УДК 004

Черников В.С.

студент 4 курс

Институт инженерных и цифровых технологий БелГУ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Россия, г. Белгород

МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА СВЯЗИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ОБЪЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Аннотация: *В данной статье автор освещают проблемы, возникающие при эксплуатации автоматизированных систем управления распределенными объектами, касающиеся качества связи. Авторы показывают с различных сторон каким образом качество связи может влиять выполнение системой тех или иных функций. В ходе статьи предлагается методика мониторинга качества связи, а также показана апробация методики на действующей системе автоматизированной системе управления наружным освещением, реализовав ручной сбор данных. Авторы показали вариант построения отчетов для осуществления мониторинга метрик. В конце статьи сделан вывод о перспективности развития модуля сбора показателей системы для получения метрик и мониторинга качества связи в реальном времени.*

Ключевые слова: *мониторинг; качество связи; автоматизированные системы управления; распределенные объекты*

METHODOLOGY FOR MONITORING COMMUNICATION QUALITY IN AUTOMATED SYSTEMS FOR CONTROL OF DISTRIBUTED OBJECTS USING THE EXAMPLE OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR EXTERNAL LIGHTING

***Annotation**: In this article, the authors highlight the problems that arise during the operation of automated control systems for distributed objects regarding the quality of communication. The authors show from various angles how the quality of communication can affect the performance of certain functions by the system. The article proposes a methodology for monitoring the quality of communication, and also shows the testing of the methodology on an existing automated system for controlling outdoor lighting, implementing manual data collection. The authors showed an option for building reports for monitoring metrics. At the end of the article, a conclusion is made about the prospects of developing a module for collecting system indicators to obtain metrics and monitor communication quality in real time.*

***Keywords**: monitoring; connection quality; automated control systems; distributed objects*

Актуальность применения и развития автоматизированных систем управления очевидна. Они способны значительно улучшить эффективность и качество работы тех или иных процессов и производств, а также повысить уровень комфорта пользователей.

Применение автоматизированных систем управления позволяет повысить уровень эффективности расходования электроэнергии, безопасности, удобства, экологии, привнести функции адаптации к изменениям в окружающей среде. На ряду с этим применение новых технологий в управлении распределенными объектами зачастую зависит от качества эксплуатации системы. Одним из важнейших аспектов, влияющих на плодотворную эксплуатацию таких систем, является качество связи [1,2].

Во-первых, автоматизированная система управления требует постоянной и надежной связи между различными устройствами и компонентами системы. Это включает в себя передачу данных, команд и сигналов между различными сенсорами, контроллерами, серверами и другими элементами системы. Если качество связи низкое, это может привести к задержкам в передаче данных, потере команд и непредсказуемым сбоям в системе, что может негативно сказаться на ее работе и эффективности.

Во-вторых, такого рода системы в настоящий момент предоставляют обширный набор функций, например, такие функции как управление освещением с адаптацией по интенсивности дорожного движения транспортных средств или мониторинг освещенности и даже мониторинг сбития опор освещения. Для обеспечения эффективной и бесперебойной работы этих функций, необходимо иметь связь с устройствами и датчиками, расположенными на разных уровнях и в разных частях города. Качество связи GSM влияет на возможность своевременного и точного сбора данных с этих устройств и на выполнение соответствующих действий для оптимального функционирования системы.

В-третьих, качество связи может оказывать влияние на финансовые затраты. Так, например, при частых разрывах сессии устройства могут пересылать данные повторно и тем самым повышать потребление трафика.

Наконец, связь GSM играет ключевую роль в обеспечении безопасности. Модули безопасности в такого рода системах, выполняющие функции контроля доступа, пожарной сигнализации, мониторинг освещения на дорогах требуют своевременной и надежной связи для обработки и передачи данных. Ненадежная связь GSM может привести к задержкам при передаче сигналов тревоги, потере ценной информации и возможным нарушениям безопасности.

