

На правах рукописи



Виноградов Евгений Сергеевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Специальность 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание степени
кандидата технических наук

Орел 2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

**Научный
руководитель:**

Агеев Евгений Викторович
доктор технических наук, профессор

**Официальные
оппоненты:**

Дорохин Сергей Владимирович
доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
декан автомобильного факультета

Кущенко Сергей Викторович
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова»,
доцент кафедры «Эксплуатация и организация
движения автотранспорта»

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»

Защита состоится «24» марта 2022 г. в 14 ч. 00 мин. на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.032.03 на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева» по адресу: 302030, г. Орёл, ул. Московская, д. 77, ауд. 426.

С диссертацией можно ознакомиться на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И. С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и в фундаментальной библиотеке по адресу: 302028, г. Орёл, пл. Каменская, д. 1.

Автореферат разослан «__» _____ 2022г. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И. С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и на официальном сайте Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (www.vak.minobrnauki.gov.ru).

*Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, в двух экземплярах направлять в диссертационный совет 99.2.032.03 по адресу:
302030, г. Орёл, ул. Московская, д. 77, тел.: +79606476660,
e-mail: srmostu@mail.ru*

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. техн. наук, доцент



Васильева В. В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения возникла одновременно с появлением автомобиля. Положительное значение автомобилизации является важной составляющей технического прогресса, однако не следует недооценивать опасность, которую она в себе несет. Значительное увеличение численности автопарка и массовое включение в дорожное движение новых водителей привели к существенному изменению условий дорожного движения, что оказывает негативное влияние на безопасность дорожного движения.

Согласно статистическим данным подавляющее большинство 70-80% дорожно-транспортных происшествий, которые приводят к травмам, человеческим жертвам и материальным потерям являются ошибочные действия водителя, которые не соответствуют заявленным целям. Именно от водителя, от эффективности и надежности его деятельности зависит работоспособность автомобильного транспорта в целом.

В этих условиях проблема обеспечения безопасности дорожного движения приобрела особую значимость в системе государственной политики, по организации и безопасности в дорожном движении, так утвержденная «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года», определяет основную цель: «стремление к нулевой смертности».

При этом качество подготовки кандидата в водители зависит от уровня технической оснащённости учебных организаций осуществляющих профессиональную подготовку водительских кадров различных категорий и подкатегорий.

Изложенное выше подтверждает, что тема диссертационного исследования является актуальной и направлена на решение научно-практической задачи, имеющее важное народно-хозяйственное значение.

Степень ее разработанности.

Работы в этой области ведутся в научных и высших образовательных учреждениях, таких как: ОГУ им. Тургенева, СПбГАСУ, МАДИ, НИЦ БДД МВД России, НИИАТе, СибАДИ, ЮЗГУ и других организациях.

Проблемам обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте, в том числе в системе профессиональной подготовки водители посвящены исследования таких ученых как: М.Б. Афанасьев, В.Ф. Бабков, А.Н. Васильев, М.Г. Горбачев, В.Я. Дымерский, А.Н. Игнатов, С.Ф. Зеленина, С.А. Евтюков, С.В. Жанказиев, Д. Клеббельсберг, Г.И. Клинковштейн, М.А. Котик, О.В. Майборода, В.А. Мелкий, В.М. Мишуринов, А.Н. Новиков, В.В. Сильянов, А.Н. Романов, Э.С. Цыганков, Ю.И. Шухман и др.

Анализ системы профессиональной подготовки водительских кадров в области безопасности дорожного движения показал, что одним из направлений решения проблемы высокой аварийности является учебно-воспитательная деятельность, при этом подготовка проводится без необходимого учета профессиональных качеств проявляемых у кандидатов в водители.

Цель работы. Разработка комплекса мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения, путем усовершенствования методов подготовки курсантов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ современного состояния проблемы в области безопасности дорожного движения.

2. Уточнить структуру и содержание профессиональной подготовки участников дорожного движения в современных условиях.

3. Анализ концептуальной модели, системы «Курсант-Автомобиль-Дорога-Среда Движения» (КАДС).

4. Определить показатель для адекватного отражения психофизиологических особенностей водителей и выявить критерий степени готовности динамического стереотипа безопасных приемов работы.

5. Разработка и апробация усовершенствованных методик практических занятий по вождению: совершенствование техники управления автомобилем на закрытой площадке и в режиме реального времени.

6. Разработка и апробация усовершенствованной модели упражнений по формированию навыков профессиональной деятельности.

7. Разработка и апробация изменения конструкции учебного автомобиля по восприятию дорожной информации на этапе практической подготовки.

8. Разработка модели совершенствования профессиональной подготовки кандидатов в водители и внедрение в учебный процесс.

Объект исследования – процесс подготовки кандидатов в водители к безопасному поведению на дорогах.

Предмет исследования – методы и технические средства обучения, применяемые в системе профессиональной подготовки кандидатов в водители.

Научная новизна состоит:

1. Установлены закономерности влияния уровня готовности курсанта к профессиональной деятельности, заключающийся в количестве допущенных ошибок при сдаче квалификационного экзамена, на состояние системы «Курсант-Автомобиль-Дорога-Среда» (КАДС), позволяющие повысить безопасность дорожного движения автомобильного транспорта в среднем на 30%.

2. Установлено влияние применения цифрового тренажерного комплекса, учитывающего психофизиологические особенности обучаемых на восприятие дорожной ситуации, позволяющие снизить количество ошибок при выполнении учебных упражнений на закрытой площадке в среднем на 40%.

3. Установлена зависимость между профессионально важными качествами курсантов и степенью готовности к управлению транспортным средством в режиме реального времени за счет составления маршрутных карт для занятий по практическому вождению с учетом индивидуального подхода по мере формирования навыков у обучающихся курсантов.

Теоретическая и практическая значимость:

1. Предложено техническое решение научно-практической задачи повышения эффективности подготовки водителей на основе использования цифровых тренажеров, учитывающих психофизиологические особенности обучаемых за счет методов формирования устойчивых навыков, по качественному выполнению профессиональных обязанностей, предъявляемых к водителю.

