

Особенности и проблематика проектирования уличного освещения на основе систем автоматизированного управления освещением

Е.С. Шичавин, А.А. Аирятов

Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва

Аннотация: В статье анализируется современное состояние автоматизированных систем управления уличным освещением: преимущества и недостатки, проблемы, с которыми сталкиваются производители и операторы таких систем. Описаны основные принципы работы автоматизированных систем управления, такие, как использование датчиков движения, датчиков освещенности и технологии связи для оптимизации работы уличного освещения. Также в статье рассматриваются особенности и проблематика проектирования уличного освещения на основе систем автоматизированного управления освещением, и возможные проблемы, связанные с их реализацией и эксплуатацией.

Ключевые слова: управление освещением, цифровой двойник, автоматизация, датчик, источники света, светодиодный осветительный прибор

Современный город, активно развивающийся и населенный миллионами людей, невозможно представить без уличного освещения. Около 15% всего мирового энергопотребления и 5% общего выброса парниковых газов приходится на сектор освещения. Большую часть составляют затраты на освещение муниципальной сферы: дороги, улицы, дворы, площади, парки и т.д. Качественное и эффективное освещение улиц является одним из основных факторов, обеспечивающих безопасность, комфорт и привлекательность городской среды, как для жителей, так и для посетителей [1].

Достаточный уровень освещенности позволяет обеспечить:

- Контроль за всем происходящим на территории в темное время суток;
 - Ориентацию людей в пространстве за счет подсветки пешеходных зон;
 - Видимость потенциально опасных участков (например, бордюров и ступеней);
 - Ландшафтное оформление участка;
-

- Придание участку эстетически привлекательного внешнего вида [2].

Повышение энергоэффективности систем уличного освещения можно осуществить не только за счет замены разрядных ламп на более экономичные светодиодные, но и за счет внедрения систем автоматического управления [3,4].

Автоматизированные системы управления уличным освещением работают на основе принципа действия датчиков и контроллеров, которые связаны с осветительными приборами [5].

Основные компоненты такой системы включают в себя:

1. Датчики движения: они обнаруживают наличие людей или транспорта на улице. Когда датчик движения регистрирует активность, он отправляет сигнал контроллеру системы.

2. Датчики освещенности: они измеряют уровень освещенности вокруг осветительных приборов. Если уровень освещенности ниже предварительно установленного порога, то датчик освещенности передаст информацию контроллеру системы.

3. Контроллеры: они представляют собой центральный элемент системы. Контроллеры принимают информацию от датчиков и на основе программного обеспечения принимают решение о включении или выключении освещения.

4. Осветительные приборы: физически осуществляют освещение улиц и управляются контроллерами. При получении сигнала от контроллера, осветительные приборы включаются или выключаются. В случае использования современных систем управления, также может регулироваться световой поток путем диммирования [6 - 8].

Современные светодиодные осветительные приборы и диммирующие устройства позволяют реализовать различные сценарии управления освещением с учетом различных параметров.

Автоматизированная система управления наружным освещением (АСУНО) — первый шаг к построению инфраструктуры умного города. Применение современных АСУНО позволяет сделать освещение города, населенных пунктов, автомобильных дорог, промышленных предприятий, спортивных объектов легко управляемым, экономичным и оперативным [9, 10].

Помимо стандартных датчиков, таких, как датчик движения, и освещенности в АСУНО применяются такие датчики (Рис.1) как, датчик состояния дорожного полотна, станция метео-мониторинга, датчик контроля трафика.

