

ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ФАКТОРОВ РИСКА СОВЕРШЕНИЯ НАРУШЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМАРТФОНОВ ВО ВРЕМЯ ВОЖДЕНИЯ

DOI: 10.36724/2072-8735-2021-15-12-44-50

Поспелов Павел Иванович,*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия, pospelov@madi.ru***Таташев Александр Геннадьевич,***Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия, a-tatashev@yandex.ru***Трофименко Юрий Василевич,** *Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия, ecology@madi.ru***Яшина Марина Викторовна,** *Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия, yash-marina@yandex.ru***Manuscript received** 23 November 2021;
Accepted 10 December 2021**Работа выполнена при поддержке
Российского Фонда Фундаментальных
Исследований (РФФИ), грант № 20-01-00222****Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, факторы риска, корреляционная связь, факторный статистический анализ.

Одним из наиболее распространенных совершаемых водителями видов нарушений правил движения является использование смартфона во время вождения. В Германии была разработана методика проведения на автодорогах наблюдений, в результате которых получены данные о частоте совершения водителями не разрешенных правилами движения действий с учетом влияния таких факторов, как возраст и пол водителя, тип автодороги – магистраль, внутригородская или сельская дорога, время суток, день недели, сезон года. Результаты наблюдений за связанными с отвлекающими от вождения вторичными действиями, проводившихся в 2019 году, и анализ этих результатов изложены в итоговом отчете, в одном из двух томов которого рассматривается вопрос об использовании водителями смартфонов и факторах, влияющих на частоту нарушений этого вида. В настоящей работе предложен использующий методы математической статистики подход к оценке корреляционной связи между рассматриваемыми факторами и частотой использования смартфонов.

Информация об авторах:**Поспелов Павел Иванович,** *Зав. кафедрой изысканий и проектирования дорог, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия***Таташев Александр Геннадьевич,** *Профессор кафедры высшей математики, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия***Трофименко Юрий Василевич,** *Зав. кафедрой техносферной безопасности, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия***Яшина Марина Викторовна,** *Зав. кафедрой высшей математики, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия***Для цитирования:**

Поспелов П.И., Таташев А.Г., Трофименко Ю.В., Яшина М.В. Подход к исследованию факторов риска совершения нарушений, связанных с использованием смартфонов во время вождения // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2021. Том 15. №12. С. 44-50.

For citation:

Pospelov P.I., Tatashev A.G., Trofimenko Yu.V., Yashina M.V. (2021) Investigation of risk factors for violations related to the use of smartphones while driving. T-Comm, vol. 15, no.12, pp. 44-50. (in Russian)

1. Введение

Последние исследования показывают, что действия водителя, отвлекающие от непрерывного слежения за текущими событиями при вождении, являются источниками рисков дорожно-транспортных происшествий и становятся все более серьезной проблемой для разработчиков транспортной политики. Большинство исследований и акцентов в этой области связаны с типами отвлекающих действий водителей, в основном из-за растущего использования мобильных телефонов и других инфокоммуникационных технологий.

Тем не менее, степень проблемы отвлечения внимания водителя, в том числе созданная мобильными телефонами, и ее вклад в рискованное поведение водителей и дорожно-транспортные происшествия не очень хорошо известны даже в странах с высоким уровнем безопасности дорожного движения. Известно, что при разговоре по телефону внимание водителя рассеивается. Во время разговора объём внимания недостаточно для контроля за ситуацией на дороге. Управление транспортным средством происходит одной рукой. Причина опасности разговоров по мобильному телефону за рулём состоит в том, что водитель не сможет быстро среагировать при возникновении аварийной ситуации. Очень часто после произошедшего ДТП со смертельным исходом в автомобиле обнаруживают мобильный телефон с пришедшим сообщением. Разговоры по телефону, написание СМС, пользование другими девайсами за рулем – это причины рассеянного вождения. Отвлекаясь, человек может не заметить опасность и спровоцировать опасную ситуацию.

Исследования показали, когда водитель отводит взгляд от дороги на экран мобильного телефона при скорости 60 км/ч он проезжает «вслепую» 65 метров. Соответственно, чем выше скорость, тем больше «слепые» участки. Экран мобильного телефона плохо влияет на зрение. После яркого экрана, требуется время на то, чтобы зрачок перестроился для восприятия объектов вдаль, особенно в темное время. Все это ведет к нарушению концентрации внимания и становится невозможным вовремя заметить аварийную ситуацию на дороге.

Применение беспроводной гарнитуры в машине формирует у человека ложное чувство уверенности. Разговор по телефону негативным образом влияет на продуктивность вождения и внимания, даже если обе руки у водителя свободны. Разговоры по мобильному телефону во время вождения машины увеличивают вероятность аварии в четыре раза. Неважно, используется беспроводная гарнитура или обычный телефон.