2. Предложено технологическое решение научно-практической задачи повышения эффективности оценки профессиональной пригодности обучающегося при управлении тренажерным средством, включающего оценку подготовленности обучаемого к безопасному управлению автомобилем (заявка на программу ЭВМ).

3. Разработана и внедрена методика проведения занятий с применением цифровых средств в процесс обучения водительских кадров, позволяющая без ущерба для качества подготовки определить время подготовки на тренажере.

4. Усовершенствована методика тренажерной подготовки в учебных группах курсантов, позволяющая повысить величину выявления факторов риска, увеличить производительность инструктора, снизить количество ошибок при управлении автомобилем, повысить процент сдачи экзаменов с первого раза.

5. Разработана и внедрена методика составления маршрутных карт занятий практического вождения с учетом индивидуального подхода по мере формирования навыков у курсантов.

6. Материалы диссертации внедрены в учебный процесс подготовки водителей в условиях Курского государственного политехнического колледжа, Курского автотехнического колледжа, Учебного центра «Вектор», что доказывает значительный социальный и экономический вклад выполненной диссертационной работы.

Методология и методы исследования

Для решения поставленных задач были использованы следующие подходы и методы:

1. Теоретические методы (анализ нормативных документов в сфере образования и аналитических материалов ГИБДД МВД РФ; анализ аварийности; теоретико-методологический анализ; понятийно-терминологический анализ; системный анализ; сравнение, обобщение, систематизация, классификация).

2. Эргонометрические методы (определение профессиональных качеств водителя).

3. Эмпирические методы (эксперимент, наблюдение, экспертная оценка, анкетирование, тестирование).

4. Методы статистического анализа, математического расчета (t критерий Стьюдента) и моделирования с использованием стандартного пакета программ Microsoft Office Excel и IBM SPSS Statistics 1.9 и др.

Соответствие работы паспорту научной специальности. Диссертационная работа по тематике, содержанию и результатам соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного

транспорта в части п. 20 «Разработка требований к персоналу автомобильного транспорта. Совершенствование подготовки и переподготовки специалистов и персонала автомобильного транспорта; прогноз потребности».

Положения, выносимые на защиту:

1. Усовершенствованный метод оценки «Профессионально важных качеств» подготовки кандидатов в водители, отражающий особенности обучаемого, и может служить критерием степени формирования динамического стереотипа безопасных приемов работы, при управлении автомобилем.

2. Методическое обеспечение практических занятий по управлению автомобилем, включающее совершенствование техники управления автомобилем на закрытой площадке и в режиме реального времени.

3. Усовершенствованные технологические приемы и технические средства обучения, включающие:

– методику упражнений по формированию навыков профессиональной деятельности курсантов на этапе теоретической подготовки.

– изменения конструкции учебного автомобиля по восприятию дорожной информации на этапе практической подготовки.

4. Алгоритм проверки профессиональной подготовки курсантов к выполнению работ с повышенными требованиями по безопасности, связанными с управлением автомобилем и соблюдению требований охраны труда, что позволяет автоматизировать оценку готовности к безопасному выполнению профессиональных обязанностей, с учетом индивидуального подхода к подготовке водителей.

Степень достоверности полученных результатов. Обоснованность достоверность выносимых на защиту научных положений и выводов обеспечиваются принятой методологией исследования, подтверждается большим объемом аналитических, гигиенических и экспериментальных исследований, использованием современных приборов, применением математических методов обработки полученных результатов, и в целом системным подходом к исследуемой проблеме, что в совокупности подтверждается результатами практического внедрения.

Реализация результатов работы. В экспериментальной работе приняли Курский государственный политехнический колледж, Курский автотехнический колледж, Учебный центр «Вектор» г. Курск.

Результаты проведенных исследований применяются в учебном процессе в системе профессиональной подготовки кандидатов в водители, а также на курсах повышения квалификации водителей.

Апробация. Основные результаты и положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на ряде конференций:

– научно-практическая конференция «Актуальные проблемы техносферной безопасности» (г. Курск, 2018 г.);

– всероссийская научно-практическая конференция «Молодой исследователь: актуальные вопросы теории и практики» (г. Курск, 2019 г.);

- международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, общества, производства и промышленности» (г. Тюмень, 2019-2021 гг.);
 - международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение технологического прогресса» (г. Уфа, 2019 г.);
 - V-VII международные научно-практические конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте» (г. Орел, 2019-2021 г.);
 - XI-XIII международная техническая конференция «Современные автомобильные материалы и технологии» (г. Курск, 2019-2021 гг.);
 - III международная научно-практическая конференция «Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте» (г. Кемерово, 2019 г.);
 - XIV, XV международная научно-техническая конференция «Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования» (г. Вологда 2020-2021 гг.);
 - международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств» (г. Саратов 2020 - 2021г.)
- и на круглых столах, организуемых кафедрой автомобилей и автомобильного хозяйства ЮЗГУ.

Личный вклад автора заключается в определении идеи, постановке цели и задач исследования, проведении теоретического обобщения и анализа сведений; проведении и анализе результатов экспериментальных исследований; обработке и интерпретации полученных данных; разработке мероприятия по повышению эффективности профессиональной подготовки водительских кадров.

Публикации. Результаты диссертационного исследования в полном объеме отражены в 30 научных работах, в том числе 8 статей в ведущих изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации, 3 статьи в журнале, индексируемом международной системой цитирования Web of Science, 1 статья индексируемом международной системой цитирования Scopus, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объём работы. Структура и последовательность изложения результатов диссертационной работы определены целью и задачами исследования. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников, содержит 168 страниц текста, 15 таблиц, 52 рисунка. Список использованных источников включает 121 наименование.

Основное содержание диссертации

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены цель и задачи, объект, предмет и методы исследования, изложена научная

новизна и практическая значимость работы, а также приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ теоретических исследований в области первоначальной подготовки кандидатов в водители, который позволил установить, что большинство из них направлено на моделирование работы «Человек-оператор» в системе ВАДС (Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда). Авторы ищут возможные способы интенсификации процесса обучения вождению и определения направления по изменению содержания программ и методов подготовки. Существующие методы обучения не позволяют оценивать уровень готовности водителя к безопасному управлению автомобилем в реальных дорожных условиях, а так же отсутствуют обоснованные рекомендации по повышению уровня квалификации. Отсутствие методической оснащённости процесса обучения водителей навыкам безопасного управления автомобилем оказывает существенное влияние на «Надёжность» профессиональных качеств.

