

**АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ВЕСОВЫМ КОНТРОЛЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ**

Аспирант **Беликова Д.Д.**
(Санкт-Петербургский горный университет)

**ARCHITECTURE OF BUILDING AN AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEM
FOR WEIGHT CONTROL OF VEHICLES ON THE HIGHWAY**

D.D. Belikova, Postgraduate Student
(Saint-Petersburg Mining University)

Аннотация. Представлены разработанные модели функциональных возможностей телематической автоматизированной системы весового контроля грузовых транспортных средств (ГТС), а также определены оптимизационные задачи перевозочного процесса, решение которых повышает эффективность перевозочного процесса. Результатом исследования является разработанная архитектура телематической автоматизированной системы управления весовым контролем грузовых транспортных средств. В результате проведенных расчетов выявлено существенное улучшение основных эксплуатационных показателей автомобильной дороги с внедрением указанной телематической автоматизированной системы управления весовым контролем ГТС.

Abstract. In the article the developed models of functional capabilities of the telematic automated system of control of weight control of HV are presented, as well as the optimization tasks of the transportation process, the solution of which increase the efficiency of the transportation process, are defined. The result of the research is the developed architecture of the telematic automated system of weight control of freight vehicles. As a result of the made calculations a significant improvement of the main operational indices of the freeway with the introduction of the mentioned telematic automated system of control over the weight control of the HV has been revealed.

Ключевые слова: перевозочный процесс, весовой контроль, телематические системы, тяжеловесное транспортное средств, пропускная способность автомобильной дороги

Keywords: transport process, weight control, telematic systems, heavy vehicles, road capacity

Введение

На эффективность перевозочного процесса тяжеловесных грузов влияют многие факторы, как внутренние факторы, связанные с организацией транспортной работы автотранспортным предприятием, так и внешними, связанными с условиями дорожного движения, состоянием и категориями дорог на выбранном маршруте, получением разрешительной документации на перевозку, состоянием транспортной инфраструктуры в целом. Следовательно, для повышения эффективности перевозочного процесса целесообразно упорядочить систему весового контроля движения тяжеловесных транспортных средств для снижения негативного влияния на перевозочный процесс внешних факторов.

Актуальность исследования определяется тенденцией внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС), закрепленной во многих нормативных документах, таких как Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021г. № 3363-р «Об утверждении Транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом на период 2035» [1], национальный проект «Безопасные и качественные дороги» [2]. Интеллектуальные транспортные системы рассматриваются как элемент решения текущих и будущих транспортных проблем. Они получили широкое признание в качестве одного из действенных инструментов обеспечения эффективной, безопасной и устойчивой мобильности.

В связи с этим дальнейшее развитие единой ИТС предполагает создание теоретических научно-обосно-

ванных принципов построения подсистем ИТС на каждом уровне их функционирования.

Задачами исследования являются:

- разработка функциональной модели построения телематической автоматизированной системы управления весового контроля грузовых транспортных средств;
- разработка архитектуры телематической автоматизированной системы управления весового контроля грузовых транспортных средств, на основе анализа функциональных возможностей и основных факторов влияния на перевозочный процесс.

Новизна исследования заключается в том, что разработка архитектуры построения телематической автоматизированной системы управления весовым контролем движения тяжеловесных ТС на региональном или государственном уровне выполнена с учетом перспективы внедрения высокоавтоматизированных транспортных средств.

В настоящий момент, имеются исследования, посвященные элементам системы весового контроля, таким как автоматическим пунктам весового контроля, анализ процедур взвешивания ГТС. В публикациях, комплексы взвешивания в движении в основном рассматриваются как инструмент сбора данных о параметрах транспортного потока, в том числе весовых параметров для расчетов при проектировании и эксплуатации мостов и дорожного полотна [3,4,5,6]. Цели приведенных исследований заключаются в расчете грузоподъемности мостовых переходов и дорожного полотна

на основе полученных с помощью комплексов взвешивания в движении данных о весовых параметрах транспортного потока, а также для анализа актуальности проблемы перегруженных транспортных средств и наносимого вреда дорожной инфраструктуре в различных регионах [7,8,9].

Методы. Проведя анализ возможностей системы весового контроля ГТС, была сформирована функциональная модель телематической автоматизированной системы весового контроля (рис. 1). Установлена зави-

симость, при которой эффективность перевозки тяжеловесных грузов увеличивается при увеличении транспортно-технологических показателей автомобильной дороги и зависит от оперативности выполнения функций системы управления.

Транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги увеличивают эффективность автомобильных перевозок, что становится возможным за счет повышения оперативности выполнения функций системы управления.

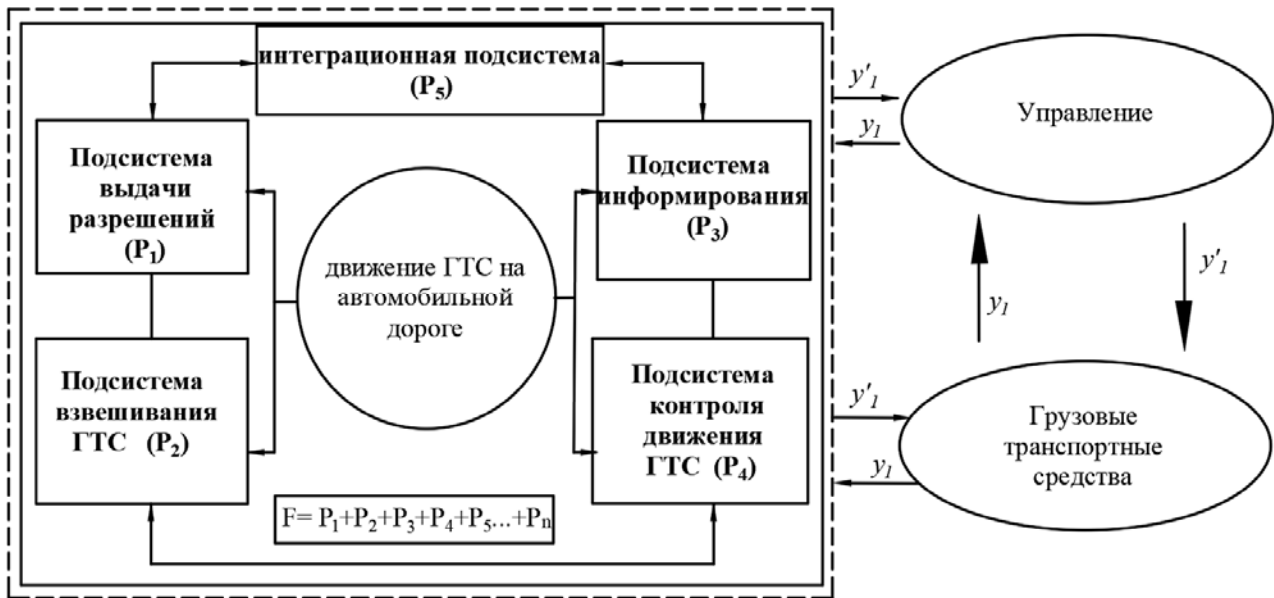


Рис. 1. Функциональная схема телематической автоматизированной системы управления весовым контролем грузовых транспортных средств (ТАСУ ВК ГТС)

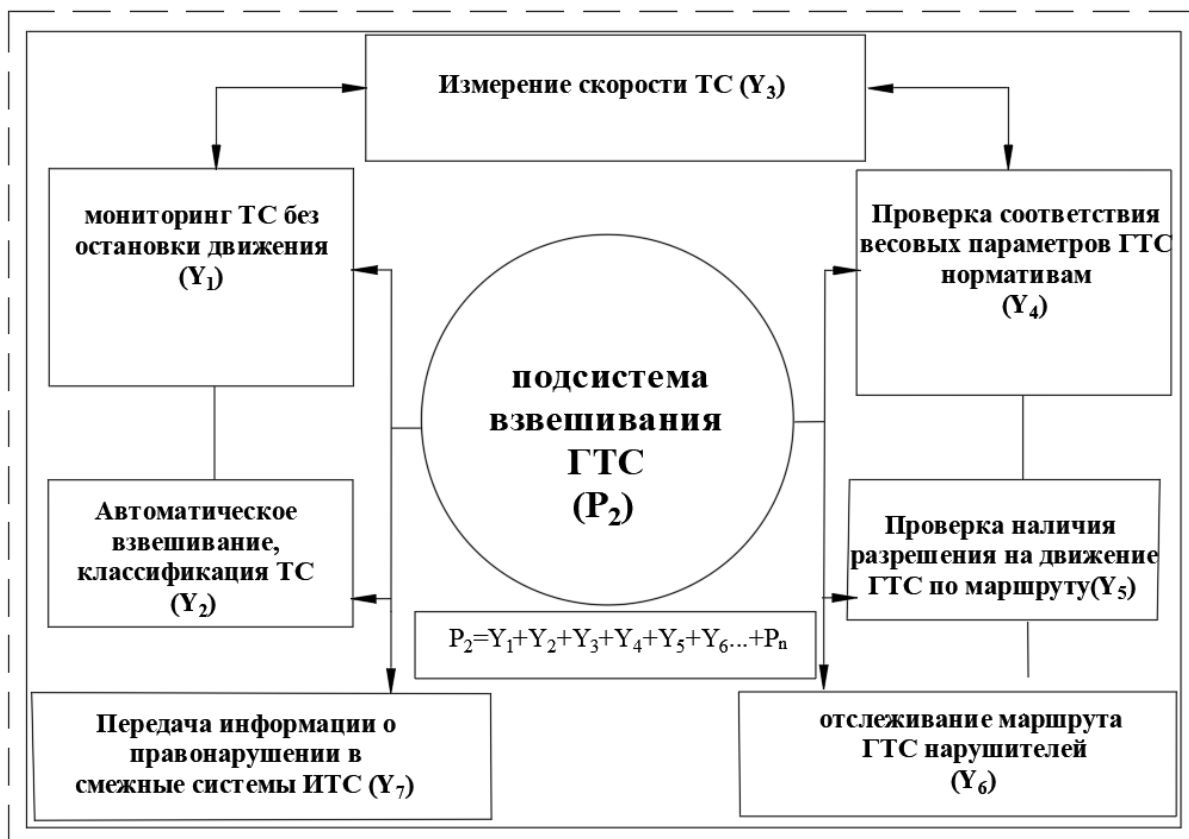


Рис. 2. Функциональная схема подсистемы взвешивания

Таким образом, F – это эффективность работы ТАСУ ВК ГТС, складывающаяся из функций подсистем, со следующими оптимизационными задачами:

$$W = (y_1 y_1' + y_2 y_2' + y_n y_n'), \quad (1)$$

где W – задача системы управления контроля движения; y_n – выполнение n -й функции управления.

$$F = \sum P_n(T_n), T_n \rightarrow \min, \quad (2)$$

где F – задача по организации движения грузовых

транспортных средств на автомобильной дороге, P_n – функции телематической системы; T_n – оперативность выполнения n -й функции.

Эффективность той или иной подсистемы ТАСУ ВК ГТС складывается из функций подсистем. На рис. 2 представлена функциональная схема подсистемы взвешивания.

Таким образом, обобщённую схему ТАСУ ВК ГТС можно охарактеризовать как комплекс подсистем и их основных функций, при осуществлении которых система является оптимальной.

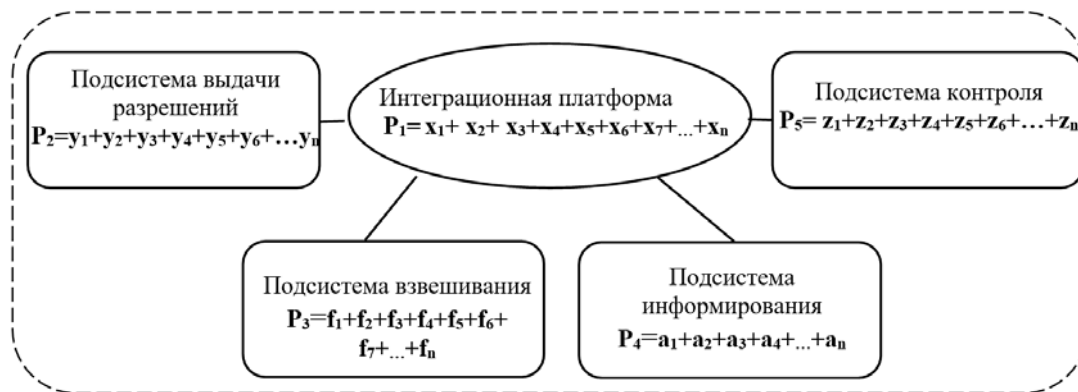


Рис. 3. Обобщенная схема функциональных возможностей подсистем ТАСУ ВК ГТС

На рис. 3:

y – функция подсистемы выдачи разрешений;

x – функция подсистемы интеграционной платформы;

z – функция подсистемы контроля;

f – функция подсистемы взвешивания;

a – функция подсистемы информирования.

С целью обоснования и уточнения структуры и порядка построения телематической автоматизированной системы управления весовым контролем, а также установления влияния на эксплуатационные показатели автомобильной дороги, была разработана модель ее построения (рис. 4).

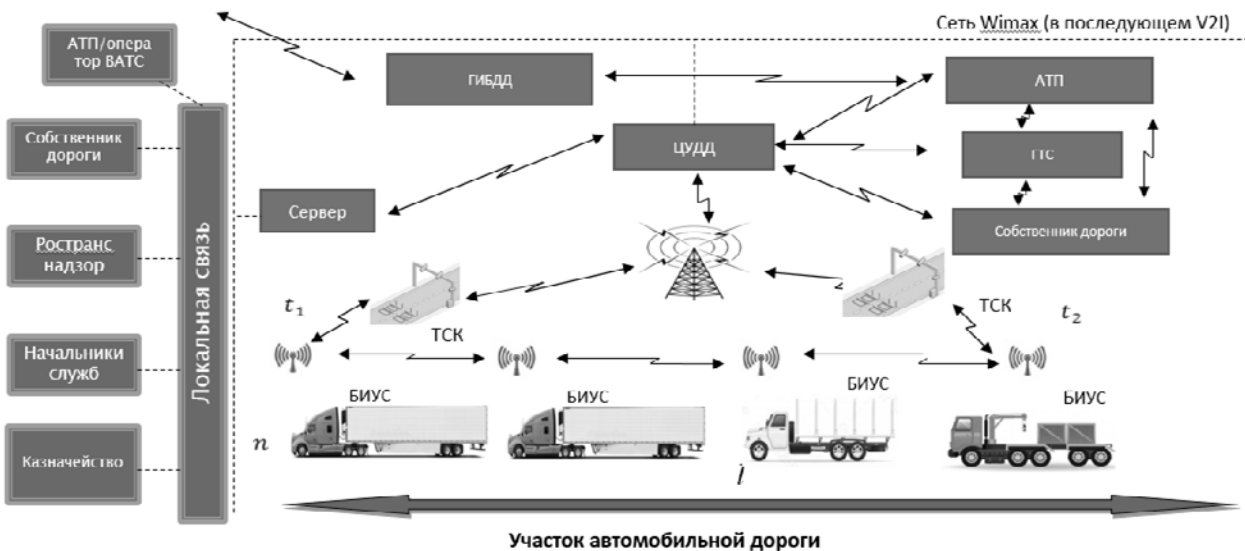


Рис. 4. Модель построения ТАСУ ВК ГТС

С этой целью на маршруте движения тяжеловесного транспортного средства размещаются технические средства контроля движения (ТСК). ТСК проводят идентификацию тяжеловесного транспортного средства на рубежах контроля и передают полученную информацию по каналам связи, через станцию дифференциальной коррекции высокочастотной навигации, в форме удобной для её анализа и принятия решения. Полученная информация аккумулируется и через сервер достав-

ляется до должностных лиц, задействованных в организации перевозочного процесса тяжеловесных грузов.

Информация о текущем местоположении и техническом состоянии тяжеловесного транспортного средства, содержится, обрабатывается и выдаётся бортовыми информационно-управляющими системами (БИУС), размещенными на транспортном средстве. БИУС представляет собой программно-технический комплекс на базе информационно-измерительной системы, управ-

ляемой микро-ЭВМ с базовым и технологическим программным обеспечением. В состав каждого БИУС входят средства обмена данными. При этом выходными данными будут являться отчёты о местонахождении ТС, его техническое состояние, состав груза и др., а входными – распоряжения оператора. С помощью голосовых команд и текстовых сообщений через ТАСУ ВК операторы могут отдавать указания водителям или бортовому компьютеру, в случае высокоавтоматизированного транспортного средства, и вносить коррективы в организацию доставки тяжеловесных грузов.

Разработанная модель позволила установить влияние ТАСУ ВК ГТС на транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги по следующим зависимостям:

по расчету средней скорости движения тяжеловесного транспортного средства на автомобильной дороге:

$$\bar{V}_{cp} = (v_{cp1} + v_{cp2} + \dots + v_{cpn}) / n, \quad (3)$$

где v_{cpn} – средняя скорость движения транспортного средства на n участке.

$$v_{cp} = 2l \kappa_1 / (t_1 + t_2), \quad (4)$$

где κ_1 – коэффициент, которые оказывает влияние средств контроля на транспортно-эксплуатационные

показатели автомобильной дороги; l – протяженность участка; t – время проезда участка.

– по расчету пропускной способности автомобильной дороги:

$$P = \frac{1000 \bar{V}_{cp}}{S} \kappa_3, \quad (5)$$

где S – динамический габарит грузового транспортного средства, м; \bar{V}_{cp} – средняя скорость движения грузового транспортного средства, км/ч;

$$S = \frac{V^2}{2} \left(\frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right) + Vt + l_a, \quad (6)$$

где V – скорость движения ГТС, м/с; j_1 и j_2 – максимальное замедление при торможении переднего и заднего автомобилей соответственно, м/с; Vt – путь за время реакции водителя и срабатывания тормозов, м/с; l_a – длина автомобиля, м.

Результаты

В результате рассмотрения функциональных возможностей системы управления весовым контролем была разработана архитектура ТАСУ ВК ГТС на автомобильной дороге, которая представлена на рис. 5.

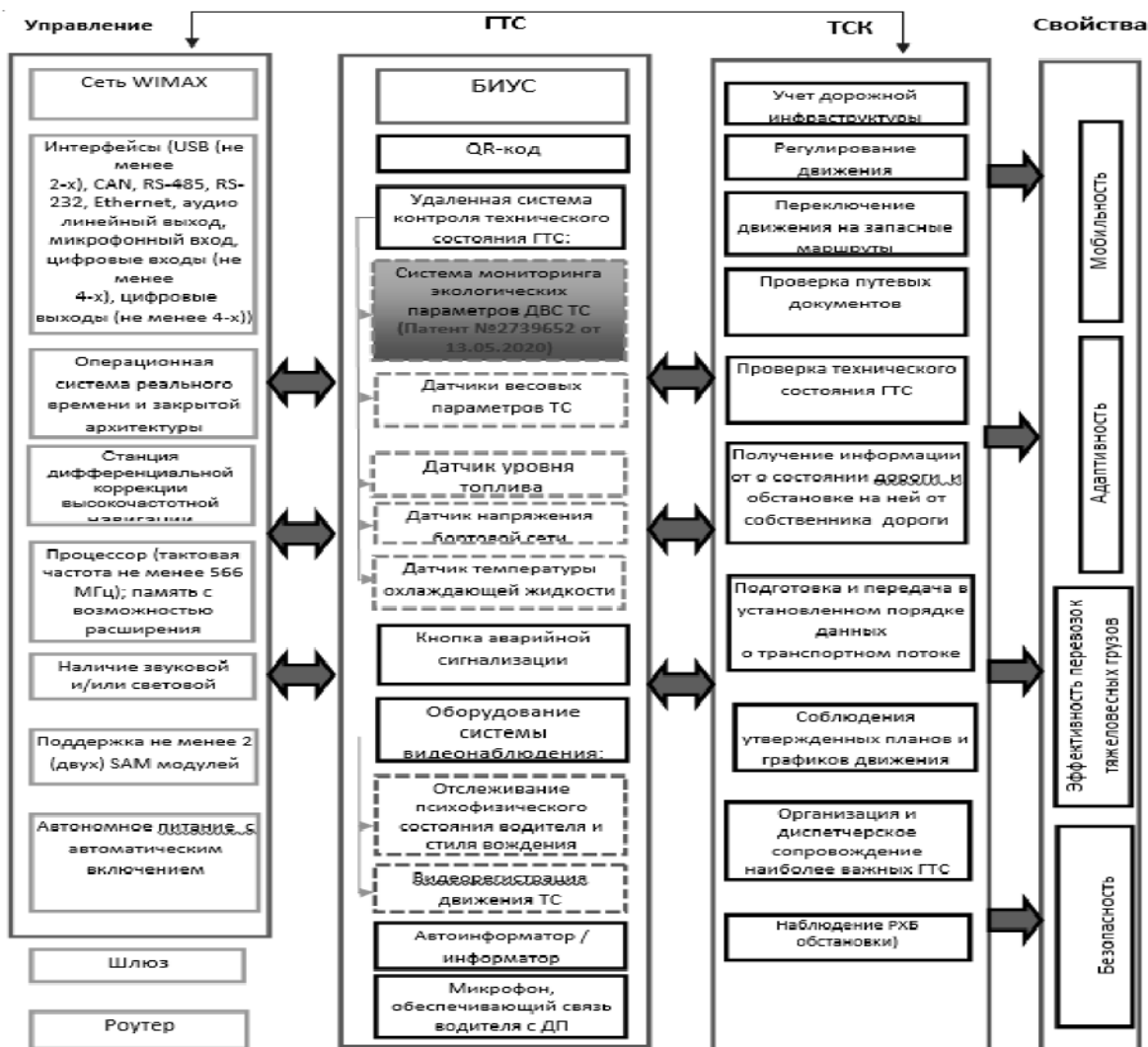


Рис. 5. Архитектура ТАСУ ВК ГТС

При формировании архитектуры телематической системы в части аппаратно-технического обеспечения, уточнена структура бортового информационно-управляющей системы (БИУС), в состав которой включена разработанная автором автоматизированная система мониторинга экологических параметров ДВС ТС. Данная система запатентована (Патент на изобретение №2739652 от 28.12.2020), и может быть использована для наблюдения за контролем концентрации выхлопных газов в реальном времени, для оценки состояния двигателя ТС, предотвращения аварийных ситуаций.

Выводы. В процессе исследования архитектуры

ТАСУ ВК ГТС были проведены расчеты по установленным зависимостям, эффекта внедрения указанной архитектуры ТАСУ ВК ГТС.

Установлен характер воздействия ТАСУ ВК ГТС на эксплуатационные показатели автомобильной дороги на величину коэффициента k_1 , учитывающего это влияние, который показывает повышение пропускной способности автомобильной дороги на 12,5% и средней скорости движения на 25% (рис. 6).

При расчетах, общее время доставки тяжеловесного груза снижается на 20%, производительность подразделений АТП повышается на 26% (рис. 7)