В Германии Федеральным исследовательским институтом дорожного движения выпущен итоговый отчет [1] за 2019 год о результатах исследований факторов, влияющих на частоту совершения водителями таких нарушений во время вождения, как использование смартфонов, питье или принятие пищи, курение, поиск вещи, перекладка вещей, чистка, переодевание. Один из двух томов этого отчета почти полностью посвящен исследованию вопроса о частоте использования смартфонов во время вождения и о факторах, влияющих на частоту таких нарушений. Как отмечается в [1], хотя использование во время вождения смартфонов запрещено в Германии правилами дорожного движения, этот запрет часто игнорируется.

Для оценки риска, вызываемого этими нарушениями, важна информация об использовании смартфона во время вождения. Непрерывное наблюдение за поведением водителей показывает, оказывают ли действие кампании по убеждению или усиливающий контроль и наказание, и если оказывают, то какое это действие. Предполагается постоянно проводить исследование по разработанной методике и выпускать ежегодные отчеты о результатах исследований. Статистические данные о частоте нарушений, связанных с использованием смартфонов, собираются в результате наблюдений, проводимых на автодорогах различных типов по специально разработанной методике. Были созданы и подготовлены команды наблюдателей.

Наблюдения проводились в восьми регионах с таким расчетом, что статистические данные могли бы рассматриваться как достаточно репрезентативные для того, чтобы представлять общую ситуацию на автодорогах Германии. Итоговый отчет за 2019 год составлен на основе восьми отчетов, в которых приводятся результаты наблюдений по регионам и анализ этих наблюдений. В то же время в [1] отмечается, что для более надежных выводов необходимо продолжение проведения систематических наблюдений и получение большего по объему и более надежного набора статистических данных. В связи с этим основной задачей исследований 2019 года можно считать выработку методики проведения наблюдений и их анализа их результатов.

Во время наблюдений на автодороге, продолжительность которых равнялась трем часам, две команды из трех человек (наблюдатель и два помощника) дублировали для большей надежности сбор статистических данных (так называемое двойное наблюдение) на двух организуемых поблизости друг от друга стационарных пунктах наблюдений. Подготовка персонала, проводящего наблюдения, осуществлялась в соответствии с выработанной методикой. В [1] приводятся данные о частоте использования смартфонов в целом и таких видов использования смартфонов, как разговоры, набор текста, использование смартфона со свободными руками, использование смартфона с хотя бы одной занятой рукой и т. д. Такие нарушения как принятие пищи/питье и курение рассматриваются как нарушения, сопутствующие использованию смартфона. В качестве факторов, влияющих на частоту использования, рассматриваются, прежде всего, принадлежность водителя одной из трех выделенных возрастных категорий (до 25 лет, от 25 до 65 лет, старше 65 лет), пол водителя, тип дороги. Исследование влияния времени поездки на частоту нарушений затруднено тем, что наблюдения из-за плохой видимости не проводятся в темное время суток и в зимний сезон.

Наблюдения проводятся в основном в будние дни, хотя в двух регионах наблюдения проводились и в выходные дни. Проведение исследований в выходные дни требует большей продолжительности из-за меньшей интенсивности дорожного движения и больших затрат. В другом томе отчета приводятся данные по большему числу нарушений, представляющих собой отвлекающие от вождения вторичные действия, в частности, выделяются такие виды этих действий, как общение с попутчиками, чтение текстов, пользование интернетом, прослушивание радио, переодевание, взгляды по сторонам и т.д. При этом выделяются четыре возрастные категории (до 25 лет, от 25 до 45 лет, от 45 лет до 65 лет, от 65

лет). На основе результатов исследований вырабатываются рекомендации по мерам, направленным на снижение риска совершения нарушений, связанных с использованием смартфонов, и других вторичных действий, совершаемых во время вождения.

Результаты исследований могут использоваться, например, при проведении занятий в школах вождения, при проведении бесед с молодыми водителями (результаты исследований подтверждают ожидаемый факт, заключающийся в том, что водители возрастной категории до 25 лет наиболее часто используют смартфоны во время вождения) и т. д. При проведении такого рода бесед подчеркивается опасность совершений нарушений, связанных с использованием смартфонов. Эта опасность доказана в ряде проводившихся ранее исследований.

В [2] – [4] исследуются вопросы влияния психофизиологического типа и состояния водителей на характер их поведения. Этот характер может быть учтен при задании параметров соответствующей математической модели трафика.

Вопросы организации дорожного движения и математического моделирования трафика рассматривались в [5] – [10].

