

УДК 656.1; 656.07

Челтыбашев А.А., к.п.н., заведующий кафедрой, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», cheltybashevaa@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.

Баринов А.С., старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», barinovas@mstu.edu.ru, Мурманск, Россия.

Нерубащенко Н.Ю., начальник отдела организации пассажирских перевозок и дорожного движения комитета по развитию городского хозяйства администрации города Мурманска.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МУРМАНСКА

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы роста издержек на транспортные перевозки в городе Мурманск. Приведены примеры способов повышения эффективности функционирования улично-дорожной сети. Сделаны выводы о выборе наиболее эффективного варианта решения для города Мурманск. Рассмотрены разные алгоритмы управления автоматизированной системой управления дорожным движением (АСУДД). Приведены этапы реализации внедрения АСУДД в городе Мурманск. Сделаны выводы о предполагаемой эффективности внедрения АСУДД в Мурманске.

Ключевые слова: автоматизированная система управления дорожного движения, транспортные потоки, светофорные объекты.

Введение

С ростом уровня автомобилизации увеличивается количество возникающих заторов на дорогах города. При этом, и продолжительность задержки транспортного потока растет [1;9]. В результате этого процесса возрастают издержки на транспортные перевозки и нагрузка на окружающую среду, а также снижается уровень безопасности на дорогах [4;11]. Внедрение

современных методов управления дорожным движением позволит снизить результаты этих факторов [2;7;10].

В числе способов повышения эффективности функционирования улично-дорожной сети существуют следующие меры:

- ограничение движения;
- ограничение въездов в определённые районы города;
- платные парковочные места;
- повышение штрафов за неправильную парковку транспортных средств;
- повышение привлекательности использования общественного транспорта.

Применение этих способов даёт эффект в долгосрочной перспективе [4]. Кроме того, эти способы снижают мобильность населения. В настоящее время решение проблемы возрастающей нагрузки на улично-дорожную сеть актуально для города Мурманска.

Для её решения, властями города и региона рассматривались различные варианты изменения существующей инфраструктуры, путем расширения существующих улиц, строительства эстакад и тоннелей, объездных дорог и т.п. Это, конечно, позволяло на какой-то промежуток времени снизить для Мурманска остроту данной проблемы, за счет перераспределения транспортных потоков, но высокая стоимость работ и при этом отсутствие финансирования не позволяют принять данные решения для модернизации инфраструктуры и снижения количества «пробок» на дорогах города.

Поэтому наиболее эффективным решением является внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД). АСУДД поможет достигнуть положительного эффекта быстрее других способов при меньшем объеме затрат [1;2;5].

Преимущества и перспективы применения АСУДД

Это система программных и аппаратных компонентов. АСУДД выполняет сбор и последующий анализ информации о ситуации на дорогах для последующего управляющего воздействия [6].

Применение АСУДД позволит снизить задержки транспортных потоков и количество вредных выбросов, повысит безопасность на дорогах и эффективность работы светофорных объектов. В таблице 1 приведены функции АСУДД [1;3;6].

Таблица 1

Функции АСУДД

| Управляющие | Информационные | Вспомогательные |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - автоматическое локальное, координированное управление движением транспортных средств на отдельных перекрестках или группе перекрестков; - координированное управление движением транспортных средств на дорожной сети города; - управление транспортными потоками на дорожной сети; - автоматический поиск и прогнозирование мест заторов на участках дорожной сети и автомагистрали с выбором соответствующих управляющих воздействий; - обеспечение преимущественного проезда транспортных средств через перекрестки или автомагистрали. | <ul style="list-style-type: none"> - сбор данных о характеристиках транспортных потоков; - накопление, анализ и вывод статистических данных о параметрах объекта управления; - обеспечение возможности визуального наблюдения за движением транспортных средств на участках дорожной сети - обеспечение аварийно-вызывной связи вдоль автомагистралей; - обеспечение возможности оперативной связи оператора системы с дорожно-патрульной службой, службами скорой медицинской и технической помощи, дорожно-эксплуатационными службами; - регистрация смены режимов работы АСУД. | <ul style="list-style-type: none"> - автоматизация процессов подготовки исходных данных, кодирования, анализа и т.п. |

Алгоритмы управления

Разделяют три основных варианта организации дорожного движения.

Фиксированная программа предполагает отсутствие реакции светофорного объекта на изменение ситуации на перекрестке.