Во второй главе обоснована модель динамики изменений в системе подготовки водительских кадров. Определены основы для анализа процессов формирования операторской деятельности поэтапного формирования практических действий.

В диссертации разработан комплекс функциональной структуры и математических моделей операции на различных этапах подготовки курсантов. Сложные операторские действия могут быть сведены к последовательности рабочих операций. Представленные модели позволяют идентифицировать уровень деятельности оператора при выполнении любого нормативного алгоритма информационной деятельности в системе «ВАДС» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модель информационной деятельности водителя

Информационная деятельность водителя определяет основные этапы восприятия дорожной ситуации:

- первый этап «прием информации» (обнаружение и выделение

необходимых сигналов из окружающей среды);

– второй этап «переработка информации» (поступающая информация воспринимается и перерабатывается с помощью психолого-физиологических качеств);

– третий этап «принятие решения» (оценка ситуации позволяет определить правильные варианты решения в сложной дорожной ситуации);

– четвертый этап «выполнение решения» (характеризуется действиями воздействия на органы управления автомобилем);

– пятый этап «контроль» выполняемых действий (определяется обратной связью о результатах выполненных действий).

В соответствии с определением надежности системы «ВАДС», выделим уровни деятельности водителей, которые характеризуются основными параметрами оказывающие влияние на безопасность дорожного движения: быстродействие, точность, надежность выполняемых действий, характером ориентировочных и контрольных операций.

Критерий быстродействия зависит от времени реакции и определяется выражением (1).

$$t_{no} = a + bI, \quad (1)$$

где a – время реакции;

b – скорость анализа поступающей информации;

I – объем поступающей информации.

Быстродействие реакции водителя определяется временем воздействия на органы управления (2).

$$T_p = t_{no} + \sum_{i=1}^n t_i, \quad (2)$$

где T_p – время воздействия;

t_i – время опоздания сигнала;

n – объем входящих сигналов.

При выполнении расчетов T_p, t_i необходимо выполнять условие быстродействия операторской деятельности (3)

$$t_{no} \leq T_p - \sum_{i=1}^n t_i, \quad (3)$$

Время анализа поступающих сигналов t_{on} определяется (4)

$$t_{on} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (4)$$

где t_1 – прием информации;

t_2 – принятие решения;

t_3 – выполнение действия.

Профессиональная деятельность водителя, оказывает влияние на надежность системы «ВАДС» в целом, и определяется анализом правильно принятого решения в дорожной ситуации в течение заданного времени t (5)

$$P_H(t) = P_b \cdot P(T_a \leq t), \quad (5)$$

где P_b – безошибочно выполненное действие;

$P(T_a \leq t)$ – своевременность выполнения действий.

Безошибочность выполняемых действий P_b и своевременности $P(T_a \leq t)$ определяет следующие закономерности:

– время выполнения операторской деятельности тем меньше, чем выше ее безошибочность P_b ;

– время t выполнения тем меньше, чем меньше число выполняемых операций в составе операторской деятельности.

Описанные закономерности позволяют представить процесс изменений рабочих операций и процесс оценки уровня деятельности в виде концептуальной модели, системы «Курсант-Автомобиль-Дорога-Среда Движения» (КАДС) (рисунок 2), в котором осуществляется деятельность, связанная с управлением транспортным средством, и включает в себя работу курсанта, взаимодействие автомобиля со средой, механическое воздействие на дорогу.

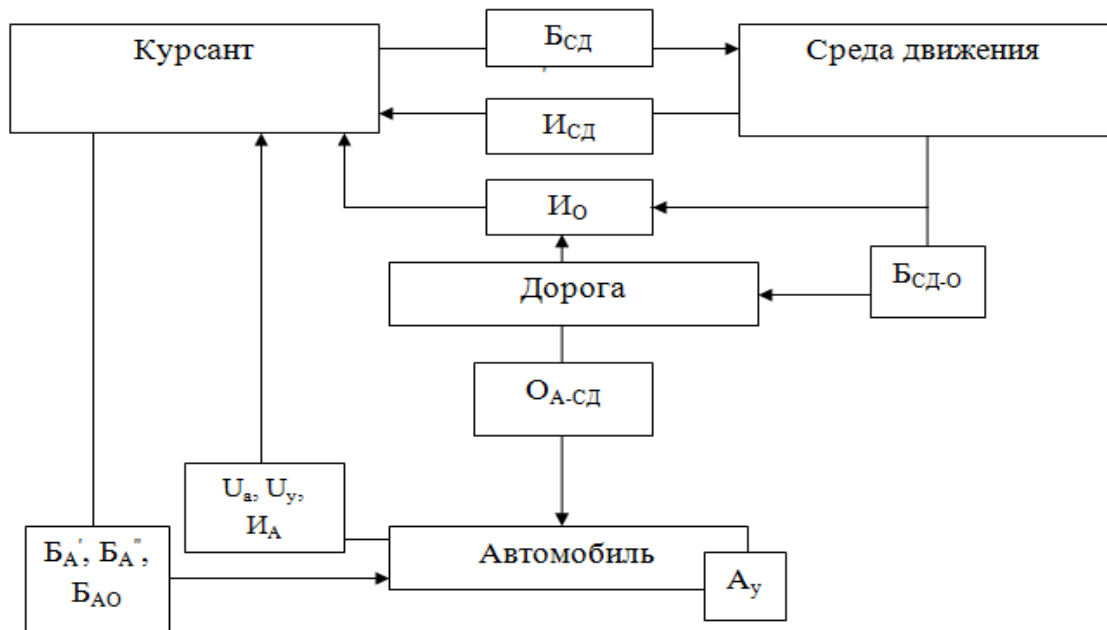


Рисунок 2–Схематическое изображение системы «КАДС» и ее основные элементы

Система «КАДС» включает в себя следующие компоненты: A_y – органы управления автомобилем, $O_{A-сд}$ – занимаемое положение автомобиля на дороге, I, U – информационные связи, связанные с получением информации курсантом: I_A – информация, поступающая от автомобиля, $I_{сд}$ – информация, поступающая от окружающей среды, I_o – положение автомобиля в окружающей