В [11] предложена методика оценки психофизиологических характеристик водителя с использованием игровых технологий. Оценивается время реакции и правильность ответов на специальный набор вопросов в зависимости от психофизиологического состояния, в котором находится водитель по его собственной оценке.

Проблемы обеспечения безопасности дорожного движения и экологии рассматривались в [12] – [18].

В [13] рассматривается назначение элементов систем помощи водителю. Обосновывается возможность оценки влияния этих систем на надежность водителя. При этом обосновании использовался имитационный стенд с рабочим местом городского автобуса, которое сопряжено с компьютерной моделью транспортного средства. При этом хорошо воспроизводятся реальные условия на маршруте.

В [14] рассматриваются методы повышения дорожной и экологической безопасности автотранспортного комплекса. Эти методы предусматривают развитие методологии объектов и технологий. Предусматривается также оценка надежности водителей, развитие методов мониторинга.

В [15] рассматриваются меры, разрабатываемые с целью снижения числа дорожно-транспортных происшествий, которые происходят из-за нарушений водителями режима труда и отдыха. Приводятся рекомендации, направленные на снижение усталости водителя, выполняющего междугородные или международные перевозки.

В [16] предложено рассматривать проявление чрезвычайной ситуации природного характера как реализацию дискретной случайной величины. Каждой реализации этой случайной величины соответствует размер с ущерба, наносимого объектами автотранспортной инфраструктуры. Предлагаемый в [16] метод основан на вероятностных моделях, содержащих параметры риска возникновения чрезвычайной ситуации.

В настоящей работе предлагается основанный на методах математической статистики подход, который позволяет, используя такие данные, как приводимые в [1] результаты наблюдений за использованием смартфона во время вождения, оценить силу влияния на частоту использования смартфонов

в целом или определенных видов использования смартфонов факторов, связанных с характеристиками водителя, типа дороги или времени поездки.

В разделе 2 излагаются результаты наблюдений, приводимые в [1], и описывается методика проведения этих наблюдений и анализа их результатов.

В разделе 3 изложен предлагаемый в настоящей работе подход статистического исследования силы влияния факторов на частоту нарушений, связанных с использованием смартфонов.

В разделе 4 приводятся примеры использования, изложенного в разделе 3 подхода.

2. Методика и результаты исследования факторов, влияющих на частоту использования смартфонов [1]

Для каждого водителя, поведение которого наблюдалось, регистрировали следующие варианты поведения и сведения о водителях.

- Отвлечения, обусловленные использованием смартфона.
- Разговор по телефону с устройством, оставляющим руки свободным, или при помощи пассажира, держащего телефон перед водителем.
- Разговор по телефону, который водитель держит рукой у уха или у рта с движущимися губами.
- Использование смартфона для набора текста таким образом, что смартфон виден в руке водителя.
- Использование прибора, расположенного в центральной области, (центральная консоль, смартфон, навигационное устройство).
- Использование смартфона таким образом, что его не видно, причем смартфон располагается ниже или около центральной консоли.
- Принятие пищи/питье.
- Курение.
- Пол (мужской/женский).
- Возраст (молодой – до 25 лет; средний – до 65 лет; старший 65 лет и выше).
- Только водитель или хотя бы с одним пассажиром.

Такие действия, как еда/питье и курение рассматриваются как действия, сопутствующие использованию смартфона. Чтобы результаты наблюдения удовлетворяли установленным требованиям, принимаются различные меры. Особое внимание уделялось подбору персонала, учебно-методическому материалу и возможности прямого контроля за использованием применяемых в проведении наблюдений персональных компьютеров.

При обработке полученных в результате наблюдений данные в первую очередь сортируются по их локализации (застроенная городская территория, сельские дороги, магистрали). Определяются доли отвлекающих от вождения действий: общее число использований смартфонов для набора текста; набор текста с занятой рукой; предполагаемый набор текста; общее число разговоров по телефону; разговоры по телефону при расположении телефона возле уха; разговор по телефону с комплектом на голове/руки свободы; еда/питье; курение.

В первую очередь производятся оценки суммарного числа нарушений. Затем производятся оценки и их сравнение по

типам дорог, по регионам (наблюдения проводились в восьми регионах и в итоговом отчете взят материал соответственно из восьми отчетов), по времени суток, по дням недели. В [1] отмечается, что для того, чтобы полученные результаты могли быть отнесены к дорожному движению Германии в целом, должна иметься уверенность в том, что полученные статистические данные отражают общую ситуацию, т.е. являются достаточно репрезентативными. Затем полученные в результате наблюдений данные сортируются по времени суток, дню недели, возрасту водителя, полу водителя, наличию или отсутствию пассажира.