При локальном адаптивном режиме светофорный объект подстраивается под ситуацию на участке, но не как не связан с соседними перекрестками.

Использование сетевой адаптации светофорный объект подстраивается под существующую ситуацию, а его работа связана с другими объектами. Сетевая адаптация предполагает наиболее эффективную работу улично-дорожной сети города [1;5;8].

На рисунке 1 представлены основные составляющие АСУДД.

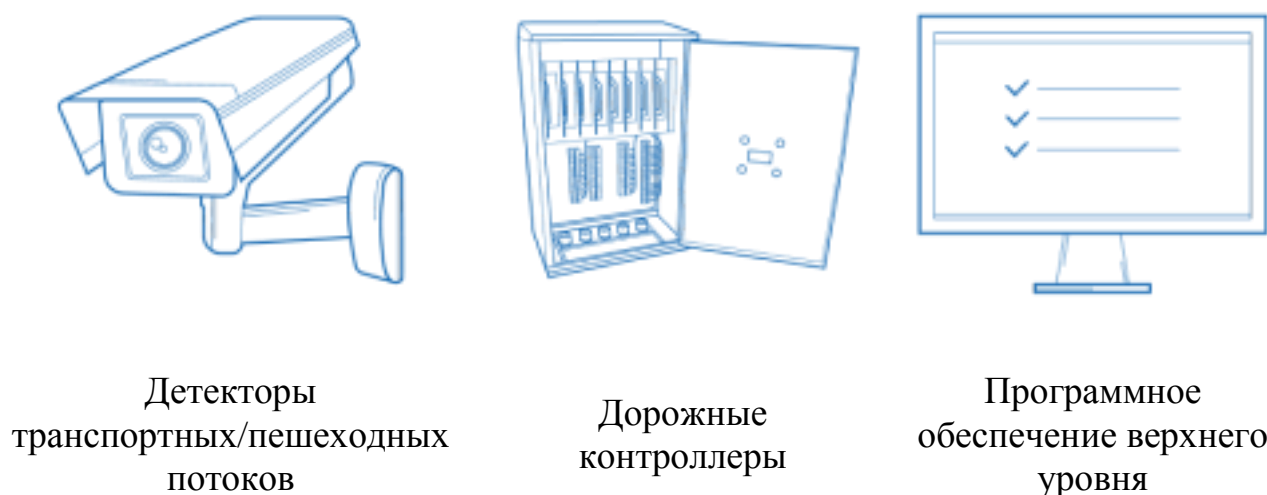


Рис. 1 Основные составляющие АСУДД

Построение АСУДД на территории города Мурманска планируется с применением:

- Программного обеспечения eDaptiva;
- Дорожных контроллеров RS4 Cross;
- Радиолокационных детекторов и видеодетекторов.

Этапы реализации

Комплексной схемой организации дорожного движения муниципального образования город Мурманск определен следующий перечень мероприятий по внедрению АСУДД (таблица 2):

Таблица 2

Перечень мероприятий по внедрению АСУДД в городе Мурманск

| № | Название улицы | Протяженность, км | Количество светофорных объектов, шт |
|---|---|-------------------|-------------------------------------|
| 1 | Кольский просп. (от ул. Капитана Пономарева до просп. Ленина) просп. Ленина (от просп. Кольского до ул. Карла Либкнехта) | 4 | 14 |
| 2 | Кольский просп. (от пр. Нагорного до ул. Капитана Пономарева) | 2,5 | 8 |
| 3 | ул. Академика Книповича | 1,6 | 4 |
| 4 | просп. Героев-североморцев (от ул. Лобова до ул. Челюскинцев) | 2,6 | 8 |
| | ИТОГО | 10,7 | 34 |

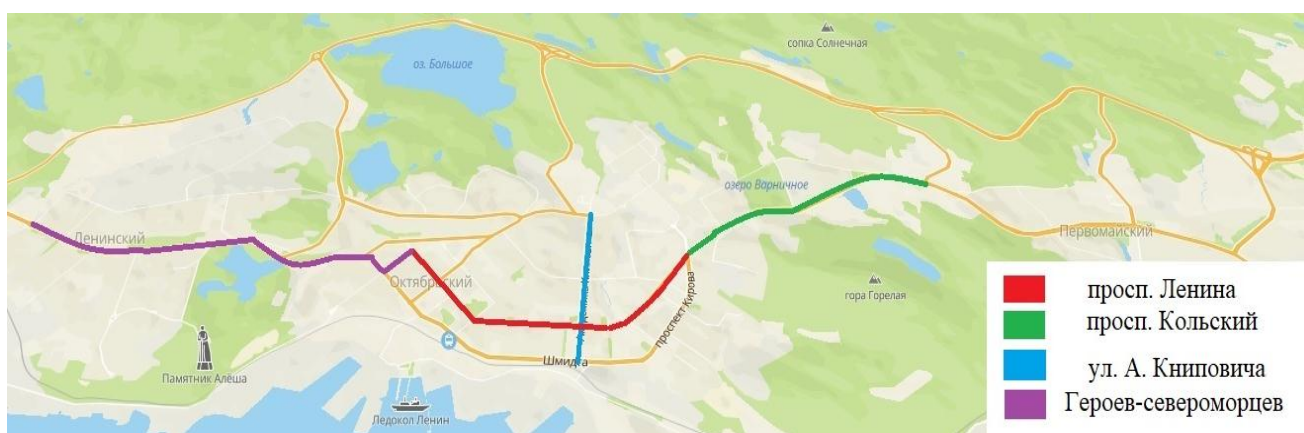


Рис. 2. Улицы города, на которых запланировано внедрение АСУДД

На рисунке 2 обозначены проспекты и улицы города Мурманск, на которых планируется внедрение АСУДД. В таблице 3 приведены детальные данные по размещению элементов АСУДД на участке по проспекту Кольскому и проспекту Ленина.

План мероприятий по построению АСУДД по просп. Кольскому, просп.
Ленина.

| Участок | Светофорный объект | Алгоритм управления | Оборудование и ПО | |
|--|---|--|-------------------|--------|
| | | | Тип | Кол-во |
| просп. Кольский (от ул. Капитана Пономарева до просп. Ленина) просп. Ленина (от просп. Кольского до ул. Воровского) | просп. Кольский - ул. Капитана Пономарева | Координированный режим | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 0 |
| | | | Лицензия | 1 |
| | просп. Кольский - просп. Ленина - просп. Кирова | Координированный режим | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 0 |
| | | | Лицензия | 1 |
| | просп. Ленина – ул. Полярные Зори – ул. Заводская | Координированный режим | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 0 |
| | | | Лицензия | 1 |
| | просп. Ленина - ул. Марата | Координированный режим | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 0 |
| | | | Лицензия | 1 |
| | просп. Ленина - ул. Генерала Журбы | Координированный режим | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 0 |
| | | | Лицензия | 1 |
| | просп. Ленина, д. 35 | Координированный режим | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 0 |
| | | | Лицензия | 1 |
| | просп. Ленина - ул. Академика Книповича | Координированный режим (Сетевая адаптация) | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 4 |
| | | | Лицензия | 1 |
| просп. Ленина - ул. Дзержинского | Координированный режим | ДК | 1 | |
| | | Детектор | 0 | |
| | | Лицензия | 1 | |
| просп. Ленина, д. 65 | Координированный режим | ДК | 0 | |
| | | Детектор | 0 | |
| | | Лицензия | 0 | |
| просп. Ленина - ул. Капитана Егорова | Координированный режим | ДК | 1 | |
| | | Детектор | 0 | |
| | | Лицензия | 1 | |
| просп. Ленина - ул. Комсомольская | Координированный режим | ДК | 1 | |
| | | Детектор | 0 | |
| | | Лицензия | 1 | |
| просп. Ленина - ул. Воровского | Координированный режим | ДК | 1 | |
| | | Детектор | 0 | |
| | | Лицензия | 1 | |

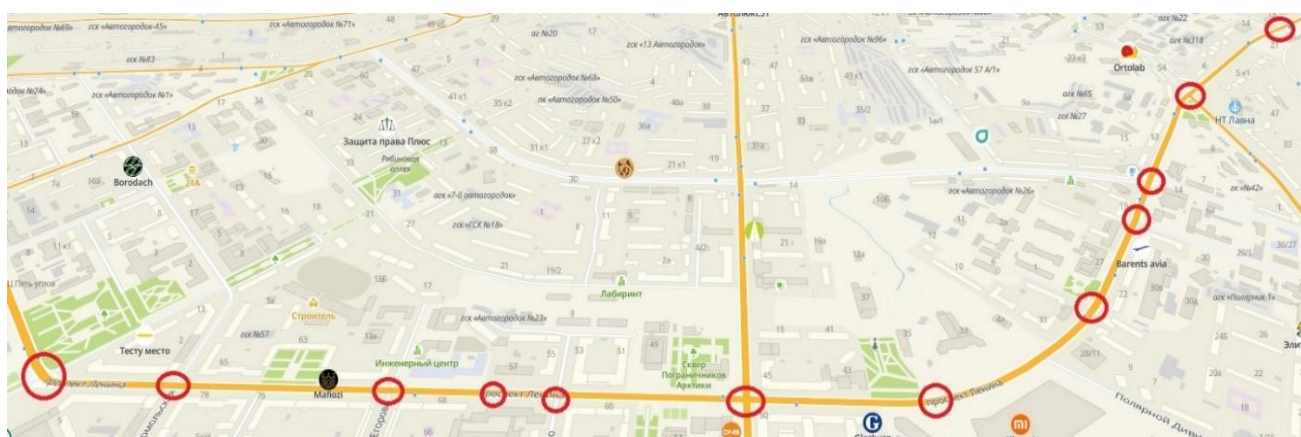


Рис. 3. Расположение объектов АСУДД по проспекту Ленина на карте города

На рисунке 3 обозначены светофорные объекты по проспекту Ленина, на которых будет производиться внедрение элементов АСУДД.

В таблице 4 приведено устанавливаемое оборудование и метод управления светофорными объектами на улице Академика Книповича. На рисунке 4 обозначены светофорные объекты по улице Академика Книповича, на которых проводится внедрение элементов АСУДД.

Таблица 4

План мероприятий по построению АСУДД по ул. Академика Книповича, ул. Подгорной, ул. Траловой

| Участок | Светофорный объект | Алгоритм управления | Оборудование и ПО | |
|-------------------------|---|---------------------------|-------------------|--------|
| | | | Тип | Кол-во |
| ул. Академика Книповича | ул. Академика Книповича - ул. Шмидта | Сетевая адаптация | ДК | 2 |
| | ул. Траловая - ул. Подгорная | | Детектор | 12 |
| | ул. Траловая, 14 | | Лицензия | 2 |
| | ул. Академика Книповича - ул. Полярные Зори | Локально-адаптивный режим | ДК | 1 |
| | | | Детектор | 4 |
| | | | Лицензия | 1 |

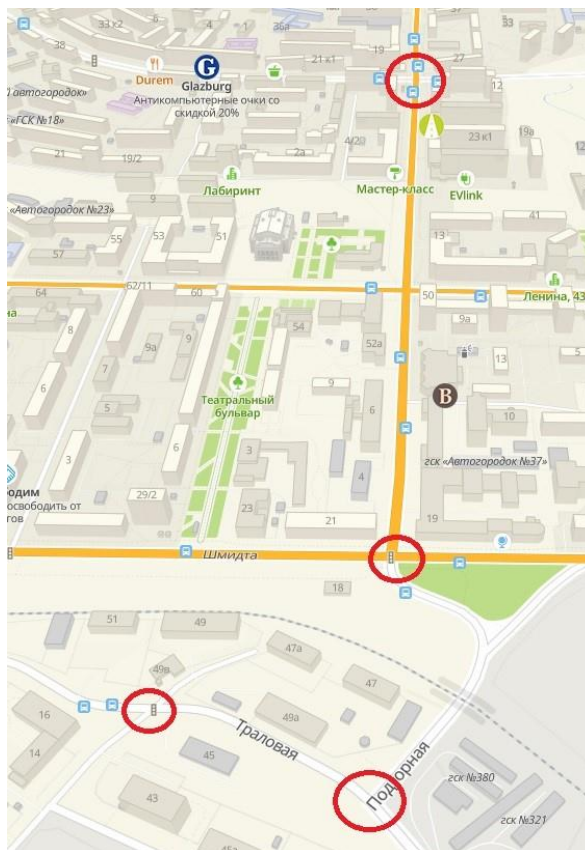


Рис. 4. Расположение объектов АСУДД по ул. Академика Книповича на карте города

Выводы

Внедрение АСУДД в городе Мурманск даст ряд положительных эффектов:

- повысит безопасность на дорогах города;
- даст возможность воздействовать на загруженные перекрестки, что позволит снизить время задержек транспортного потока или обеспечить приоритетный проезд автомобилей;
- снизит негативное воздействие транспорта на окружающую среду.