среде, U_a – техническое состояние автомобиля и органов управления, U_y – воздействие на органы управления, B – информационные связи реализующие передачу информации курсанту: B_A' , B_A'' , B_{AO} – воздействие на органы управления, контроль работоспособности автомобиля, положение автомобиля на дороге, среде движения, B_{CD} , B_{CD-O} – информация, поступающая со среды движения, информация, поступающая от взаимодействия автомобиля со средой движения. Критерии оценки надежности системы «КАДС» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные критерии надежности системы «КАДС»

Критерии надежности системы «КАДС»		
Автомобиль	Курсант	Подсистема «Курсант-Автомобиль»
Вероятность безотказной работы в течение рабочего времени $t-P_T(t)$	Вероятность безошибочной операторской деятельности $P_{оп}$	Вероятность выполнения задачи системы «КАДС»
Коэффициент готовности автомобиля K_T	Коэффициент готовности курсанта $K_{оп}$	
Вероятность восстановления отказов автомобиля $P_{вос}$	Вероятность своевременного выполнения операторской деятельности $P_{св}$	
	Вероятность исправления ошибок $P_{исп}$	

Степень непрерывности участия курсантов в процессе управления системой «КАДС» характеризуется тремя уровнями:

– система первого уровня надежности комплекса К-А характеризуется непрерывностью процесса управления транспортным средством (тренажерная подготовка) и определяется выражением (6).

$$P_{КА1} = P_t(t) + [1 - P_t(t)]K_{оп}[P_{оп}P_{св} + (1 - P_{оп})P_{и}], \quad (6)$$

где $P_t(t)$ – вероятность безошибочной работы тренажерного комплекса в течение учебного времени t ;

$K_{оп}$ – коэффициент готовности курсанта к операторской деятельности;

$P_{оп}$ – вероятность безошибочной работы курсанта при анализе аварийной ситуации;

$P_{св}$ – вероятность своевременного выполнения курсантом операторских действий;

$P_{и}$ – вероятность исправления ошибок.

– система второго уровня надежности комплекса К-А носит непрерывный характер, при этом деятельность заключается в периодическом решении ряда дискретных задач непрерывно следующих друг за другом (автодромная подготовка) и определяется выражением (7).

$$P_{КА2} = K_{оп} [P_T P_{оп} P_{св} + (1 - P_T) P_{вос} P_{оп} P_{св} + (1 - P_{оп}) P_T P_{и}], \quad (7)$$

где $P_{вос}$ – вероятность своевременного восстановления требуемый действия, связанные с управлением автомобилем и курсанта;

P_T – вероятность работы транспортного средства в течение учебного времени.

– система третьего уровня надежности комплекса К-А характеризуется явно выраженной дискретностью решением операторских задач (управление автомобилем в режиме реального времени) и определяется выражением (8).

$$P_{КА3} = K_T P_T P_{оп} P_{св} + (1 - P_T K_T) P_{вос} P_{оп} P_{св} + (1 - P_{оп}) P_T P_{и} \quad (8)$$

где K_T – коэффициент эксплуатационных характеристик транспортного средства;

$P_{вос}$ – вероятность восстановления эксплуатационных характеристик транспортного средства.

Анализ этапов формирования деятельности курсанта позволили сделать следующие выводы:

1. Действия курсанта включает набор ориентировочных и контрольных операций, а также выполнение трудовых операций связанных с управлением транспортным средством и характеризуются действиями, организация, которых обеспечивают безошибочность.

2. Характеристика деятельности кандидата в водители определяются уровнем восприятия информации, анализом, принятием решения, реализацией решения, контролем выполняемых действий, которые формируются на этапе профессиональной подготовки.

3. Определены различия этапов формирования деятельности, проявляющиеся в содержании ориентировочных контрольных операций. Содержание рабочей операции неизменно и соответствует нормативному алгоритму деятельности.

4. В период освоения нового вида деятельности курсанта отличается от нормативного алгоритма и является вариативной частью.

В третьей главе отражены требования, предъявляемые к системе профессиональной подготовки водительских кадров. Представленный в работе метод программированного обучения позволяет управлять процессом усвоения теоретических и практических разделов программы подготовки, который характеризуется рациональным распределением изучаемого материала, включая контрольные задания, осуществлять контроль качества подготовки.

Для выбора оптимального ресурса образовательной программы в учебном центре предложена модель процесса подготовки (9):

$$N = \{K, P, V\}, \quad (9)$$

где N – показатель выбора оптимального ресурса образовательной программы;

К – категории кандидатов в водителей ТС (А, А1, В, В1, С, С1...);

Р – объем знаний, умений, навыков, необходимых для водителей соответствующей категории (профессиональных компетенций);

V – показатель значимости профессиональных компетенций водителей соответствующей категории.

Разработанная методика «Оценка уровня профессиональной готовности» курсантов предназначена для контроля сформированности знаний, умений, навыков операторской деятельности и представляет собой числовые значения X_1, X_2, \dots, X_n , выражающие оцениваемые показатели готовности, и коэффициенты a_1, a_2, \dots, a_n , определяющие значимость параметров и выражается (10).

$$Y = X_1 a_1 X_2 a_2 \dots X_n a_n, \quad (10)$$

где Y – показатель уровня готовности;

n – общий объем изучаемых элементов.

Значения коэффициентов $a_1, a_2, \dots, a_n = 1$, т.к. все модули программы равнозначны между собой. Для каждого параметра $X_{1...n}$ составляют таксономические таблицы (таблица 2) с определенным уровнем компетенций с присвоением баллов для каждого уровня.