Всего при проведении наблюдений за вторичными действиями водителями, связанных, прежде всего, с использованием во время вождения смартфонов, были получены данные, относящиеся к 145000 водителям. Как отмечается в [1], объем полученных данных может показаться небольшим, но показана методология исследований. Поведение каждого водителя наблюдалось на очень коротком (не более 5 секунд) случайном отрезке времени.

Получены следующие основные результаты:

3% водителей автомобилей используют смартфоны в произвольный момент времени;

2% набирают текст на смартфонах, имея хотя бы одну руку не на руле и взгляд вне дороги;

1% водителей говорят по телефону, причем около половины держат телефон у уха.

Молодые люди, особенно те, которые ведут автомобиль без пассажиров, набирают текст на смартфонах значительно чаще. Это особенно относится к вождению внутри застроенных территорий. Разговор по телефону, расположенному у уха, или разговор с помощью устройства, оставляющего свободными руки, являются относительно частыми. Мужчины и женщины подвержены этому сходным образом, причем мужчины говорят по телефону чаще, когда ведут автомобиль в одиночку в дневное время и на магистралях. Так как молодые женщины и особенно мужчины используют оба вида мобильной телефонной связи (посылка сообщений и разговоры) существенно чаще, они составляют группу, по отношению к которой требуется применение соответствующих мер, например, данной теме должно уделяться большое внимание в системах по вождению, а также целесообразно установление особого статуса начинающих водителей.

Результаты также показывают положительное влияние присутствия пассажиров. Это влияние могло бы быть усилено проведением бесед с пассажирами. Пассажиры, с одной стороны, могли бы либо прямо указывать водителям на недопустимость использования смартфонов во время вождения и, с другой стороны, могли бы брать связанные со смартфоном действия на себя. В [1] отмечается, что в виду опасности набора во время вождения текста на смартфоне, показанной в большом количестве исследований, необходимо уделять данной теме особое внимание. В будущем введение новых мер следовало бы сопровождать соответствующими оценками, получаемыми в результате непрерывных наблюдений за совершением водителями отвлекающих от вождения действий. 2019 год был первым годом проведения наблюдений за частотой использования водителями смартфонов и такие исследования предполагается проводить постоянно. Отмечается, что такие нарушения, как поездки с незакрепленным ремнем, регистрируются намного чаще,

чем использование смартфона. Но смартфон используется в течение короткого времени, а ремень безопасности закреплен или не закреплен во время всей поездки, так же как свет горит во время всей поездки или не горит. Поэтому имеет место существенная трудность в оценке количества поездок, в которых используется смартфон.

Чтобы увеличить объема получаемых в единицу времени статистических данных, для проведения наблюдений целесообразно выбирать время интенсивного движения. Наблюдения проводились в восьми регионах во вторник, среду и четверг в течение 3-часовых отрезков времени 7:00 – 10:00 и 10:30 – 13:30 с чередованием 55-минутных наблюдений и 5-минутных перерывов. Плохая видимость в темное время суток также является серьезным препятствием. При этом выглядит целесообразным ограничиться летними месяцами. Возникает проблема, как поступать, при сильном дожде или ярком солнечном свете. Результаты наблюдений при сильном дожде, при интенсивном солнечном свете, темноте, очень высокой или очень низкой температуре не могут быть признаны действительными.

Введенные категории нарушений, связанных с использованием смартфонов, и с сопутствующим вторичным действиям – еда/питье, курение, наблюдаются очень отчетливо. Большой проблемой является оценка возраста, причем эта проблема может лишь частично решаться дополнительной подготовкой, так как люди одного и того же возраста могут выглядеть весьма неодинаково. Была отмечена, например, ситуация, когда один из двух дублировавших друг друга наблюдателей заметно чаще относил водителей к возрастной категории, чем другой. Однако оказывается, что грубая оценка того, к какой из трех выделенных возрастных категорий относится водитель, в целом осуществима.

Проводились также наблюдения в конце недели. Было выяснено наличие в конце недели изменений в частоте использования смартфонов. Если целью исследования картины совершения водителями вторичных действий в течение недели, то нужно проводить и наблюдения и в конце недели. Такие наблюдения требуют значительных расходов (более длительное время наблюдений, более высокая стоимость). Наблюдения в выходные дни проводились в двух регионах в течение 3-часовых отрезков времени 9:30 – 12:30 и 13:00 – 16:00 также с чередованием 55-минутных наблюдений и 5-минутных перерывов. В конечном счете, это не выглядит необходимым для достижения основной цели наблюдений – получения с приемлемой точностью оценки частоты использования смартфонов. В предстоящие годы предусматривается исследование изменения частоты использования смартфонов по годам.