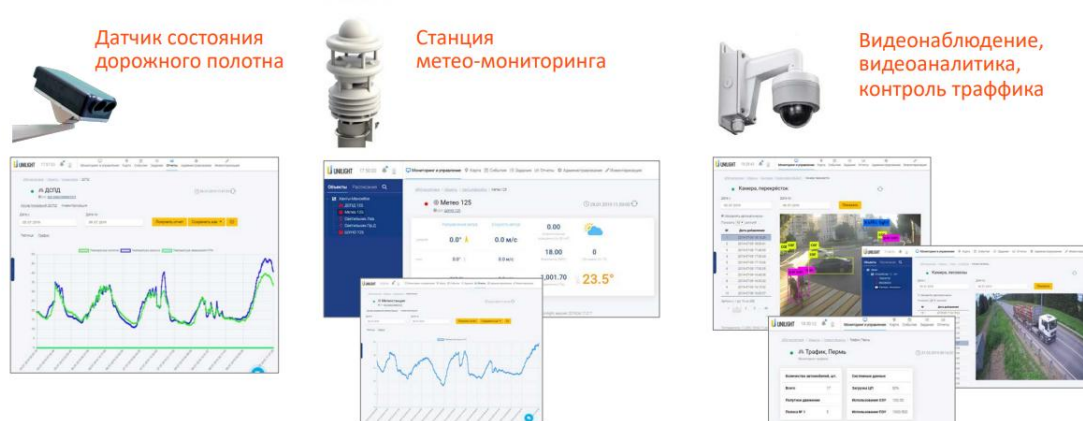


Рис. 1. –Применяемые датчики в системах управления наружным освещением

При обновлении или разработке системы уличного освещения, одним из ключевых аспектов является выбор осветительных приборов (ОП), которые совместимы с системой автоматизированного управления освещением. Это важно для эффективной работы системы, а также для сокращения затрат на обслуживание и эксплуатацию. Для того, чтобы

выбрать подходящие ОП для проекта уличного освещения, разработчику необходимо иметь базу данных с информацией об осветительных приборах, их технических характеристиках и возможностях взаимодействия с системой автоматизированного управления. Такая база данных может включать в себя информацию о типе и мощности осветительных приборов, их световом потоке, уровне цветопередачи, угле распределения света и других параметрах [11, 12].

Выбор ОП для уличного освещения должен осуществляться на основе требований к освещению конкретного объекта или территории. Например, для освещения дороги или пешеходной зоны могут быть использованы различные типы осветительных приборов с разными характеристиками, чтобы обеспечить оптимальное освещение и безопасность пользователей.

При проектировании такой системы у уличного освещения также важно учитывать капитальные затраты на ее реализацию. Выбор оптимальных осветительных приборов с учетом их стоимости и энергоэффективности поможет сэкономить средства на эксплуатацию системы в долгосрочной перспективе. Важно также учитывать «нематериальные» преимущества разрабатываемой системы уличного освещения, такие, как уровень комфорта для жителей, улучшение безопасности на улице, создание эстетичного облика города и привлечение посетителей. Эти факторы также могут играть роль при выборе осветительных приборов и разработке проекта.

Проектирование уличного освещения на основе систем автоматизированного управления представляет собой сложную задачу, сопряженную с определенными особенностями и проблемами.

Одной из основных особенностей проектирования является необходимость учета различных факторов, влияющих на освещение улиц. Это может быть плотность населения, тип дороги, наличие пешеходных зон,

архитектурные особенности и другие факторы, которые могут влиять на визуальный комфорт и безопасность окружающей среды. Каждая территория имеет свои специфические условия освещения, и проектирование должно учитывать эти особенности [13].

Еще одной особенностью является необходимость использования современных технологий и систем управления освещением. Автоматизированные системы позволяют эффективно контролировать и регулировать освещение в режиме реального времени, что обеспечивает энергосбережение, адаптивность к изменяющимся условиям и возможность дистанционного управления.

Вместе с тем, использование новых технологий требует комплексного подхода к проектированию и обеспечению совместимости различных систем, возможностей интеграции с другими устройствами и сетями, а также обеспечения надежности и безопасности функционирования системы [14].

Третьей особенностью проектирования системы уличного освещения на основе автоматизированного управления является обеспечение безопасности и надежности работы системы. Разработчики должны предусмотреть меры по защите от возможных сбоев или внешних воздействий, а также обеспечить резервное питание и системы автоматической диагностики и контроля [15].

Проблематика проектирования уличного освещения на основе систем автоматизированного управления освещением также связана с определенными трудностями. Одной из проблем может быть недостаточное количество данных о территории и потребностях освещения. Для точного проектирования необходимо иметь доступ к информации о планировке и типе дорог, плотности населения, типах и высоте зданий, трафике и других факторах, которые могут влиять на освещение. Недостаток данных может

затруднять правильную настройку системы и достижение оптимальных показателей освещенности [16].

Одна из главных проблем заключается в определении оптимальных параметров освещения для различных участков города. Разные улицы и дороги могут требовать разного уровня освещенности в зависимости от конкретных условий, таких, как плотность населения, трафик и т.д. Для решения этой проблемы необходимо проводить тщательное моделирование, основанное на данных об интенсивности трафика, активности пешеходов и других факторах.

Другая важная проблема заключается в энергоэффективности освещения. Системы автоматизированного управления освещением должны обеспечивать оптимальный уровень освещенности, минимизируя потребление энергии. Это требует разработки и использования алгоритмов, которые могут динамически настраивать уровень освещенности в зависимости от конкретных условий, таких, как время суток, погода и наличие движения на улицах.

Одной из проблем проектирования уличного освещения является несовершенство существующих моделей и методов. Существующие модели могут быть недостаточно точными или недостаточно гибкими для учета различных сценариев и вариантов освещения. Кроме того, они могут быть сложными в использовании и требовать больших вычислительных ресурсов. Разработка эффективных и точных моделей становится целью исследований в данной области [17].

Еще одной проблемой является необходимость сбора и анализа большого объема данных для корректного проектирования. Данные о трафике, плотности населения, освещенности, а также данные о потреблении энергии и экологических показателях должны быть доступными и

актуальными. Благодаря развитию технологий и IoT (интернета вещей), сбор и анализ данных становится все более возможным и доступным [18].

Кроме того, при проектировании таких систем можно столкнуться с ограничениями бюджета и ресурсов. Внедрение современных систем управления освещением может потребовать значительных инвестиций, как на этапе проектирования и установки, так и на этапе эксплуатации и обслуживания. Такие расходы могут быть непосильными для некоторых регионов или организаций [19, 20].

Проектирование уличного освещения на основе систем автоматизированного управления освещением требует учета множества факторов и решения сложных проблем. С развитием технологий и доступности данных, эти проблемы могут быть преодолены, что позволит создавать более эффективные и энергоэффективные системы освещения, способствующие безопасности и комфорту на улицах. Однако, несмотря на возможные проблемы, системы автоматизированного управления освещением все больше привлекают внимание в проектировании уличного освещения благодаря своему потенциалу для повышения эффективности и улучшения общей безопасности. Эти системы могут динамически регулировать освещённость в зависимости от потребностей, что позволяет снизить энергопотребление и уменьшить нагрузку на сеть. Кроме того, автоматизированное управление освещением может повысить безопасность на улицах и дорогах, создавая комфортное освещение в темное время суток.

Литература

1. Juan F. De Paz, Javier Bajo, Sara Rodríguez, Gabriel Villarrubia, Juan M. Corchado. Intelligent system for lighting control in smart cities. Information Sciences. Vol. 372, 1 December 2016, p. 241-255. URL: bisite.usal.es/archivos/intelligent_system_for_lighting_control_in_smart_cities.pdf (дата обращения: 11.04.2024).
2. Кононов Т. С. Автоматизированные системы управления наружным освещением. // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее. Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. Курск, 2022. С. 94-96 URL: elibrary.ru/item.asp?id=49812415 (дата обращения: 11.04.2024).
3. Eldhose K. A, Ambareesh C. V, Angia Sara, Athira Ajith, Avinash O. B. Automatic street light control and traffic information using power line communication.// International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 05 Issue: 05 May-2018. URL: ljl.su/y118 (дата обращения: 11.04.2024).
4. Шичавин, Е. С., Ашрятов А. А. Анализ современного состояния автоматизированных систем управления уличным освещением // LI Огарёвские чтения: Материалы Всероссийской с международным участием научной конференции. В 3-х частях, Саранск, 06–10 декабря 2022 года / Сост. К.Д. Поликанова. Отв. за выпуск А.М. Давыдкин. Том Часть 1. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2023. – С. 145-151.
5. Ruchitha K. S., Neelakshi Agarwal , Soumya Anand , Anurima Das , Rajasree P. M. Design and Development of Automatic Adjustment of Street Light Intensity.// International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics

and Instrumentation Engineering. Vol. 5, Issue 4, April 2016. URL: ijareeie.com/upload/2016/april/102_Design.pdf (дата обращения: 15.01.2024).

6. AnsisAvotiņš. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SMART LED LIGHTING SYSTEM: doctoral thesis. Riga, 2022. URL: ebooks.rtu.lv/wp-content/uploads/sites/32/2022/04/PD_Ansis_Avotins.pdf (дата обращения: 15.01.2024).

7. Шичавин, Е. С., Ащрятов А. А. Автоматизированные системы управления уличным освещением: современное состояние и перспективы развития // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 8. – С. 119-121.

8. Meena B., Mohan Ram, Sambasivanayak R., Smart Street Lightning System for Effective Power Utilisation with Accident Avoidance.// International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics (IJETCSE) ISSN: 0976-1353 Volume 24 Issue 11 – August 2017. URL: goo.su/qzhAKc (дата обращения: 15.01.2024).

9. A. Shunmugalatha, T. Deepika Vinothini , K. Blessie Esther, V. L. Megha Lakshmi and A. Monisha Devi . Systematic vehicle trace with relay control and pulse surveillance.// International Journal of Advanced Research Int. J. Adv. Res. 5(3), March 2017. pp. 187-196.

10. Gul Shahzad, Heekwon Yang, ArbabWaheed Ahmad and Chankil Lee. Energy-Efficient Intelligent Street Lighting System using Traffic-Adaptive Control. // IEEE Sensors Journal, July 2016. vol. 16, no. 13, pp. 5397-5405.

11. Залеская А. В. Актуальные вопросы создания и использования цифровых двойников в различных отраслях // Цифровая трансформация экономической деятельности, сборник статей. Санкт-Петербург, 2022. С. 7-13 URL: elibrary.ru/item.asp?id=48595712 (дата обращения: 12.02.2024)

12. Jayesh Patil, SumitTayade, Manjusha Pattadkal, NeelambariNawale, Prof. Harsha Bhute. Smart street light control system. // International journal of

advanced computing and electronics technology (IJACET) Vol.4, 2017. - pp.14-18. URL: troindia.in/journal/ijacet/vol4iss2/14-18.pdf (дата обращения: 16.01.2024).

13. Будаков В. П., Мешкова Т. В. Качество освещения при моделировании осветительных установок в программах компьютерной графики // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2020. – № 4(10). – С. 15-24.

14. Чембаев В. Д., Будаков В. П., Желтов В. С., Нотфуллин Р. Математическое моделирование осветительных установок и качественные характеристики освещения // Графикон'2016 : Труды 26-й Международной научной конференции, Нижний Новгород, 19–23 сентября 2016 года. – Нижний Новгород: Автономная некоммерческая организация "Институт физико-технической информатики", 2016. – С. 50-53.

15. Jeffrey Reinker. Energy efficient streetlight conversion: integrating LEDS and intelligent transportation systems. University of Rhode Island. Open Access Master's Theses, 2019. — URL: digitalcommons.uri.edu/theses/1470/ (дата обращения: 10.12.2023).

16. Liuyi Ling, Xiaoliang Wu, Mengyuan Liu, Zhiqiang Zhu, Yan Li and Benben Shang. Development of Hybrid LED Street Lighting System. // Advanced Information Management Communicates Electronic and Automation Control Conference (IMCEC), 3-5 pp. 583-588 Oct. 2016. URL: sci-hub.ru/10.4028/scientific.net/amm.699.583?ysclid=lwbrpqbi99841403270 (дата обращения: 15.02.2024).

17. Islam T., Sanjida Mazid Trisha, Tanjilur Rahman Abid, Md. Hasibul Hassan Siam. Automated street light control system with server control. Brac University, 2021. — URL: clck.ru/34RWax (дата обращения: 16.06.2023).

18. T. Santhi Sri, Rajesh Varma, V VP. Hari Krishna, K. Varun Chowdary. Automated Street Lighting System. // International Journal of



Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEE). pp. 2278-3075 Vol.8, 2019. URL:

researchgate.net/publication/333370876_Automated_Street_Lighting_System

(дата обращения: 12.03.2024).

19. Шаповаленко А. А., Щигорцева А. С., Тарасенко В. Н. Формирование световой среды в городском пространстве. // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов: материалы конференции. Под редакцией А. Н. Халина. — Тюмень: ТИУ, 2020. — Том 1. — 2020. — 260 с. — ISBN 978-5-9961-2493-0. // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: e.lanbook.com/book/237092 (дата обращения: 11.04.2024).

20. Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов / отв. редактор А. Л. Портнягин. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. — 280 с. URL: elibrary.ru/download/elibrary_23356326_43889748.pdf (дата обращения: 11.04.2024).

References

1. Juan F. De Paz, Javier Bajo, Sara Rodríguez, Gabriel Villarrubia, Juan M. Corchado. Information Sciences. Vol. 372, 1 December 2016, p. 241-255. URL:

bisite.usal.es/archivos/intelligent_system_for_lighting_control_in_smart_cities.pdf
(date assessed 11.04.2024).

2. Kononov T. S. Problemy i perspektivy razvitiya Rossii: Molodezhnyy vzglyad v budushcheye. Sbornik nauchnykh statey 5-y Vserossiyskoy nauchnoy

konferentsii. V 4-kh tomakh. Otvetstvennyy redaktor A.A. Gorokhov. Kursk, 2022. p. 94-96 URL: elibrary.ru/item.asp?id=49812415 (date assessed: 11.04.2024).

3. Eldhose K.A, Ambareesh C.V, Angia Sara, Athira Ajith, Avinash O.B. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 05 Issue: 05 May 2018. URL: lyl.su/y118 (date assessed 11.04.2024).

4. Shichavin, E. S., Ashryatov A. A. LI Ogarëvskiye chteniya : Materialy Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiyem nauchnoy konferentsii. V 3-kh chastyakh, Saransk, 06–10 dekabrya 2022 goda. Sost. K.D. Polikanova. Otv. za vypusk A.M. Davydkin. Tom Chast' 1. Saransk: Natsional'nyy issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvennyy universitet im. N.P. Ogarëva, 2023. pp. 145-151.

5. K.S.Ruchitha , Neelakshi Agarwal , Soumya Anand , Anurima Das , Rajasree P.M. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. Vol. 5, Issue 4, April 2016. URL: ijareeie.com/upload/2016/april/102_Design.pdf (date assessed: 15.01.2024).

6. AnsisAvotiņš. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SMART LED LIGHTING SYSTEM: doctoral thesis. Riga, 2022. URL: ebooks.rtu.lv/wp-content/uploads/sites/32/2022/04/PD_Ansis_Avotins.pdf (date assessed: 15.01.2024).

7. Shichavin, E. S., Ashryatov A. A. Nauchno-tehnicheskiy vestnik Povolzh'ya. 2023. № 8. pp. 119-121.

8. B. Meena, Mohan Ram, R Sambasivanayak, International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics (IJETCSE) ISSN: 0976-1353 Volume 24 Issue 11 – August 2017. URL: goo.su/qzhAKc (date assessed: 15.01.2024).

9. Dr. A. Shunmugalatha, T. Deepika Vinothini, K. Blessie Esther, V. L. Megha Lakshmi and A. Monisha Devi. International Journal of Advanced Research Int. J. Adv. Res. 5(3), March 2017. pp. 187-196.

10. Gul Shahzad, Heekwon Yang, ArbabWaheed Ahmad and Chankil Lee. IEEE Sensors Journal, July 2016, vol. 16, no. 13, pp. 5397-5405.
 11. Zaleskaya A. V. Tsifrovaya transformatsiya ekonomicheskoy deyatel'nosti. sbornik statey. Sankt-Peterburg, 2022. pp. 7-13. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=48595712> (date assesed: 12.02.2024)
 12. Jayesh Patil, SumitTayade, Manjusha Pattadkal, NeelambariNawale, Prof. Harsha Bhute. International journal of advanced computing and electronics technology (IJACET) Vol.4, 2017. pp.14-18. URL: troindia.in/journal/ijacet/vol4iss2/14-18.pdf (date assesed: 16.01.2024).
 13. Budak V. P., Meshkova T. V. Avtomatizatsiya i modelirovaniye v proyektirovanii i upravlenii. 2020. № 4(10). pp. 15-24.
 14. Chembayev V. D., Budak V. P., Zheltov V. S., Notfullin R. Grafikon'2016: Trudy 26-y Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Nizhniy Novgorod, 19–23 sentyabrya 2016 goda. Nizhniy Novgorod: Avtonomnaya nekommercheskaya organizatsiya "Institut fiziko-tekhnicheskoy informatiki", 2016. pp. 50-53.
 15. Jeffrey Reinker. Energy efficient streetlight conversion: integrating LEDS and intelligent transportation systems. University of Rhode Island. Open Access Master's Theses, 2019. URL: digitalcommons.uri.edu/theses/1470/ (date assesed: 10.12.2023).
 16. Liuyi Ling, Xiaoliang Wu, Mengyuan Liu, Zhiqiang Zhu, Yan Li and Benben Shang. Advanced Information Management Communicates Electronic and Automation Control Conference (IMCEC), 3-5 pp. 583-588 Oct. 2016. URL: sci-hub.ru/10.4028/scientific.net/amm.699.583?ysclid=1wbrpqbi99841403270 (date assesed: 15.02.2024).
 17. Islam T., Sanjida Mazid Trisha, Tanjilur Rahman Abid, Md. Hasibul Hassan Siam, Automated street light control system with server control. Brac University, 2021. URL: clck.ru/34RWax (date assesed: 16.06.2023).
-

18. T. Santhi Sri, Rajesh Varma, V VP. Hari Krishna, K. Varun Chowdary. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). pp. 2278-3075 Vol.8, 2019. URL: researchgate.net/publication/333370876_Automated_Street_Lighting_System (date assessed: 12.03.2024).

19. Shapovalenko A. A., Shchigortseva A. S., Tarasenko V. N. Energoberezhniye i innovatsionnyye tekhnologii v toplivno-energeticheskom komplekse: materialy Natsional'noy s mezhdunarodnym uchastiyem nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov, uchenykh i spetsialistov: materialy konferentsii. Pod redaktsiyey A. N. Khalina. Tyumen': TIU, 2020. Tom 1 2020. 260 p. ISBN 978-5-9961-2493-0. Lan': elektronno-bibliotechnaya sistema. URL: e.lanbook.com/book/237092 (date assessed: 11.04.2024).

20. Energoberezhniye i innovatsionnyye tekhnologii v toplivno-energeticheskom komplekse: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov, molodykh uchenykh i spetsialistov. Otv. redaktor A. L. Portnyagin. Tyumen': TyumGNGU, 2014. 280 p. URL: elibrary.ru/download/elibrary_23356326_43889748.pdf (date assessed: 11.04.2024).

Дата поступления: 7.04.2024

Дата публикации: 28.05.2024