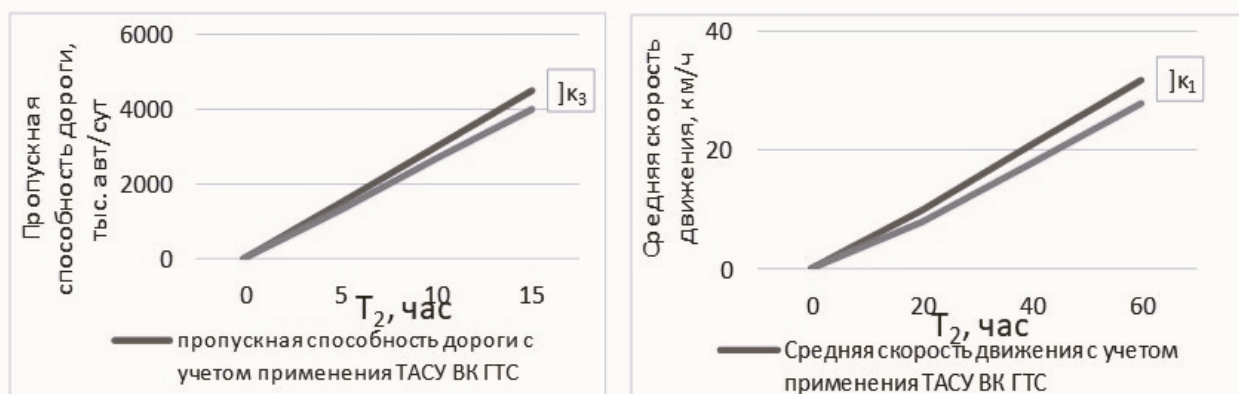


Рис. 6. Влияние ТАСУ ВК ГТС на эксплуатационные показатели автомобильной дороги

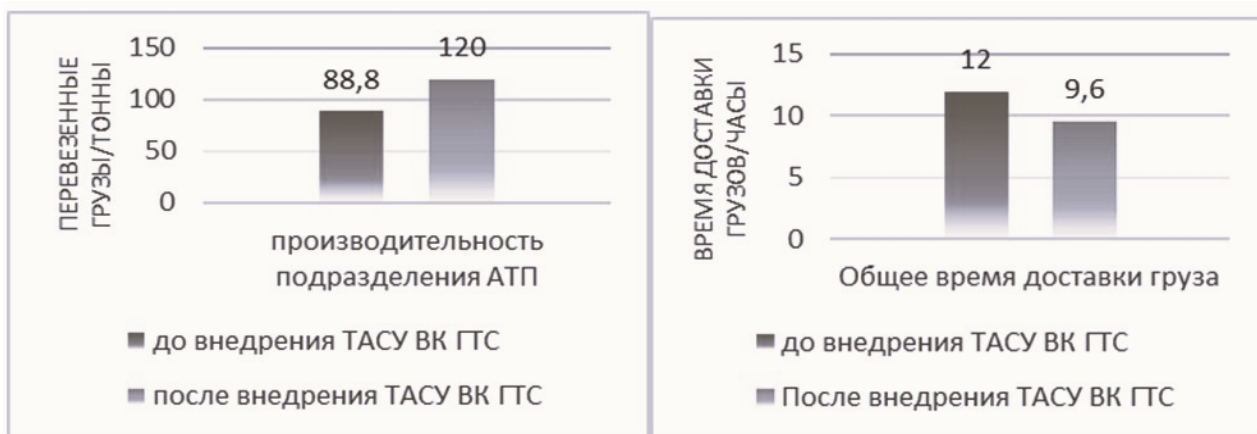


Рис. 7. Оценка эффективности внедрения ТАСУ ВК ГТС (материалы автора)

Таким образом, проведенные расчеты по установленным зависимостям показали существенное улучшение основных эксплуатационных показателей автомо-

бильной дороги с внедрением ТАСУ ВК ГТС, которые представлены в таблице.

Таблица.

Расчётные эксплуатационные показатели автомобильной дороги с внедрением ТАСУ ВК ГТС

	Транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги	Автомобильная дорога		
		Нормативные значения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги	Значения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги после применения ТАСУ ВК ГТС	Эффект от применения ТАСУ ВК ГТС, %
1	Средняя скорость движения транспортного потока по а/дороге, км\ч	40	50,7	25% (+10,7 км\ч)
2	Пропускная способность, а/дороги, авт\сут.	4,5	5,1563	12,5% (+0,563 тыс. авт\сут)

Литература

1. Информационно-правовая база «Консультант плюс» // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ [дата обращения 15.02.2022].
2. Официальный сайт ФДА «Росавтодор» [дата обращения 27.02.2022] <https://rosavtodor.gov.ru/about/upravlenie-fda/nacionalnyj-proekt-bezopasnye-i-kachestvennye-avtomobilnye-dorogi>.
3. Sravanthi Alamandala R.L.N. Sai Prasad Rathish Kumar Pancharathi V.D.R.Pavan P.Kishore // Study on bridge weigh in motion (BWIM) system for measuring the vehicle parameters based on strain measurement using FBG sensors // <https://doi.org/10.1016/j.yofte.2020.102440>.
4. Indrajit Chatterjee Chen-Fu Liao Gary A.Davisa // A statistical process control approach using cumulative sum control chart analysis for traffic data quality verification and sensor calibration for weigh-in-motion systems // <https://doi.org/10.1080/15472450.2016.1220306>.
5. Rui Hou Seongwoon Jeong Jerome P.Lynch Mohammed M.Ettouney Kincho H.Law // Data-driven analytical load rating method of bridges using integrated bridge structural response and weigh-in-motion truck data // <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2021.108128>.
6. Герасимов Д.В., Игнатъев А.А. Системы взвешивания в движении // Сборник материалов 71 Всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием // 2018. 694-698 с.
7. Алексиков С.В., Русанов М.И., Фоменко Н.А., Болдин А.И., Лескин А.И. Обеспечение сохранности региональных дорог посредством введения весового контроля // Вестник ВГАСУ 53(72) 2018г. 66-71с.
8. Локтионова Т.С., Горелых Д.С., Новиков И.А. Основные виды нарушений оснащения постов весового контроля // сборник конференции Организация и безопасность дорожного движения», 2019 г. 274-276 с.
9. Зенов В.В., Стариков А.В. Функциональная структура и особенности построения автоматизированной системы динамического весового и габаритного контроля грузового автотранспорта // Актуальные направления научных исследований 21 века: теория и практика №5 (41) 2018г. 29-33 с.

Сведения об авторе:

Беликова Дарья Дмитриевна, аспирант Санкт-Петербургского горного университета. Направление - «Транспортно-технологические процессы».

Адрес: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия Васильевского острова, д. 2.

E-mail: belikova.daria@gmail.com.