С целью более подробного изучения влияния таких факторов, как день недели или регион, следовало бы предусмотреть проведение дополнительных исследований, в которых сравнивались бы различные дни недели, времена суток, тип дороги внутри региона.

Как отмечается в [1], методика проведения наблюдений за использованием смартфонов во время вождения была предложена в [19] и затем дорабатывалась [20].

В соответствии с этой методикой проводится так называемое двойное наблюдение. Создаются две команды, состоящие из трех человек. Каждая команда организует стационарный пункт наблюдения. Продолжительность наблю-

дения – три часа. Наблюдательные пункты располагаются недалеко друг от друга так, что команды могут видеть одни и те же проезжающие автомобили. Впоследствии полученные двумя командами результаты сравниваются, что позволяет оценить надежность результатов. Команда состоит из наблюдателя и двух помощников. В процессе наблюдений члены команды могут меняться ролями. Наблюдатель сосредоточен на наблюдении за водителями проезжающих автомобилей. Информацию о каждом проезжающем автомобиле наблюдатель передает помощникам, которые независимо друг от друга регистрируют данные, используя персональный компьютер. Если помощник заметил проезжающий автомобиль, а наблюдатель не сообщает ему данные, то помощник может задать наблюдателю вопрос.

3. Подход к вычислению количественных характеристик оценки влияния различных факторов на частоту использования смартфонов во время вождения

В [1], [19], [20] не приводится описание подходов, относящихся к математической статистике, позволяющих получить количественную оценку влияния на частоту нарушений, связанных с использованием смартфона, таких факторов, как возраст водителя, пол водителя, тип дороги, время суток, регион.

Опишем подход, позволяющий вычислять такую количественную оценку, в виде статистического показателя, называемого коэффициентом детерминации [21].

Будем рассматривать в качестве результативного признака частоту использования смартфона (или частоту определенного вида использования смартфона). В качестве факторных признаков рассматриваем качественные признаки, выражающие условия, которым удовлетворяет характеристика водителя, типа дороги, времени поездки. Например, таким признаком является возрастная категория, к которой относится водитель. Так как выделяются три возрастные категории, признак, в терминологии математической статистики, имеет три уровня (рис. 1).

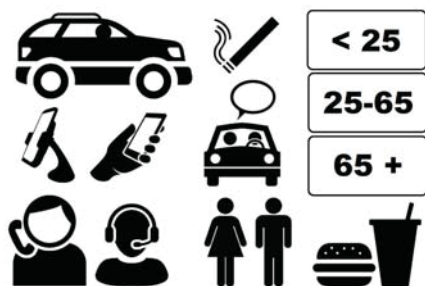


Рис. 1. Уровни наблюдаемых результативных и факторных признаков [1]

Предположим, что проведено n наблюдений (имеется выборка объема n). Число уровней результативного признака равно m уровням. Пусть на j -м уровне проведено n_j наблюдений, $j = 1, \dots, m$. В результате наблюдений на j -м уровне получены следующие значения результативного признака $x_{j1}, \dots, x_{jn_j}, j = 1, \dots, m$.

Групповая средняя определяется как:

$$\bar{x}_j = (1/n_j) \sum_{i=1}^{n_j} x_{ji}, j = 1, \dots, m,$$

а общая средняя как:

$$\bar{x} = (1/n) \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} x_{ji}, j = 1, \dots, m.$$

Общая дисперсия:

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x})^2.$$

Факторная дисперсия:

$$\sigma_f^2 = \sum_{j=1}^m n_j (\bar{x}_j - \bar{x})^2.$$

Коэффициент детерминации η^2 определяется как отношение факторной дисперсии к общей. Если факторный признак полностью определяет величину результативного признака, то это означает, что величина результативного признака постоянна на фиксированном уровне. В этом случае значение результативного признака на одном и том же уровне всегда равно групповой средней для этого уровня и, следовательно, факторная дисперсия равна общей дисперсии, при этом коэффициент детерминации равен 1. Если факторный признак не оказывает никакого влияния на величину результативного признака, то теоретическое среднее значение результативного признака одинаково для всех уровней и отличие групповых средних от общей средней обусловлено только случайными отклонениями, а следовательно, только этими отклонениями может быть объяснено отличие коэффициента детерминации от нуля. В общем случае коэффициент детерминации принимает значения на отрезке [0,1]. Коэффициент детерминации можно понимать следующим образом: значение факторного признака на $\eta^2 \cdot 100$ процентов определяет значение результативного признака.