В целом, качество связи GSM является фундаментальным аспектом при эксплуатации автоматизированной системы управления использующей такого рода каналы связи. Надежная и эффективная связь позволяет обеспечить безопасность, эффективность и бесперебойную работу системы, что важно для достижения поставленных целей.

Для того чтобы решать вопросы связанные с повышением качества связи необходимо обладать полной информацией по работе каналов связи, особенно радиосвязи, таких как GSM связь. Причем для своевременного решения проблем со связью необходим мониторинг связи как в масштабах города, микрорайонов, так и отдельных устройств, датчиков.

Методика мониторинга качества связи в автоматизированных системах управления видится что должна включать ряд этапов и инструментов, которые позволят оценить и контролировать эффективность работы средств связи.

В данной работе выработана следующая пошаговая методика:

1. Определить основные метрики, по которым будет проводиться мониторинг.

2. Для проведения мониторинга качества связи необходимо выбрать соответствующие инструменты, которые позволят вычислять и анализировать метрики.

3. Установка мониторинговых систем или инструментов.

4. Сбор и анализ данных в реальном времени или статистических показателей.

5. Расчет метрик и определение проблем.

6. Реагирование и устранение проблем.

На первом этапе выбираются метрики необходимые для мониторинга в конкретной рассматриваемой системе, так как не существует идеального набора метрик, которые применимы для всех систем.

В нашей статье рассматриваем методику на примере автоматизированной системы управления освещением. В данной системе стоит учитывать следующие аспекты при выборе метрик:

- большое количество объектов, распределенных на большой территории (РФ и СНГ)
- различные модели устройств управления

- различные операторы связи
- алгоритмы связи объектов с сервером системы

Исходя из этого в качестве исходных показателей для ведения мониторинга качества связи были приняты:

- название объекта - для удобства идентификации объекта
- модель устройства - при анализе метрик важно отслеживать метрики по моделям устройств и их версиям
- координаты - при анализе качества связи позволит сравнить рядом расположенные объекты
- время и уровень связи - непосредственно сама характеристика уровня связи в нашем случае RSSI (дБ)
- оператор связи - при анализе метрик важно отслеживать проблемы на стороне оператора
- время и объем данных - качество связи может влиять на объем данных, которые устройство передает
- перезагрузка устройства - при нестабильном соединении устройство по алгоритму производит перезапуск модема

Для проверки возможностей и полноты аналитики осуществим вручную подготовку набора данных по указанным выше показателям за ноябрь 2023 года из автоматизированной системы управления наружным освещением. В дальнейшем данные показатели можно будет извлекать в реальном времени из автоматизированной системы управления наружным освещением с помощью двух подходов:

1. с помощью API системы по SOAP протоколу осуществлять сбор информации об устройствах, операторах связи, местоположении объектов.
2. с помощью брокера-сообщений Kafka осуществлять сбор пакетов данных и уровня связи с временными метками.

Данные после подготовки были загружены в систему Apache Superset для последующего построения таблиц, отчетов и диаграмм (рисунок 1).

