www.mrsksevzap.ru>; *Sozdanie avtomatizirovannyh sistem operativno-tehnologičeskogo i situacionnogo upravleniâ s izmenâemym naborom SCADA/EMS/DMS/OMS prilozhenij na baze na platformy "SK-11", ZAO "Monitor èlektrik", Pâtigorsk, 02.2017.*
- [20] Rail Integrated Supervisory Control System. *Moxa* [online]. [viewed 23 February 2018]. Available from: <https://www.moxa.com>

**ОСОБЕНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛНОТО РАЗВИТИЕ НА СИСТЕМИТЕ SCADA И NMS В ЖП
ИНФРАСТРУКТУРА**
Цветелина Симеонова

[21] СИМЕОНОВА, Цв. Особенности на съвместната работа на системите SCADA и NMS в жп инфраструктура. *Сп. „Механика, транспорт, комуникации“*, ISSN 1312-3823, София, том 16, брой 3/2, статия № 1739, 2018.; Simeonova Tsvetelina. Specifics of simultaneous work of systems SCADA and NMS in the railway infrastructure. *“Mehanika, Transport, Komunikatsii”*, ISSN 1312-3823, tom 16, broy 3/2, statia № 1739, 2018.

Информация за автора:

ас. д-р инж. Цветелина Симеонова, Катедра ”СОТС” при ВТУ ”Т. Каблешков”, ул. Гео Милев № 158, 1406, Тел.: 0885858022, e-mail: ts.b.simeonova@abv.bg

Contacts:

Assist. Prof. Tsvetelina Simeonova, PhD, 1406, Department Communication and security equipment and systems, University of Transport "T. Kableshkov", 158 Geo Milev St., Sofia, Tel.: (359) 885858022, e-mail: ts.b.simeonova@abv.bg

Дата на постъпване на ръкописа (Date of receipt of the manuscript): 13.07.2018.

Дата на приемане за публикуване (Date of adoption for publication): 11.09.2018.