Квадратный корень из коэффициента детерминации называется эмпирическим корреляционным отношением, которое, таким образом, вычисляется по формуле:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_f^2}{\sigma^2}}$$

4. Примеры вычисления количественных характеристик оценки влияния различных факторов на частоту использования смартфонов во время вождения

На основе приводимых в [1] данных о частоте использования смартфона (доля проезжающих автомобилей, для которых замечено использование смартфона водителем), полученных в результате наблюдений в Аахене и Брауншвейга, вычислены приводимые ниже значения групповых средних и коэффициента детерминации. Значение частоты использования смартфонов усредняется по результатам наблюдений двух наблюдателей.

Влияние типа дороги на частоту использования смартфона: дороги внутри застроенных территорий - групповая средняя $\bar{x}_1 = 0.0304$; сельские дороги - групповая средняя $\bar{x}_2 = 0.0182$; магистрали - групповая средняя $\bar{x}_3 = 0.0328$; коэффициент детерминации: $\eta^2 = 0.254$.

Влияние фактора региона на частоту использования смартфона: Аахен - групповая средняя $\bar{x}_1 = 0.0186$; Брауншвейг - групповая средняя $\bar{x}_2 = 0.0343$; коэффициент детерминации: $\eta^2 = 0.287$.

Влияние фактора времени суток на частоту использования смартфона: от 8 ч. 00 м. до 10 ч. 00 м. - групповая средняя $\bar{x}_1 = 0.0360$; от 10 ч. 00 м. до 14 ч. 00 м. - групповая средняя $\bar{x}_2 = 0.0163$; коэффициент детерминации: $\eta^2 = 0.663$.

Влияние фактора дня недели на частоту использования смартфона: вторник - групповая средняя $\bar{x}_1 = 0.0177$; среда - групповая средняя $\bar{x}_2 = 0.0222$; четверг - групповая средняя $\bar{x}_1 = 0.0377$; коэффициент детерминации: $\eta^2 = 0.583$.

Вычисления проводились на основе выборки, не являющейся репрезентативной. Большее значение групповой средней частоты использования смартфона для Брауншвейга может быть объяснено наличием в Брауншвейге наблюдателя, замечавшего значительно большее число нарушений, чем второй наблюдатель в Брауншвейге, при этом каждый из двух наблюдателей в Аахене замечали примерно столько нарушений, сколько наблюдатель, который замечал в Брауншвейге меньшее число нарушений, чем другой наблюдатель.

Заключение

В настоящей работе изложен подход, который позволяет использовать методы математической статистики при анализе результатов исследований таких, как описанные в [1] наблюдения, проводившиеся в Германии с целью оценки частоты совершения водителями нарушений, связанных с использованием смартфонов во время вождения. Статистическим показателем, вычисляемым в соответствии с предлагаемым нами подходом, является коэффициент детерминации, оценивающий тесноту связи факторного признака (например, возрастная категория, к которой относится водитель) и результативный признак (частота нарушения). Если значение коэффициента детерминации равно η^2 , то говорят, что значение факторного признака на $\eta^2 \cdot 100$ процентов определяет значение результативного признака.

Литература

1. Häufigkeit von Ablenkung bei Autofahren Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen // Mensch und Sicherheit, 2020, Heft M 297.
2. Яшина М.В., Таташев А.Г., Доткулова А.С. Функция состояния транспортного потока с учетом влияния человеческого фактора // Информационные технологии и инновации на транспорте. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции. Орел, 22-23 мая 2019 года. Изд-во: Орловский гос. ун-т им. И.С. Тургенева, 2019. С. 52-57.
3. Яшина М.В., Таташев А.Г., Доткулова А.С., Сусоев Н.П. Детерминированно-стохастическая модель трафика с вариацией психофизиологических свойств водителей // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов, 2019, № 6. С. 74-79.
4. Yashina M.V., Tatashev A.G., Dotkulova A.S., Susoev N.P. Accounting psycho-physiological types of drivers in the deterministic-stochastic traffic model // 2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), pp. 1-4. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2019.8814008.
5. Pospelov P.I., Belova M.A., Kostsov A.V., A. G. Tatashev A.G., Yashina M.V. Technique of traffic flow evolution localization for calibration of deterministic-stochastic segregation model // 2019 Systems of

Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2019, pp. 1-5. DOI: 10.1109/SOSG.2019.8706766

6. Pospelov P., Kostsov A., Tatashev A., Yashina M. A mathematical model of traffic segregation on multilane road // Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 442-446. DOI:10.21533/pen.v7i1.384

7. Yashina M.V., Tatashev A.G., Pospelov P.I., Susoev N.P. Optimization of regulation parameters for traffic scenario with dedicated public transport lane, 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 2020, pp. 1-6. DOI: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261534.