Таблица 2 – Уровни освоения компетенции $X_{1...n}$

Уровень подготовки курсанта	Знания, умения, навыки	балл $X_{1...n}$
1	Знает...n блока	1–2
2	Знает...n+ уровень блока	3–4
3	Знает...n+ уровень блока	5–6
4	Знает...n+ уровень блока	7–8
5	Знает...n+ уровень блока	9–10
<i>Примечание:</i> n – уровень знаний, умений и навыков, сформированных для каждого блока		

Уровень сформированности компетенции определяется за счет выполнения контрольных заданий, в соответствии с коэффициентом успешности (11).

$$K = \frac{K_k}{K_{\text{общ}}}, \quad (11)$$

где K_k – выполненные контрольные задания;

$K_{\text{общ}}$ – общий показатель заданий.

При решении контрольных задач коэффициент успешности $K < 0,7$ низкий уровень; $0,81 \geq K \geq 0,7$ средний уровень (допущены ошибки); $K \geq 0,82$ высокий уровень готовности.

Усовершенствованный процесс подготовки кандидатов в водители представлен на схеме (рисунок 3).

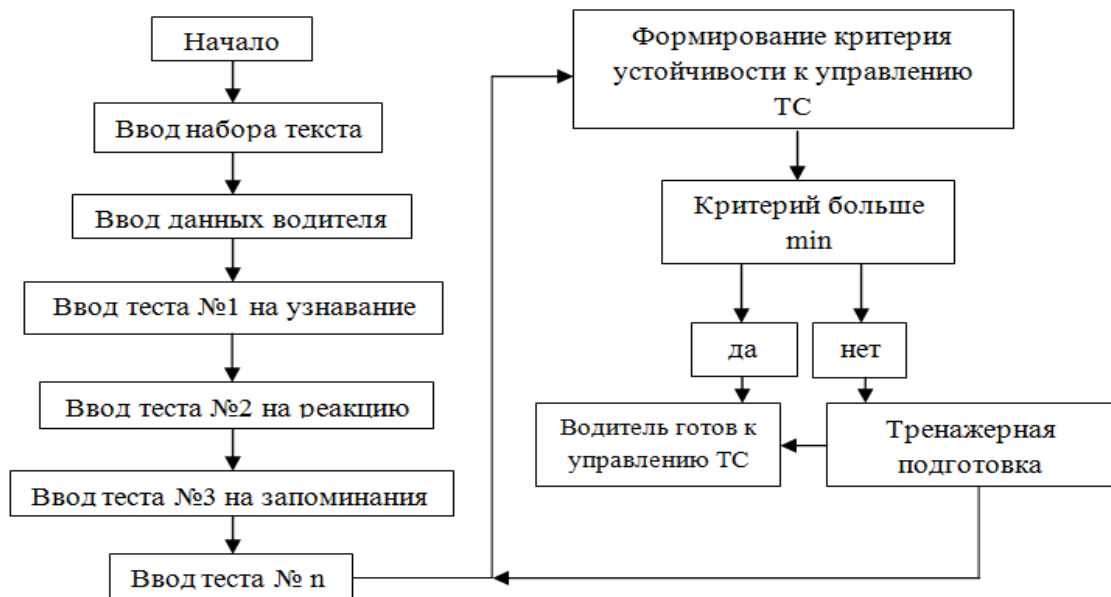


Рисунок 6 – Блок-схема проверки готовности курсантов к допуску управлению транспортным средством на первоначальном этапе подготовки

По результатам проведенной диагностики осуществляется подбор групп с учетом рейтинговой оценки критерия профессиональной пригодности курсанта. Первичный профессиональный отбор является основой, формирования индивидуальной траектории обучения управлению транспортным средством.

Обосновано, что надежный способ повысить уровень подготовки состоит в применении тренажерных комплексов оказывающих влияние на формирование профессиональных качеств.

Выполненное исследование с использованием цифровых тренажерных комплексов позволяет осуществлять контроль выполнения курсантами учебных упражнений, связанных с ознакомлением с психофизиологическими основами труда водителя и определения основных функций организма. Разработанная электронная программа ЭВМ упражнений по теме «Психофизиологические основы деятельности операторов транспортных средств» модуля «Основы безопасности движения», позволяет сформировать «Профессионально важные качества» необходимые для будущей трудовой деятельности (рисунок 7).

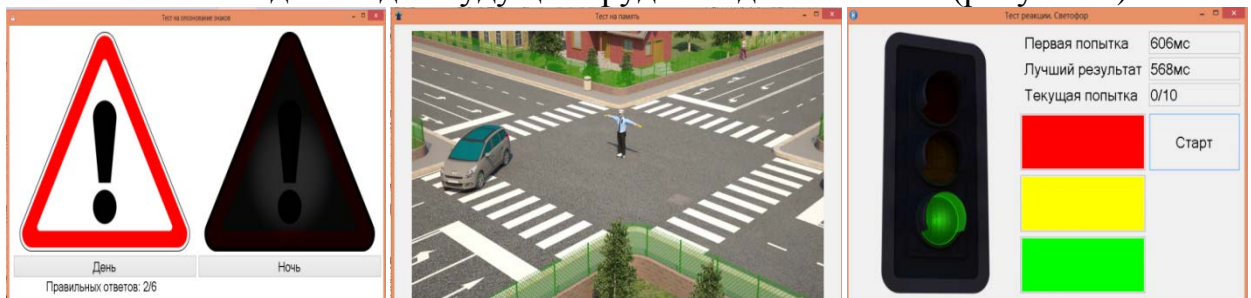


Рисунок 7 – Фрагменты обучающих цифровых тренажерных комплексов

Результаты выполненного исследования определяют динамику изменения профессиональных качеств, которые формируются в процессе подготовки в учебном центре (рисунки 8 и 9).

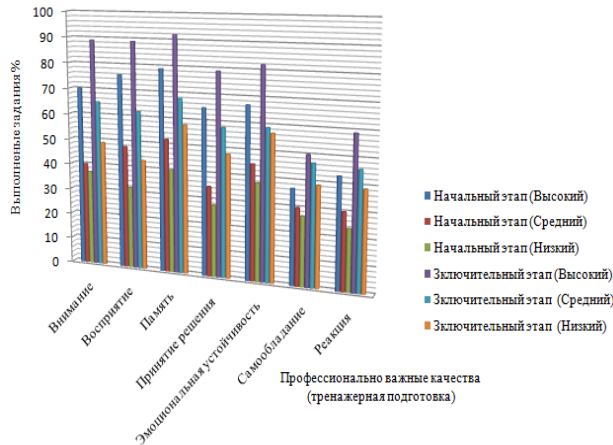


Рисунок 8 – Динамика изменения профессиональных качеств (тренажерная подготовка)

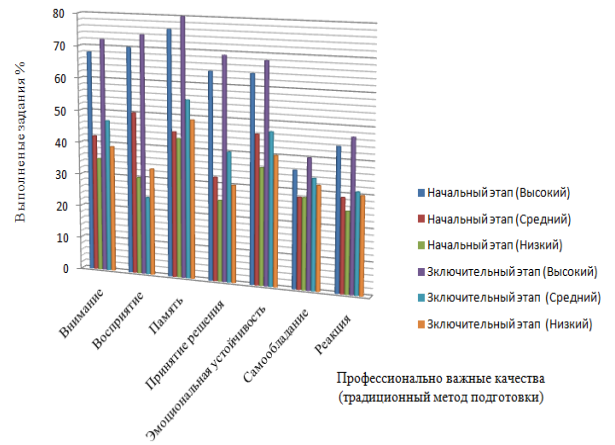


Рисунок 9 – Динамика изменения профессиональных качеств (традиционный метод подготовки)

В настоящее время наибольшую сложность в восприятии дорожной ситуации наблюдается у курсантов на практическом этапе подготовке. В основу модели экспериментального обучения вождению в условиях закрытой учебной площадки, легли разработанные маршрутные карты (таблица 3).

Таблица 3 – Модель маршрутной карты экспериментального обучения выполнения учебных упражнений автодромной подготовки

Маршрутная карта экспериментального обучения	
Объект взаимодействия: автомобиль-среда движения.	
Выполняемые действия: оценка положения и движения автомобиля на дороге, корректировка выполняемых действий с помощью рулевого колеса.	
Задание: обучение выдерживанию заданного направления движения автомобиля с помощью вспомогательных ориентиров.	
Последовательность выполняемых действий.	

При управлении автомобилем курсантом установлена зависимость выполняемых действий от загрузки внимания в момент выполнения упражнений, когда внимание сосредоточено на большом числе объектов допускаются ошибки. Для оптимизации восприятия дорожных ориентиров расположенных на учебной площадке используются технические средства визуального контроля

представленных в виде камер расположенных на внешней части кузова транспортного средства (рисунок 10), позволяющие оценивать положение автомобиля в каждый момент времени.



Рисунок 10 – Панорамная камера восприятия дорожной ситуации водителем

Исследования показали, что курсанты прошедшие профессиональную подготовку по данной методике, затрачивают меньше времени при выполнении контрольных упражнений на автодроме по сравнению с контрольной группой, $t > t_{0,05}$, и является статистически значимым показателем на уровне значимости $t_{0,05} = 1,984$ (вероятность ошибки $P < 0,05$) (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительный показатель средних значений времени выполнения упражнений по t-критерию Стьюдента

Выполняемые упражнения	Контрольная группа $n_k=100$			Экспериментальная группа $n_e=109$			
	\bar{X}	SD	mr	\bar{X}	SD	mr	t-критерий Стьюдента
Эстакада	29,66	5,39	0,53	27,20	5,53	0,54	3,247
Поворот на 90градусов	22,61	4,27	0,42	20,46	3,91	0,37	3,764
Разворот в ограниченном пространстве	59,49	5,74	0,57	55,78	5,90	0,56	4,589
Змейка	20,78	4,14	0,41	18,51	3,60	0,34	4,196
Заезд в гараж задним ходом	107,85	9,54	0,95	103,73	9,30	0,89	3,150
Параллельная парковка	84,02	5,49	0,54	80,51	5,16	0,49	4,744

Основу усовершенствованной методики проведения практических занятий с курсантами и определения безопасного маршрута обучения был принят метод навигационного мониторинга. Сущность метода определения навигационных параметров транспортных потоков посредством спутникового наблюдения улично-дорожной сети в получении данных, которые позволяют определить плотность транспортного потока, и составления оптимальных маршрутов движения при выполнении комплекса упражнений для дорог с малой, средней и большой интенсивностью движения (рисунок 11).



Рисунок 11 – Модель выбора учебных маршрутов подготовки курсантов

Показателем подготовленности курсантов является взаимодействие с другими участниками движения. Критерием оценки выступает контроль безошибочности соблюдения требований ПДД.

В четвертой главе произведена оценка адекватности разработанных моделей и алгоритмов по результатам проведенных экспериментов. В соответствии с выбранными методами подготовки обучение проходили 209 человек из них 109 человек экспериментальная группа (ЭГ) обучались по предлагаемым методам с учетом применения диагностики профессиональных качеств, 100 человек контрольная группа (КГ) обучались по традиционной форме. По результатам были сформированы группы с низким, средним и высоким показателем готовности к профессиональной деятельности.

В экспериментальной группе обучение осуществлялось с использованием цифровых тренажерных комплексов и отработки профессиональных навыков, связанных с управлением автомобилем по предлагаемым методам подготовки (рисунок 12). Итогом обучения в учебном центре является сдача внутреннего экзамена и получение возможности сдавать экзамен в ГИБДД. В данной работе, оценка сдачи экзамена прогнозируется, как критерий качества подготовки водителей ТС. Все выше изложенное легло в основу предлагаемых изменений программы профессиональной подготовки кандидатов в водители в раздел теоретического и практического обучения.



Рисунок 12 – Показатель результативности сдачи экзамена с первого раза

На графике видно группа с низким показателем готовности после обучения по предлагаемым методикам сдали экзамен на право управления транспортным средством с первого раза 58%, контрольные группы, обучавшиеся по традиционной форме подготовки всего 10%.

Исследования показали, что количество допущенных ошибок (рисунок 13) курсантами прошедших профессиональную подготовку по данным методикам ниже на 30%, по сравнению с контрольной группой, $t > t_{0,05}$, и является статистически значимым показателем на уровне значимости $t_{0,05} = 1,984$ (вероятность ошибки $P < 0,05$) (таблица 6).

