

совокупности формируют системный барьер на пути человеческих ошибок. Они не требуют от персонала сверхусилий, не повышают психологическую нагрузку, но значительно снижают вероятность инцидентов.

Практический вывод заключается в следующем: организация, стремящаяся к минимизации влияния человеческого фактора, должна инвестировать не столько в дополнительное обучение и контроль, сколько в проектирование процессов и их цифровую реализацию. Это позволяет перенести акцент с поиска виноватых на системное управление качеством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 IBM Security X-Force Threat Intelligence Index 2024 // IBM Corporation. – 2024. – URL: <https://www.ibm.com/reports/threat-intelligence> (date of access: 17.05.2026).

2 Reason, J. Human Error / J. Reason. – Cambridge : Cambridge University Press, 1990. – 320 p.

2 Норман, Д. Дизайн привычных вещей / Д. Норман ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2006. – 384 с.

3 Репин, В. В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление / В. В. Репин. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 512 с.

4 Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Дж. Чампи ; пер. с англ. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2006. – 287 с. – URL: <https://www.klex.ru/lsh> (дата обращения: 14.04.2026).

Получено 03.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.2:004.9

А. А. ЛЕВКИНА, К. В. КИЗИНА (СИ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

РЕГУЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА ЗА СЧЕТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Проанализированы недостатки традиционных светофорных систем и обоснована необходимость внедрения интеллектуальных систем светофорного регулирования (ИССР). Рассмотрены технологические механизмы ИССР: нейросетевое детектирование, адаптивное управление, динамическая зеленая волна, энергосберегающие алгоритмы и приоритет для общественного транспорта. Показано, что внедрение ИССР снижает транспортные задержки на 20–25 %, электропотребление на 60 % в ночное время, выбросы оксидов азота на 10–12 %, аварийность на 15–20 % и обеспечивает окупаемость затрат за 2–3 года.

Современная урбанистика столкнулась с явлением «парадокса Даунса – Томсона»: расширение новых дорог не решает проблему пробок, а лишь стимулирует рост количества автомобилей. В условиях плотной городской застройки расширение дорожного полотна физически невозможно. Главным «узким местом» дорожной сети становятся перекрестки, на которые приходится до 70 % всех задержек в пути. Традиционные светофоры, работающие по жестким временным циклам, не способны реагировать на случайные колебания трафика, ДТП или погодные условия. Это приводит к ситуации, когда на одном направлении образуется затор, в то время как перпендикулярное направление пустует [1]. Ежегодные экономические потери от неэффективного регулирования в мегаполисах оцениваются в 2–3 % от регионального ВВП из-за временных затрат и перерасхода топлива [2].

Механизмы интеллектуального регулирования. Решением проблемы является переход к ИССР. Основной механизм их работы – трансформация светофора из пассивного таймера в активный аналитический узел [3].

Технологический цикл ИССР состоит из трех последовательных этапов [4]. Сначала система осуществляет сбор данных в реальном времени, используя нейросетевые видеодетекторы и радиолокационные датчики для определения длины автомобильной очереди в метрах и классификации транспорта по типам. Затем на основе этих сведений запускается адаптивное управление, при котором интеллектуальный контроллер применяет алгоритмы микрорегулирования и досрочно завершает зеленый сигнал при обнаружении разрыва в потоке более трех секунд. Завершает этот цикл координация «Сетевой интеллект», объединяющая светофоры в единую сеть для создания динамической зеленой волны, которая рассчитывает скорость потока и подстраивает фазы на всей магистрали для минимизации остановок. Эффективность автоматизации подтверждается математическими моделями теории массового обслуживания. При внедрении адаптивных систем показатель средней задержки транспорта снижается на 20–25 %. Оптимизация циклов напрямую влияет на экологию: количество циклов «торможение – разгон» сокращается на 15 %, что ведет к снижению выбросов CO₂ и оксидов азота на 10–12 %.

Особое значение имеет внедрение приоритетного проезда для общественного транспорта. Использование новой технологии позволяет светофору «узнавать» приближающийся троллейбус или автобус и продлевать для него зеленую фазу. Это повышает прогнозируемость расписания на 30 %, делая общественный транспорт реальной альтернативой личному автомобилю [5].

Дальнейшая автоматизация трафика связана с переходом к предиктивной аналитике. Искусственный интеллект, анализируя данные прошлых периодов и текущую погоду, способен предсказать возникновение затора за 20 минут и заранее изменить схему движения на подступах к проблемному участку. В долгосрочной перспективе, с ростом доли беспилотного транс-

порта, светофорные объекты эволюционируют в цифровые хабы, распределяющие трафик межавтомобильного взаимодействия, что позволит увеличить пропускную способность существующих дорог без укладки нового асфальта (рисунок 1).

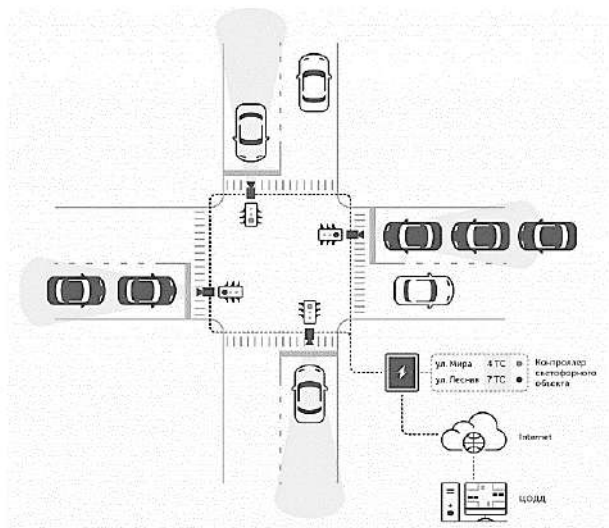


Рисунок 1 – Схема умного перекрестка

Интеллектуализация светофорного регулирования, помимо решения транспортных задач, открывает принципиально новые возможности для снижения эксплуатационных расходов и реализации стратегии устойчивого развития города. Современный светофорный объект перестает быть статичным потребителем электроэнергии, превращаясь в адаптивную систему с переменным циклом мощности.

Ключевым механизмом здесь выступает энергетическая модуляция свечения. Использование датчиков освещенности в связке с контроллером ИССР позволяет системе гибко изменять силу тока, подаваемого на светодиодные матрицы. В условиях яркого солнечного света система работает на пиковой мощности для обеспечения безопасности и видимости сигналов, однако в сумерках или при неблагоприятных погодных условиях яркость снижается до необходимого нормативного минимума. Это не только экономит до 20 % электроэнергии, но и предотвращает ослепление водителей, а также увеличивает жизненный цикл светодиодов на 30–40 %, значительно сокращая затраты на замену дорогостоящих компонентов.

Наиболее прогрессивным вариантом автоматизации является внедрение режима динамического ожидания, или «спящего алгоритма». В периоды

низкой интенсивности движения, особенно в ночные часы, система переходит из циклического режима в режим работы «по требованию». С помощью дальнобойных радаров и ИИ-видеоаналитики светофор непрерывно сканирует зону подступа к перекрестку в радиусе 200 метров. При отсутствии транспорта и пешеходов объект переходит в режим энергосбережения (например, «все красные» с пониженной яркостью или «мигающий желтый»).

Как только сенсоры фиксируют приближение автомобиля, система мгновенно активируется и заблаговременно открывает «зеленый коридор» именно для этого направления. Это исключает работу мощных световых модулей «в пустоту» и обеспечивает прямой экономический эффект: потребление электричества объектом в ночное время снижается на 50–60 %. Косвенный же эффект заключается в устранении неоправданных остановок одиночных машин, что снижает удельный расход топлива и износ тормозных систем, минимизируя выбросы мелкодисперсной пыли и шум в жилых зонах.

Дополнительный уровень оптимизации достигается за счет интеграции светофорных контроллеров с системами уличного освещения. Получая данные от светофоров о плотности потока, городская электросеть может приглушать освещение целых кварталов в периоды отсутствия трафика, повышая яркость фонарей от движения автомобиля.

Интеграция с микромобильностью и экстренными службами. Эволюция ИССР неизбежно включает учет новых участников движения. Видеодетекторы с нейросетевой сегментацией кадра способны выделять не только автомобили, но и скопления электросамокатов, велосипедистов и пешеходов на тротуарах, предугадывая их потенциальный выезд на проезжую часть. Для экстренных служб формируется приоритетный цифровой коридор – система получает от пожарного или реанимобиля не просто сигнал, а точные параметры (ширина машины, тип поворота). За 30–40 с до прибытия ИССР переводит все конфликтующие перекрестки на маршруте в «режим красного», одновременно повышая яркость подсветки пути для других водителей. Такое автоматизированное сопровождение сокращает время доезда «скорой» до критического пациента на 25–30 %. Более того, система фиксирует факт пропуска и автоматически аннулирует штрафы за выезд на перекресток, если он был вынужденным при освобождении пути спецтранспорту.

Окупаемость за пределами трафика. Рассмотрение ИССР только как транспортного инструмента сужает ее потенциал. Собранные сенсорами данные о скорости, ускорениях и траекториях массово и анонимно используются дорожными службами для предиктивного ремонта полотна: локализация участков с аномальными вибрациями (микровыбоины) позволяет заменить асфальт до его разрушения, экономя до 30 % дорожного бюджета. В итоге интеллектуальный светофор становится не просто регулятором движения, а ядром городской киберфизической системы – от экологии до ЖКХ.

Социально-экономический результат проявляется в снижении аварийности на 15–20 %, а за счет прямой экономии и минимизации потерь от пробок все затраты на интеллектуальные контроллеры и сенсоры полностью окупаются в течение двух-трех лет.

Результаты проведенного анализа позволяют утверждать, что интеллектуальные системы светофорного регулирования выходят далеко за рамки утилитарной задачи «борьбы с пробками». Их внедрение формирует три взаимосвязанных контура устойчивого развития города.

ИССР преодолевают «парадокс Даунса – Томсона» не экстенсивным расширением дорог, а интенсивным управлением временем. Адаптивная смена фаз, динамическая зеленая волна и микрорегулирование на базе нейросетей снижают среднюю задержку на перекрестках на 20–25 % без единого метра новой дороги. Внедрение приоритета для общественного транспорта повышает регулярность его движения на 30 %, создавая альтернативу личному автомобилю.

Энергетическая модуляция свечения светодиодов и «спящий алгоритм» ночной работы сокращают электропотребление светофорного хозяйства до 60 % в ночные часы и до 25 % на протяжении года. Сокращение циклов «торможение-разгон» снижает выбросы оксидов азота на 10–12 %, а интеграция с системами уличного освещения превращает светофор в «мозговой центр» квартального энергосбережения. Дополнительный эффект – использование данных ИССР для предиктивного ремонта дорог, экономящего до 30 % дорожного бюджета.

Снижение аварийности на 15–20 %, сокращение времени прибытия экстренных служб на 25–30 % и автоматическая аннуляция штрафов за вынужденный проезд на запрещающий сигнал формируют новый уровень доверия между водителем и инфраструктурой. Этого удаётся достичь за счёт внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС), которые в режиме реального времени анализируют дорожную обстановку, оптимизируют работу светофоров и оперативно передают данные в диспетчерские центры. Благодаря интеграции датчиков, камер и алгоритмов машинного обучения система не только фиксирует нарушения, но и распознаёт чрезвычайные ситуации – например, если автомобиль вынужден пересечь стоп-линию из-за приближающейся машины скорой помощи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ Р 52289-2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Взамен ГОСТ Р 52289-2004 ; введ. 01.04.2020. – М. : Стандартинформ, 2019. – 118 с.

2 Власов, А. А. Адаптивное управление дорожным движением : учеб. пособие для вузов / А. А. Власов. – М. : Изд-во Юрайт, 2023. – 134 с.

3 Горев, Э. А. Интеллектуальные транспортные системы : учеб. пособие для студ. высших учебных заведений / Э. А. Горев, С. В. Жанказиев, А. В. Федотов. – М. : Академия, 2021. – 224 с.

4 Жанказиев, С. В. Научные основы формирования и развития интеллектуальных транспортных систем в автомобильном дорожном комплексе : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01 / Жанказиев Султан Владимирович. – М., 2012. – 315 с.

5 Зырянов, В. В. Моделирование и управление движением в транспортных сетях : монография / В. В. Зырянов. – Ростов н/Д : Ростов. гос. строит. ун-т, 2020. – 186 с.

Получено 30.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

UDC 378.147:005.342

Y. E. LEUSKOVA (ГС-21)

Research Supervisor – PhD E. L. BATURINA

HACKATHON AS A MEANS OF ENGAGING STUDENTS IN INNOVATIVE ACTIVITIES: EXPERIENCE OF THE HACKATHON GOMEL = ХАКАТОН КАК СРЕДСТВО ВОВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ИННОВАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ: ОПЫТ THE HACKATHON ГОМЕЛЬ

The article examines the hackathon as a form of organizing students' project activities. Using the example of a student team's participation in the open competition of innovative solutions TheHackathon Gomel.

A hackathon is an intensive for participants aimed at solving practical problems and developing innovative solutions for business. In modern educational and corporate practice, this format is characterized by the following features: a limited time frame (usually from 24 to 72 hours), team work, the presence of a real customer or business case, and a public presentation of results to an expert commission.

The contest task is a practical assignment directly related to the main activities of the company providing the task for development. It is aimed at finding innovative solutions that can later be integrated into the company's business. An innovative solution is defined as a project prepared by hackathon participants, representing the fulfillment of the proposed task and the optimal solution to the stated problem.

The goal of the hackathon is to find innovative solutions for business and develop the innovative entrepreneurial potential of young people. Accordingly, the tasks of the hackathon are:

- increasing the innovative activity of young people in various directions using modern technologies;