8. Yashina M.V., Tatashev A.G., Pospelov P.I., Duc Long., Susoev N.P. Evaluation methodology of distribution of vehicle lane-change probabilities on multilane road before crossroad // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2021, pp. 1-5.

9. Pospelov P.I., Le Duc Long, Tatashev A.G., Yashina M.V. Methodology of assessing the regulated crossing throughput with a dedicated lane for ground public transport based on a probabilistic model // 2021 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1159 012084.

10. Пospelov П.И., Ле Д.Л. Организация движения на нерегулируемом пересечении с выделенной полосой для наземного общественного транспорта // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2021, №2(65). С. 88-95.

11. Dotkulova A.S., Yashina M.V., Trofimenko Y.V., Tatashev A.G. Attention driver evaluation in collective traffic behavior via gaming technology // 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 2020, pp. 1-6. DOI: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261531.

12. Трофименко Ю.В. Оценка вреда, наносимого окружающей среде автотранспортным комплексом региона // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного института (государственного технического университета), 2009.Т. 17, №2. С. 97-103.

13. Трофименко Ю.В., Григорьева Т.Ю., Шашина Е.В. Транспортная система и надежность водителя // Автотранспортное предприятие, 2010, № 10. С. 16-19.

14. Трофименко Ю.В. Пути повышения экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2010, т. 12, № 1 - 9, с. 2345-2349.

15. Трофименко Ю.В., Григорьева Т.Ю., Шашина Е.В. Меры по снижению усталости и стресса водителей при выполнении междугородных и международных перевозок // Автотранспортное предприятие, 2012, № 5.С. 9-11.

16. Трофименко Ю.В., Якубович А.Н. Методика прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций природного характера на сети автомобильных дорог // Безопасность в техносфере, 2015, № 2 (март – апрель). С. 73-82.

17. Трофименко Ю.В., Якубович А.Н. Риски природных катастроф на перспективной сети скоростных автомобильных дорог России. Наука и техника дорожной отрасли, 2017. Т. 79. №1. С. 38-43.

18. Trofimenko Yu., Komkov V., Trofimenko K. Forecast of energy consumption and greenhouse gase emissions // Transportation Research Procedia, 2020, vol. 50, pp. 698-707. DOI: 101016/j.trpro.2020.10.082

19. Kathmann T., Scotti C., Huemer A.K., Mennecke M., Vollrath M. Konzept für eine Regelmäßige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Pkw-Fahrern, Schlussbericht zum FE 82.0670/2016 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, DTV-Verkehrconsult GmbH und Technische Universität Braunschweig, Aachen/Braunschweig, 2017.

20. Kathmann T., Johannes M., von Hermes T., Huemer A., Vollrath M. Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer 2019, Kompendium, DTV-Verkehrconsult GmbH und Technische Universität Braunschweig, Aachen/Braunschweig, 2019.

21. Елисеєва І.І., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. 5-е изд. М.: Финансы и статистика, 2006. 656 с.

INVESTIGATION OF RISK FACTORS FOR VIOLATIONS RELATED TO THE USE OF SMARTPHONES WHILE DRIVING

Pavel I. Pospelov, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia, pospelov@madi.ru

Alexander G. Tatashev, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia, a-tatashev@yandex.ru

Yuri V. Trofimenko, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia, ecology@madi.ru

Marina V. Yashina, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia, yash-marina@yandex.ru

Abstract

One of the most common traffic violations committed by drivers is using a smartphone while driving. In Germany, a methodology for conducting observations on roads was developed, as a result of which data was obtained on the frequency of actions by drivers not permitted by traffic rules, taking into account the influence of factors such as the age and gender of the driver, the type of road - a highway, an intracity or rural road, time of day, day weeks, season of the year. The 2019 survey and analysis of secondary distraction-related behaviors are summarized in a final report, one of two volumes of which addresses the issue of smartphone use by drivers and factors affecting the incidence of this type of violation. In this paper, we propose an approach using the methods of mathematical statistics to assess the correlation between the factors under consideration and the frequency of using smartphones.

Keywords: road safety, risk factors, correlation, factor statistical analysis.