Таблица 6 – Сравнительный показатель допущенных ошибок сдачи экзамена по t-критерию Стьюдента

Общее количество	Контрольная группа $n_k=100$			Экспериментальная группа $n_3=109$			
	\bar{X}	SD	mr	\bar{X}	SD	mr	t-критерий Стьюдента
Допущенные ошибки	3,71	1,725	0,172	2,880	1,495	0,143	3,698

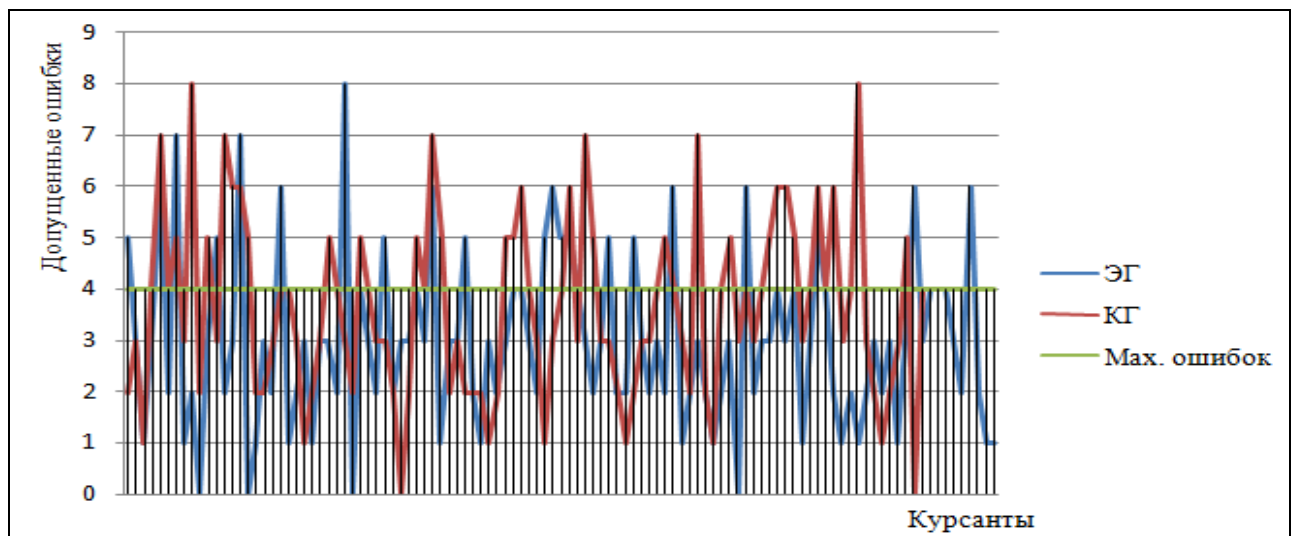


Рисунок 13 – Диаграмма допущенных ошибок контрольной (КГ) и экспериментальной группы (ЭГ)

В результате проделанной работы существенно улучшилось степень усвоения материала, улучшились практические навыки, связанные с управлением транспортным средством, появилась возможность оценивать степень готовности к самостоятельной работе, что оказывает положительный эффект в области безопасности дорожного движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе на основании выполненных исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, связанные с разработкой комплекса мероприятий, направленных на повышение

безопасности дорожного движения, путем усовершенствования методов подготовки кандидатов в водители, внедрение которых вносит значительный вклад в эксплуатацию автомобильного транспорта и развитие страны в целом.

На основе проведенных исследований разработан комплекс мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения, путем усовершенствования методов подготовки кандидатов в водители, позволивший сделать следующие выводы:

1. Отмечено, что надежность начинающих водителей в первые три года самостоятельной работы в три раза ниже, чем надежность опытных водителей. Следствием этого является необходимость совершенствования подготовки водительских кадров. Для этого усовершенствованы технологические приемы и технические средства обучения, включающие методику упражнений по формированию навыков профессиональной деятельности кандидата в водители на этапе теоретической подготовки и изменения конструкции учебного автомобиля по восприятию дорожной информации на этапе практической подготовки.

2. Формирование учебных групп до начала обучения с учетом индивидуальных особенностей личности, используя результаты психофизиологического обследования (отбора), позволило выявить кандидатов в водители, порядка 70 %, которым для получения первоначальных навыков управления ТС, необходима тренажерная подготовка.

3. Блок-схема алгоритма проверки профессиональной подготовки кандидатов в водители показывает, что необходимый уровень информации для безопасного управления транспортным средством может быть достигнута путем применения тренажерного комплекса с учетом индивидуальных психофизиологических характеристик обучающихся.

4. Разработанная методика проведения занятий по практическому вождению позволяет учесть разный уровень подготовленности обучаемых и организовать занятия индивидуально с учетом индивидуального подхода, используя при этом систему тренажерной подготовки, возрастающей сложности. Это способствует более быстрому формированию устойчивых первоначальных навыков управления.

5. Оценка эффективности использования предлагаемых методик обучения курсантов, позволило увеличить на 30% количество сдавших экзамен с первого раза по сравнению с контрольной группой.

Перспективы дальнейшего развития темы: полученные результаты исследования могут служить основой для совершенствования системы профессиональной подготовки кандидатов в водители. Для повышения безопасности дорожного движения рекомендуется использовать психофизиологические адаптивные компьютерно-обучающие программные тренажеры и цифровые технологии.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

– статьи в рецензируемых научных журналах из «Перечня рецензируемых изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» ВАК:

1. Агеев, Е.В. Разработка мероприятий по повышению безопасности дорожного движения в городе Курске [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 3(66). – С. 104-110.

2. Агеев, Е.В. Совершенствование системы подготовки водителей категории «В», влияющий на безопасность дорожного движения. [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 4(67). – С. 104-111.

3. Агеев, Е.В. Применение тренажерной подготовки при обучении водителей [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 2(69). – С. 105-111.

4. Агеев, Е.В. Принципы и методы оценки тренажерных комплексов в системе профессиональной подготовки водителей [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 3(70). – С. 107-114.

5. Агеев, Е.В. Методика применения программированного обучения водительских кадров [Текст] / Е.В. Агеев, А.Н. Новиков, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 4(71). – С. 75-83.

6. Агеев, Е.В. Применение электронной информационно-образовательной среды при подготовке кандидатов в водители автотранспортных средств [Текст] / Е.В. Агеев, А.Н. Новиков, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 1(72). – С. 96-102

7. Агеев, Е.В. Модель восприятия дорожной ситуации на первоначальном этапе подготовки [Текст] / Е.В. Агеев, А.Н. Новиков, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 2(73). – С. 99-105.

8. Агеев, Е.В. Модель деятельности кандидата в водители в системе «Курсант-Автомобиль-Дорога-Среда движения» [Текст] / Е.В. Агеев, А.Н. Новиков, Е.С. Виноградов // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 4(75). – С. 98-104.

- в изданиях, индексируемых международными системами цитирования (Scopus, Web of Science):

9. Ageev, E. Methodology for determining the professional qualities of motor vehicle drivers [Text] / E. Ageev, E. Vinogradov, A. Novikov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 971 (5). – Pp. 052078. (Web of Science).

10. Ageev, E. Methodology of application of programmed training in the system of professional training of drivers [Text] / E. Ageev, E. Vinogradov, A. Novikov // MATEC Web of Conferences – 2020. – Vol. 329. – Pp.01003.(Web of Science).

11. Ageev, E. Application of Digital Learning in the Vehicle Operator Training System [Text] / E. Ageev, E. Vinogradov, A. Novikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science –2021. – Vol. 666 (6) –Pp.062001.(Scopus).

12. Ageev, E. Formation of professional skills the system of driver training [Text] / E. Ageev, A. Novikov, E. Vinogradov // MATEC Web of Conferences – 2021 – Vol.341. –Pp. 00024.(Web of Science)

Научные результаты диссертации отражены также в следующих научных изданиях:

13. Виноградов, Е.С. Профессиональная надежность водителей, как фактор, влияющий на безопасность дорожного движения [Текст] / Ю.В., Шинкаренко, А.А. Гончаров, Е.С. Виноградов // Интеграция науки, общества, производства и промышленности: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. в 2 ч. –Тюмень, 2019. – Ч. 2. – С. 32-35.

14. Виноградов, Е.С. Качества подготовки водителей влияющие на аварийность на дорогах России [Текст] / Е.С. Виноградов, И.В. Швердин // Научное обеспечение технологического прогресса сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф.– Уфа, 2019. –С. 7-10.

15. Виноградов, Е.С. Проблемы и пути повышения безопасности дорожного движения на дорогах России [Текст] / Е.С. Виноградов // Молодой исследователь: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Курск, 2019. – С. – 43-47.

16. Виноградов, Е.С. Анализ уровня аварийности на дорогах города Курска и способы ее снижения [Текст] / Е.С. Виноградов // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорт: сб. мат. III Междунар. науч.-практ. конф. – Кемерово, 2019. – С. 277-279.

17. Агеев, Е.В. Автотренажер как способ повышения качества подготовки водителей [Текст] / Е.В. Агеев, А.Н. Новиков, Е.С. Виноградов // Перспективы развития технологии обработки и оборудования в машиностроении: сб. науч. ст. 5-й Всерос. науч.-техн. конф. – Курск, 2020. – С.22-22.

18. Агеев, Е.В. Автотренажерная подготовка, как фактор определения профессионально важных качеств водителя [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования: матер. XIV Междунар. науч.-техн. конф. – Вологда, 2020. – С.348-352.

19. Виноградов, Е.С. Формирование профессионально важных качеств водителя при использовании тренажерной подготовки [Текст] / Е.С. Виноградов // Организация и безопасность дорожного движения: матер. XIII Национал. науч.-практ. конф.– Тюмень, 2020. – С. 278-282.

20. Виноградов, Е.С. Особенности формирования технологических знаний у обучающихся в условиях образования и современного производства [Текст] / Е.С. Виноградов // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Керчь, 2020. – С. 633-635.

21. Агеев, Е.В. Методика первоначального обучения вождению кандидатов водители на автодроме [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2020): сб. науч. ст. 12-й Междунар. науч.-практ. конф.– Курск, 2020. – С.12-17.

22. Виноградов, Е.С. Анализ деятельности водителя по управлению системой «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда движения» [Текст] / Е.С. Виноградов, Е.В. Агеев // Информационные технологии и инновации на транспорте: матер. Междунар. науч.-практ. конф.– Орел, 2020. –С.198-204.

23. Агеев, Е.В. Анализ учебных маршрутов системы профессиональной подготовки по профессии водитель транспортных средств [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2020. – С. 64-69.

24. Агеев, Е.В. Анализ учебных маршрутов системы профессиональной подготовки по профессии водитель транспортных средств [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2020. – С. 64-69.

25. Агеев, Е.В. Особенности формирования технологических знаний у обучающихся в условиях образования и современного производства [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Керчь, 2021. – С. 64-67.

26. Агеев, Е.В. Формирование водительских навыков в процессе профессиональной подготовки [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее: сб. ст. 3-й сб. Междунар. науч.-практ. конф. –Курск, 2021. –С.16-18.

27. Агеев, Е.В. Критерии оценки деятельности оператора транспортного средства в системе профессиональной подготовки [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Организация и безопасность дорожного движения: матер. XIV Национал. науч.-практ. конф.–Тюмень, 2021.–С. 224-229.

28. Агеев, Е.В. Технические средства обучения и их роль в системе профессиональной подготовки кандидатов в водители [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и транспорте: матер. XV Междунар. науч.-практ. конф.– Вологда, 2021. – С. 232-236.

29. Агеев, Е.В. Анализ системы профессиональной подготовки водительских кадров [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Керчь, 2021. – С. 682-684.

30. Агеев, Е.В. Анализ требований к техническому состоянию и оборудованию учебных транспортных средств [Текст] / Е.В. Агеев, Е.С. Виноградов // Современные автомобильные материалы и технологии

(САМИТ-2021): сб. науч. ст. 12-й Междунар. науч.-практ. конф.– Курск, 2021. – С.14-17.