Внедрение АСУДД позволит более эффективно решать проблемы на перекрестках города. Реализация данных мероприятий позволит стабилизировать ситуацию с транспортными потоками в городе Мурманск.

Список использованных источников

1. Improving the City's Transport System Safety by Regulating Traffic and Pedestrian Flows / I. Makarova, K. Magdin, V. Mavrin [et al.] // Reliability and

Statistics in Transportation and Communication (RelStat 2020) : Selected Papers from the 20th International Conference, Riga, 14–17 октября 2020 года. – Riga: Springer Nature, 2021. – P. 518-527. – DOI 10.1007/978-3-030-68476-1_48.

2. Ensuring sustainability of the city transportation system: Problems and solutions (ICSC) / I. Makarova, R. Khabibullin, K. Shubenkova, A. Boyko // E3S Web of Conferences, Ekaterinburg, 19 мая 2016 года. Vol. 6. – Ekaterinburg: EDP Sciences, 2016. – P. 02004. – DOI 10.1051/e3sconf/20160602004.

3. Improving the road network of small cities / V. Mavrin, K. Magdin, A. Boyko [et al.] // VEHITS 2020 - Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems : 6, Virtual, Online, 02–04 мая 2020 года. – Virtual, Online, 2020. – P. 634-641.

4. Reducing the Impact of Vehicles on the Environment by the Modernization of Transport Infrastructure / I. Makarova, V. Mavrin, K. Magdin [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020. – Vol. 117. – P. 531-540. – DOI 10.1007/978-3-030-44610-9_52.

5. Makarova, I. et al., 2016. Increase of city transport system management efficiency with application of modeling methods and data intellectual analysis. In Studies in Systems, Decision and Control Volume, vol. 32, pp. 37-80.

6. Баринов, А. С. Применение автоматизированных систем управления дорожным движением / А. С. Баринов, Е. С. Гусев // Наука и образование - 2021 : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мурманск, 01 декабря 2021 года / Мурманский государственный технический университет. – Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2022. – С. 367-370.

7. Makarova, I., Yakupova, G., Buyvol, P., 2019. Improving road safety by affecting negative factors. VEHITS - Proceedings of the 5th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems. 2019. P.629-637

8. Lee, S., Kim, Y., Kahng, H., Park, J., Kim, S.B., 2020. Intelligent traffic control for autonomous vehicle systems based on machine learning. Expert Systems with Applications, 144, 113074.

9. Wei, D., Liu, H., Tian, Z.: Vehicle delay estimation at unsignalised pedestrian crosswalks with probabilistic yielding behaviour. *Transportmetrica A Transp. Sci.* 11(2), 103–118 (2014)
 10. Анализ рисков при внедрении системы управления безопасностью дорожного движения / И. В. Макарова, П. А. Буйвол, Г. А. Якупова, А. М. Абашев // *Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник.* – 2022. – № 5. – С. 51-59. – DOI 10.36535/0236-1914-2022-05-10.
 11. Buivol, P.A. et al., 2020. Search and optimization of factors to improve road safety. In *International Journal of Engineering Research and Technology*, vol. 13 (11), pp. 3751-3756.
-

Barinov A.S., senior lecturer, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", barinovas@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.

Cheltybashev A.A., Ph.D., Head of the Department, FGAOU VO "Murmansk State Technical University", cheltybashevaa@mstu.edu.ru, Murmansk, Russia.

Nerubashchenko N.Y., Head of the Department for the Organization of Passenger Transportation and Traffic of the Committee for the Development of the Urban Economy of the Administration of the City of Murmansk.

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF MURMANSK

Abstract: The article deals with the problems of rising costs for transportation in the city of Murmansk. Examples of ways to improve the efficiency of the road network are given. Conclusions are drawn about the choice of the most effective solution for the city of Murmansk. Various control algorithms for an automated traffic control system (ATCS) are considered. The stages of implementation of the implementation of ATCS in the city of Murmansk are given. Conclusions are drawn about the expected effectiveness of the implementation of ATCS in Murmansk.

Keywords: automated traffic control system, traffic flows, traffic lights.