server_time	frame_timestamp	serial_number	helios_version_name	light_box_type	gsm_apn1	object_longitute	object_latitude	signal_quality	rebooted
2023-11-01	2023-11-01	000141FD48F30E0E	Гелиос 2	1 фаза/1 контактор с КС без защит	inet.ycc.ru	36.587272644043	50.5954132080078	5	N/A
2023-11-01	2023-11-01	000141FD48E3FE06	Гелиос 2	100А (3 фазы, пофазное, БЕЗ защит)	internet.mts.ru	53.7355166673662	56.4402633319767	3	N/A
2023-11-01	2023-11-01	000145B19B170BBD	Гелиос 2	100А (3 фазы без КС) фазный	internet.mts.ru	36.5872230529785	50.5956611633301	2	N/A
2023-11-01	2023-10-31	0001445635118972	Гелиос 2	100А (3 фазы, пофазное, БЕЗ защит)	internet.mts.ru	53.7898099687762	56.4737264477718	3	N/A
2023-11-01	2023-11-01	000140A5A1D6BE58	Гелиос 2	3фазы/2конт. без защит	internet.mts.ru	57.600701	51.398762	2	N/A
2023-11-01	2023-10-31	0001445635118860	Гелиос 2	100А (3 фазы без КС) фазный	internet.mts.ru	40.9884300231934	56.9902725219727	4	N/A
2023-11-01	2023-11-01	0001426DFABA4BFC	Гелиос 2	3фазы/2конт. без защит	internet.mts.ru	57.584338	51.409246	1	N/A
2023-11-01	2023-11-01	000141FD495515FC	Гелиос 2	100А (3 фазы без КС) фазный	internet.mts.ru	36.5872230529785	50.5956611633301	2	N/A
2023-11-01	2023-10-31	0001454B9DF9F224	Гелиос 1	100А (3 фазы, без пофазного)	internet.mts.ru	36.6034317	50.6058884	4	N/A
2023-11-01	2023-11-01	0001426DFABA5C2A	Гелиос 2	3фазы/2конт. без защит	internet.mts.ru	37.6225051879883	55.7532157897949	2	N/A
2023-11-01	2023-10-31	00014456351186E6	Гелиос 2	100А (3 фазы без КС) фазный	internet.mts.ru	40.9884414672852	56.9905776977539	4	N/A
2023-11-01	2023-11-01	00014155E2E52105	Гелиос 2	100А (3 фазы без КС) фазный	internet.TELE2.ru	36.587272644043	50.5954132080078	4	N/A
2023-11-01	2023-11-01	000146D7E7626F6D	Гелиос 2	100А (3 фазы без КС) фазный	internet.mts.ru	36.5872230529785	50.5956611633301	4	N/A

1 2 3 4 5

Рисунок 1 - Пример набора данных для анализа метрик качества связи

В данной системе в качестве основного показателя качества связи используется показатель силы сигнала GSM, вычисляющийся на базе RSSI[3] со следующими градациями, представленными в таблице 1.

Таблица 1. Описание предлагаемого к анализу показателя качества связи

Значение показателя качества связи	**RSSI, дБ**	**Качественное описание сигнала**
0	-	Отсутствие связи
1	Менее -95	Неустойчивый
2	Менее -83	Нормальный
3	Менее -73	Хороший
4	Менее или равно -53	Отличный
5	Более -53	Превосходный

На базе подготовленных данных были сформированы отчеты для отслеживания качества связи и возможности анализа проблем. На рисунке 2 показан пример отчета строящий усредненный показатель качества связи (таблица 1) по выбранному району на карте. Имеется возможность масштабирования при этом усредненный показатель динамически рассчитывается для выбранной области (рисунок 3).

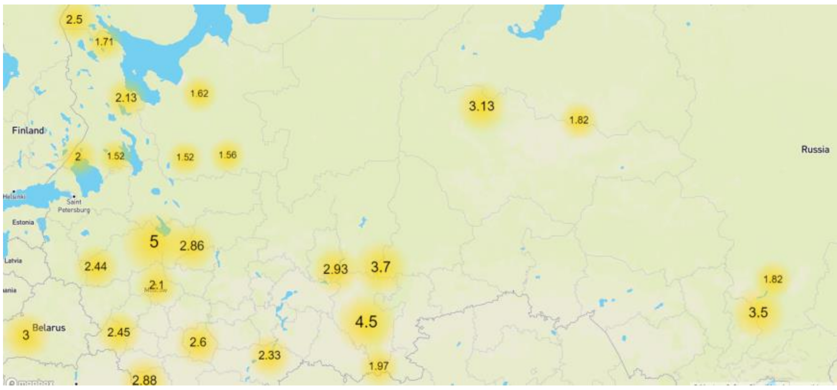

Рисунок 2 - Отчет качества связи по объектам автоматизированной системы управления наружным освещением с 23 ноября по 30 ноября в масштабе РФ

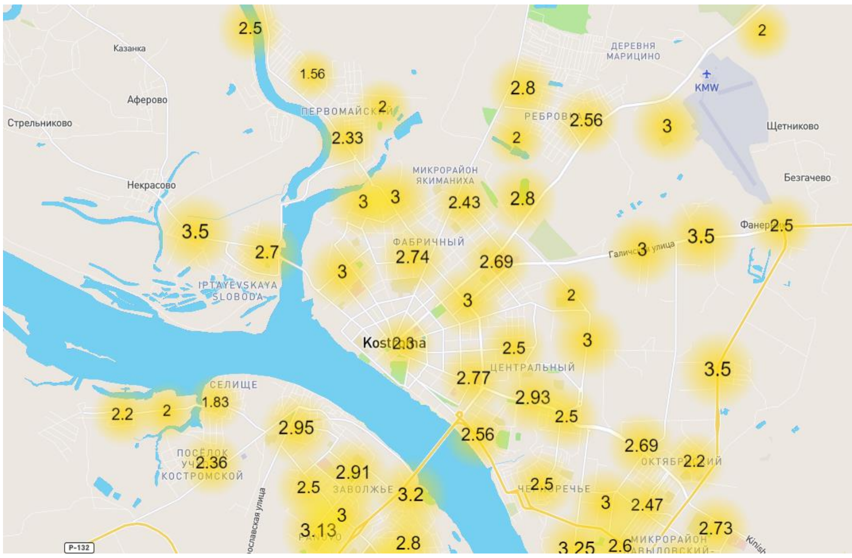

Рисунок 3 - Отчет качества связи по объектам автоматизированной системы управления наружным освещением с 23 ноября по 30 ноября в масштабе города на примере Костромы

С помощью данного отчета можно выявить районы со слабой связью и выполнить мероприятия по её улучшению. Если показатель снижен на ограниченном количестве объектов, то можно локально улучшить качество связи за счет проверки подключения и монтажа антенны или замены антенны на более мощную по коэффициенту усиления. А в случае, если качество связи снизилось на большом количестве объектов стоит изучить не связано ли это со сбоем с каким-либо конкретным оператором или недостаточным покрытием связи конкретного оператора связи. На рисунке 3 видно, что присутствуют районы где средний показатель качества связи ниже 2, т.е. является неустойчивым. Это также косвенно подтверждается частотой событий о потерях связи и пропусках в данных по объектам из данных районов непосредственно в автоматизированной системе управления. Таким образом данные отчеты позволили выявить из большого объема объекты, где необходим анализ и проведение мероприятий по улучшению связи.

В данной статье показана важность отслеживания такого показателя, как качество связи при эксплуатации автоматизированных систем с распределенными объектами на примере автоматизированной системы управления наружным освещением. В статье предложена методика выбора подхода к мониторингу качества связи в автоматизированных системах управления и на примере показан вариант мониторинга для автоматизированной системы управления освещением. В ходе статьи показан подход к сбору данных, выбор инструментов анализа и метрик, а также продемонстрированы результаты на реальном наборе данных, полученных из системы ручным способом. Выбранный подход показал свою эффективность при эксплуатации системы и имеет перспективу развития в реализации сбора данных в реальном времени, подготовкой панели управления и уведомлений о превышении пороговых значений по качеству связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бернард Скляр. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд. М.: Вильямс, 2016. 1099 с.

2. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Михайлов П.А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., испр. М.: Горячая линия-Телеком, 2018. 224 с.

3. Kannan Srinivasan, Philip Levis. RSSI is Under Appreciated (2008 - Stanford, CA - Department of Electrical Engineering and Department of Computer Science, Stanford University) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://sing.stanford.edu/pubs/rssi-emnets06.pdf, свободный (дата обращения: 03.12.2023).