References

1. Haufikeit von Anblenkung bei Autofahren Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen. Mensch und Sicherheit, 2020, Heft M 297.
2. M.V. Yashina, A.G. Tatashev, A.S. Dotkulova (2019). Function of the state of the traffic flow taking into account the influence of the human factor. *Information technologies and innovations in transport. Materials of the 5th International Scientific and Practical Conference*. Oryol, May 22-23, 2019. Publishing house: Oryol State un-t them. I.S. Turgenev, 2019. P. 52-57.
3. M.V. Yashina, A.G. Tatashev, A.S. Dotkulova, N.P. Susoev (2019). Deterministic-stochastic traffic model with a variation of the psychophysiological properties of drivers. *Systems of synchronization, signal generation and processing*, 2019, No. 6. P. 74-79.
4. M.V. Yashina, A.G. Tatashev, A.S. Dotkulova, N.P. Susoev (2019). Accounting psycho-physiological types of drivers in the deterministic-stochastic traffic model. *2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO)*, pp. 1-4. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2019.8814008.
5. P.I. Pospelov, M.A. Belova, A.V. Kostsov, A.G. Tatashev, M.V. Yashina (2019). Technique of traffic flow evolution localization for calibration of deterministic-stochastic segregation model. *2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications*, pp. 1-5. DOI: 10.1109/SOSG.2019.8706766
6. P. Pospelov, A. Kostsov, A. Tatashev, M. Yashina A (2019). mathematical model of traffic segregation on multilane road. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, vol. 7, no. 1, pp. 442-446. DOI:10.21533/pen.v7i1.384
7. M.V. Yashina, A.G. Tatashev, P.I. Pospelov, N.P. Susoev (2020). Optimization of regulation parameters for traffic scenario with dedicated public transport lane. *2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH)*, pp. 1-6. DOI: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261534.
8. M.V. Yashina, A.G. Tatashev, P.I. Pospelov, Duc Long, N.P. Susoev (2021). Evaluation methodology of distribution of vehicle lane-change probabilities on multilane road before crossroad. *2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications*, pp. 1-5.
9. P.I. Pospelov, Le Duc Long, A.G. Tatashev, M.V. Yashina (2021). Methodology of assessing the regulated crossing throughput with a dedicated lane for ground public transport based on a probabilistic model. *2021 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1159 012084.
10. P.I. Pospelov, Le Duc Long (2021). Organization of traffic at an unregulated intersection with a dedicated lane for ground public transport. *Bulletin of the Moscow Automobile and Highway State Technical University (MADI)*, 2021, No. 2 (65). P. 88-95.
11. A.S. Dotkulova, M.V. Yashina, Y.V. Trofimenko, A.G. Tatashev (2020). Attention driver evaluation in collective traffic behavior via gaming technology. *2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH)*, pp. 1-6. DOI: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261531.
12. Yu.V. Trofimenko (2009). Assessment of the harm caused to the environment by the regional motor transport complex. *Bulletin of the Moscow Automobile and Road Technical Institute (State Technical University)*, vol. 17, no. 2. P. 97-103.
13. Yu.V. Trofimenko, T.Yu. Grigorieva, E.V. Shashina (2010). Transport system and driver reliability. *Motor transport enterprise*. No. 10. P. 16-19.
14. Yu.V. Trofimenko (2010). Ways to improve the environmental and road safety of the motor transport complex in Russia. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, vol. 12, no. 1-9. P. 2345-2349.
15. Yu.V. Trofimenko, T.Yu. Grigorieva, E.V. Shashina (2012). Measures to reduce driver fatigue and stress when performing inter-city and international transport. *Avtotransportnoe predpriyatie*. No. 5. P. 9-11.
16. Yu.V. Trofimenko, A.N. Yakubovich (2015). Methodology for predicting the risks of natural emergencies on the road network. *Safety in Technosphere*. No. 2 (March - April). P. 73-82.
17. Yu.V. Trofimenko, A.N. Yakubovich (2017). Risks of natural disasters on a promising network of high-speed highways in Russia. *Science and technology of the road industry*. Vol. 79. No. 1. P. 38-43.
18. Yu. Trofimenko, V. Komkov, K. Trofimenko (2020). Forecast of energy consumption and greenhouse gas emissions. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 698-707. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.082
19. T. Kathmann, C. Scotti, A.K. Huemer, M. Mennecke, M. Vollrath (2017). Konzept für eine Regelmässige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Pkw-Fahrern, Schlussbericht zum FE 82.0670/2016 im Auftrag der Bundesanstalt für Strassenwesen, DTV-Verkehrconsult GmbH und Technische Universität Braunschweig, Aachen/Braunschweig.
20. T. Kathmann, M. Johannes, T. von Hermes, A. Huemer, M. Vollrath (2019). Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer, Kompendium, DTV-Verkehrconsult GmbH und Technische Universität Braunschweig, Aachen/Braunschweig.
21. I.I. Eliseeva, M.M. Yuzbashev (2006). General theory of statistics. 5th ed. Moscow: Finance and Statistics. 656 p.

Information about authors:

Pavel I. Pospelov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

Alexander G. Tatashev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

Yuri V. Trofimenko, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

Marina V. Yashina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia