

УДК 338.47

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДА НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ СВЕТОФОР»

Розов А.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.э.н., доцент Сажнева Л.П.  
(Университет ИТМО)

**Аннотация.** Значимым направлением экономического развития государства является организация эффективного функционирования транспортного комплекса на его территории. В настоящее время одним из наиболее обсуждаемых трендов развития как в отношении транспорта, так и других отраслей, является цифровизация. В данной работе представлено исследование результатов внедрения системы «Умный светофор» в городах мира.

**Введение.** Транспортный комплекс является важнейшей составляющей экономической системы любого государства. Наличие объектов транспортной инфраструктуры, соответствующих современным стандартам, способно оказать положительный эффект на уровень социально-экономического развития страны.

В крупных мегаполисах на повышение показателя пропускной способности дорог значительное влияние оказывает рациональная организация движения на перекрестках. Одним из современных технологических решений, способных оказать положительное влияние по данному направлению является система «Умный светофор».

**Основная часть.** На сегодняшний день отсутствует единый подход к определению понятия умного светофора. Однако ключевой особенностью, которая позволяет отличить умный светофор от обычного, выступает возможность подключения данного объекта к сети. Отсюда следует, что таким светофором можно управлять удаленно: определять режим работы светофора, объединять несколько светофорных объектов в систему и иные действия.

Впервые подобные системы появились в США в начале 70-х годов XX века. Тогда их смысл сводился к попытке централизованного управления движением в городе. На текущий момент существует множество вариаций умных светофоров. Однако в соответствии с принципами функционирования можно выделить следующие основные виды:

1. Адаптивные. Из названия можно отметить, что работа данного вида светофора основана на адаптации к текущей ситуации на дороге. С помощью индукционных петель и датчиков, установленных внутри дорожного полотна, светофор получает информацию об интенсивности транспортного движения, на основании анализа которой и подстраивается под текущую обстановку.

Следует подчеркнуть, что данный тип светофора эффективен на перекрестках, на которых отсутствует постоянное интенсивное движение. Это связано с тем, что для адаптации системе необходим трафик разной динамики. На текущий момент данный вид умных светофоров является наиболее распространенным в мире. В России установлено порядка 3000 адаптивных светофоров.

2. Нейросетевой. В основе данного вида умных светофоров лежит использование технологий искусственного интеллекта и Больших данных. Нейросетевой светофор обладает возможностью самообучения: получая и обрабатывая данные в режиме реального времени, система старается подстроиться под дорожную ситуацию таким образом, чтобы максимизировать показатель пропускной способности.

При этом использование нейронных сетей позволяет светофорам распознавать не только транспортные средства, но и людей, коляски, велосипеды и другие объекты дорожного движения. Данный фактор является важным условием повышения безопасности на дороге.

3. Геоинформационный. В основе применения данных светофоров лежит использование технологий GPS и ГЛОНАСС. С помощью спутника система определяет тип проезжающего транспортного средства. Благодаря этому, геоинформационный светофор способен обеспечить беспрепятственное движение машин экстренных служб. Однако на

практике данный вид светофоров показал свою несостоятельность в связи с техническими сложностями согласования времени получения данных и выработки решения.

На сегодняшний день система «Умный светофор» уже показала свою эффективность в различных странах мира. Так, например, в Копенгагене в 2016 году органами государственной власти было принято решение об установке 380 нейросетевых светофоров. На реализацию проекта было выделено 47 млн. датских крон. Благодаря установке системы в различных районах города удалось сократить время движения общественного транспорта от 5 до 20% и увеличить скорость движения велосипедистов на 10%. Кроме того, снижение времени простоя транспортных средств на перекрестках позволило сократить вредные выбросы в атмосферу.

Активное внедрение умных светофоров осуществляется в США и Канаде, где во многих городах обычные светофоры заменяются адаптивными. Также в 2021 году в Финике (Лос-Анджелес) было принято решение о реализации проекта по внедрению 1600 адаптивных светофоров на базе технологии V2X, которая позволит объединить транспортные средства и объекты инфраструктуры в единое цифровое пространство. В соответствии с предварительными оценками, такая интеграция позволит сократить время ожидания транспортных средств и пешеходов на перекрестках до 40%.

Нейросетевые светофоры в Нидерландах подключены к единой интеллектуальной системе управления дорожным движением iVRI, способной распознать тип объекта дорожного движения. Это в свою очередь позволяет повысить уровень организации движения на перекрестках. На текущий момент система снизила время ожидания автомобилей в пробках на 10%, а также позволила сократить объемы выбросов углекислого газа на 2%.

В Москве в настоящее время реализуется проект «Умный перекресток», включающий в себя оснащение дорог города адаптивными светофорами, подключенными к автоматической системе управления дорожным движением. На 2020 год в столице было организовано более 100 умных перекрестков. Среди положительных эффектов можно отметить следующие: снижение времени прохождения перекрестков транспортными средствами на 15-20%, сокращение времени ожидания пешеходов на 18-23%.

В Санкт-Петербурге внедрение умных светофоров находится на начальном этапе. В ноябре-декабре 2021 года адаптивные светофоры были установлены на Суворовском проспекте от Заячьего переулка до Тульской улицы, а также на Малой и Большой Морской улицах от Невского до Вознесенского проспекта. Согласно оценкам, система уже сегодня позволила сократить время движения общественного транспорта на данных участках на 20%.

**Выводы.** Таким образом, обозначенные примеры показывают, что система «Умный светофор» способна оказывать положительное воздействие на эффективность функционирования транспортного комплекса города. Среди основных показателей можно выделить следующие: снижение времени прохождения транспортным средством перекрестка, снижение времени ожидания пешехода на перекрестке, снижение выбросов углекислого газа в атмосферу.

Система «Умный светофор» является перспективной для развития транспортного комплекса Санкт-Петербурга. В частности, внедрение умных светофоров может быть осуществлено на базе проекта «Оснащение транспортного комплекса оборудованием, поддерживающим технологию V2X», реализуемого в рамках Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Санкт-Петербурга.

Розов А.А. (автор)

Подпись

Сажнева Л.П. (научный руководитель)

Подпись