

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДАТЧИКОВЫХ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

Попов Г.А.¹, Муратов Р.М.² Email: Popov1137@scientifictext.ru

¹Попов Георгий Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,
кафедра информационной безопасности;

²Муратов Роман Маратович – магистр, ассистент,
кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления,
Астраханский государственный технический университет,
г. Астрахань

Аннотация: за последние два десятилетия в России произошел резкий рост количества транспортных средств. Однако, пропускная способность транспортной инфраструктуры страны и, прежде всего, в крупных городах за тот же период не получила адекватного роста. Как следствие, передвижение по дорожным магистралям страны становится все более сложным и опасным занятием. Также одной из причин повышения количества аварий на дорогах является недостаточная обученность будущих водителей, они не знают, как вести себя в экстремальных ситуациях. В данной статье рассматриваются основные причины аварий на дорогах и предложен один из способов их предотвращения.

Ключевые слова: анализ экстремальных ситуаций на дорогах, алгоритм тренажёра, автоматизация управления транспортным средством.

FORMING THE AUTOMATIC CONTROL SENSING SYSTEM FOR VEHICLES

Popov G.A.¹, Muratov R.M.²

¹Popov Georgy Aleksandrovich - Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head,

DEPARTMENT OF INFORMATION SECURITY;

²Muratov Roman Maratovich - Master, Assistant,

DEPARTMENT OF AUTOMATED INFORMATION PROCESSING AND CONTROL SYSTEMS,

ASTRAKHAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY,

ASTRAKHAN

Abstract: the number of vehicles on the roads has dramatically increased in Russia for the last two decades. However traffic handling capacity in cities remains insufficient hereof. As a result driving along arterial roads becomes more difficult and unsafe. Also one of the reasons for the crash situations on the roads is the lack of training of future drivers, they do not know how to behave in extreme situations. This article examines the main causes of accidents on the roads and suggests one of the ways to prevent them.

Keywords: the analysis of extreme situations on the roads, the simulator algorithm, the automation of vehicle control.

УДК 004.021

Введение.

За последние два десятилетия в России произошел резкий рост количества транспортных средств (рис. 1). Практически все средние и крупные города России все в большей степени задыхаются от транспортных пробок, особенно в часы пик. От рядового водителя требуется наличие все более высокого уровня квалификации и, что особенно важно, умения максимально адекватно и быстро реагировать на неожиданные экстремальные ситуации, которые могут возникнуть в процессе нахождения на транспортных линиях. Проблема усугубляется наличием еще ряда факторов, связанных с возникновением аварийных ситуаций; в частности, недисциплинированностью части водителей, многие из которых позволяют себе выезжать на транспортные магистрали в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, плохое состояние дорог, не всегда должная квалификация водителей, более сложные по сравнению с другими странами погодные условия.

Таким образом, современное состояние транспортного трафика на дорогах России требует от водителя готовности к адекватным действиям при возникновении любых нестандартных ситуаций на дорогах, что традиционно связано с большим практическим опытом вождения. Отметим, что даже при наличии большого опыта относительно большие перерывы в вождении требуют определенного периода адаптации водителя – особенно для водителей больших или ответственных транспортных средств: грузовых машин, автобусов, карет скорой медицинской помощи, полиции, МЧС. Кроме того, накопление подобного опыта требует времени, что делает дорожное движение еще более опасным для начинающих водителей. Возможными выходами из подобной ситуации могли бы стать, во-первых, внедрение средств автоматизации управления автотранспортным средством, и, во-вторых, проведение тренингов по нестандарт-

ным ситуациям на дорогах с использованием различных автотренажеров. Для решения обеих указанных задач необходимо, прежде всего, сформировать подсистему подготовки входных данных на основе съема данных с датчиков, датчиковых устройств и данных, полученных с использованием «бортового компьютера» автотранспортного средства. При этом эффективность управления зависит от того, насколько полны и точны эти данные. Здесь под датчиковыми устройствами понимается совокупность простейших датчиков, функционирующих под управлением микропроцессора.

В настоящее время большинство ведущих производителей автотранспортных средств активно внедряют микропроцессорные и компьютерные технологии в процесс управления различными компонентами автомобиля. Однако, работ по системному анализу и формированию относительно полной совокупности входных данных, требуемых для эффективного управления автомобилем, найти не удалось. Применительно к повышению уровня подготовленности водителей, укажем, что в различных сферах активно внедряются компьютерные тренажеры, основанные на виртуальной симуляции требуемых ситуаций. Применительно к транспортному движению основной задачей, решаемой с помощью подобных компьютерных тренажеров, должна быть задача выработки требуемых практических навыков и умения у водителя в различных нестандартных и экстремальных ситуациях, которые могут возникнуть на дороге. Работа посвящена формированию системы входных данных, требуемых для эффективного управления автомобилем, на основе методов системного анализа. Полученная система входных характеристик использована в составе компьютерного тренажера, общий алгоритм функционирования которого также приведен в работе. Основная особенность предлагаемого тренажера – нацеленность на выработку навыков вождения в нестандартных и экстремальных ситуациях. Работ по указанной тематике в открытой литературе найти не удалось. Представляет интерес работа [1], где перечисляются полторы сотни проблемных дорожных ситуаций. Наиболее близкими являются работы [2 - 4], в которых рассматриваются задачи поведения водителя в различных критических ситуациях, построения виртуальных тренажеров для обучения вождению, но не действиям в экстремальных ситуациях.

Системная классификация факторов, определяющих ситуационное поведение автомобиля на дороге.

Одним из наиболее важных этапов разработки как автоматизированной системы управления автомобилем, так и тренажера является формирование системы анализа (в непрерывном режиме) дорожных ситуаций с целью выявления нестандартных, экстремальных и аварийных ситуаций. На основе результатов анализа автоматизированная система должна выработать соответствующие адаптивные управляющие воздействия. Эти ситуации должны быть также включены в состав тренажера. Здесь под нестандартной понимается дорожная ситуация, которая встречается в практике типового водителя достаточно редко, не позволяя выработать устойчивые навыки и умения действий в подобных ситуациях; примером может быть появление на дорожной полосе животных. Под экстремальной понимается ситуация, при которой возможные действия водителя предсказуемы и логичны, но требуют точности и быстроты исполнения – в противном случае ситуация может перерасти в аварийную; примером может быть нарушение разделительной полосы автомобилем из встречного потока. Под аварийной понимается такая ситуация, при которой авария может произойти с большой вероятностью, и от водителя требуется быстрота реакции и высокая точность действий с целью избегания аварии либо минимизации возможных ее последствий.

Для формирования множества ситуаций проведем системную классификацию факторов, определяющих поведение автомобиля на дороге, для чего, прежде всего, необходимо выбрать параметры классификации - относительно небольшое число характеристик, значения которых в целом определяют конкретную ситуацию. Предлагается следующий набор параметров: 1) состояние транспортного средства; 2) состояние водителя; 3) состояние дорожной системы; 4) внешние условия; 5) законодательные и нормативные требования и ограничения. Каждая из этих характеристик детализируется и уточняется по составляющим следующим образом.

1. Состояние транспортного средства

1.1. *Состояние работоспособности (исправности) автотранспортного средства* (исправность автомобиля). Включает, в частности, следующие показатели: а) состояние тормозной системы; б) состояние системы управления автомобилем; в) исправность двигателя; г) состояние приборов панели управления; д) количество и качество горючего; е) показатели, контролируемые при техосмотре.

1.2. *Степень загрязнения окружающей среды* (степень экологичности). Включает следующие показатели: а) тип горючего (бензин, солярка, газ, биотопливо, электроэнергию) и его марка, потребляемая двигателем; б) показатели содержания вредных отходов в выхлопных газах; в) степень загрязнения внешней среды выхлопными газами.

1.3. *Наличие всех необходимых документов на автотранспортное средство* (юридический статус): а) документы, подтверждающие законность прав водителя на управление автотранспортным средством (документы владения, доверенность на управление автомобилем); б) документы на право управлять автотранспортным средством (права водителя, соответствующие классу автотранспортного средства); в)

документы о техническом состоянии автомобиля (результаты техосмотра); г) страховые документы; д) другие документы, требуемые для управления автомобилем (например, при наличии у водителя инвалидности).

2. Состояние водителя.

2.1. *Физическое состояние* водителя. Наличие физических травм, повреждений, заболеваний, которые противопоказаны для управления транспортным средством. Включает медицинские показатели, зафиксированные в Министерством здравоохранения [], наличие которых запрещает субъекту управлять транспортным средством.

2.2. *Психо-эмоциональное состояние* водителя. Включает такие показатели как: а) повышенная возбудимость, нервозность, психическая неуравновешенность; в частности при возникновении дорожных проблем (стояние в дорожной пробке; готовность и даже стремление выяснить отношение с «обидчиком» в неприятном дорожном эпизоде); б) общий высокий уровень эмоционального состояния (возбужденность); в) отсутствие психических и нервных заболеваний у водителя.

2.3. *Наличие признаков алкогольного, наркотического или психотропного опьянения.* Включает показатели: а) степени алкоголя в организме водителя; б) наличие наркотических веществ в организме; в) повышенное содержание лекарственных препаратов, способных оказать опьяняющее или другое нежелательное воздействие на головной мозг водителя; г) следы потребления токсичных веществ бытовой химии, способность вызвать галлюцинации и психические расстройства.

2.4. *Знание правил дорожного движения и правил безопасности.* Включает знание: а) правил дорожного движения; б) методов оказания первой медицинской помощи; в) правил и способов поведения при возникновении различных нежелательных и опасных инцидентов и событий на дороге.

3. Состояние дорожной системы.

3.1. *Встречный транспорт:* а) тип транспортного средства; б) скорость движения; в) полоса движения; г) стабильность движения и поведение, адекватно текущему состоянию на дороге.

3.2. *Попутный транспорт:* а) типы транспортных средств спереди и сзади; б) скорости движения транспортных средств спереди и сзади; в) полоса движения каждого из транспортных средств вокруг автомобиля; г) стабильность движения и поведение, адекватно текущему состоянию на дороге.

3.3. *Поперечный транспорт:* а) типы транспортных средств на поперечной дороге; б) скорости движения транспортных по поперечной дороге; в) выполнение поперечным транспортом требований правил дорожного движения по въезду на поперечные дороги и выезду с них.

3.4. *Транспортные средства специального назначения:* а) специальный автотранспорт скорой медицинской помощи, пожарной службы, полиции; б) служебные транспортные средства руководства государства и региона; в) автомобили и колонны автомобилей, сопровождаемые дорожной полицией (военные колонны, перевозка детей); г) перевозка тяжелых и негабаритных грузов.

3.5. *Посторонние предметы на дороге:* а) твердые предметы, достаточно легкие для того, чтобы быть отброшенными автотранспортом при столкновении с ними или при попадании под колеса движущегося автотранспорта (например, деревянные и пластмассовые предметы); б) твердые тяжелые предметы, при столкновении с которыми автомобиль не может отбросить их и происходит его повреждение (например, каменные, бетонные и металлические изделия); в) сыпучие материалы, при наезде на которые автомобиль может резко замедлить движение (песок, мелкая щебенка); г) жидкие вещества на дорожном полотне, при наезде на которые автомобиль может потерять управляемость.

3.6. *Переходы для пешеходов:* а) количество переходов; б) степень их наблюдаемости со стороны водителей и технической оснащенности; в) наличие инженерных и иных изменений поверхности дороги на переходах (более высокий уровень покрытия, «лежачий полицейский»), вынуждающих водителей снизить скорость движения.

3.7. *Дорожное полотно.* Включает следующие показатели: а) ширина дорожного полотна и количество полос по каждому направлению; б) тип покрытия (асфальт, грунтовое, галечное покрытие) в) качество дорожного покрытия (степень гладкости, наличие выбоин и неровностей); г) горизонтальная кривизна дороги; д) вертикальная кривизна; е) угол бокового наклона; ж) характеристики туннелей; з) характеристики мостовых сооружений и технических средств (например, паромных переправ), предназначенных для преодоления водных преград.

3.8. *Перекрестки и съезды:* а) оснащенность светофорами; б) установление статусов главных магистралей и вспомогательных дорог; в) характеристики двухуровневых перекрестков; г) наличие технических средств, препятствующих движению на съездах (например, шлагбаумы на въездах на платные дороги); д) оснащенность пересечений с железнодорожными путями.

3.9. *Дорожная планировка и разметка.* Включает: а) количество полос по каждой полосе движения; б) наличие или отсутствие тротуаров, пешеходных и велосипедных полос; в) наличие дорожной разметки (разделительных полос между полосами встречного и попутного движения, пешеходных переходов, стоянок); г) наличие мест остановок и стоянок автотранспорта вдоль дорог.

3.10. *Разделительные и защитные ограждения*: а) наличие элементов, разделяющих полосы встречного движения (разделительные линии, каменные и бетонные бордюры, растительные насаждения, пешеходные бульвары); б) защитные ограждения вдоль дорог, препятствующие проникновению на дорогу людей и животных; в) защитные ограждения дорог на опасных участках движения (например, горных).

3.11. *Средства наблюдения и контроля*: а) наличие средств освещения и/или средств сигнализации для движения в темное время суток и при плохих погодных условиях; б) средства контроля состояния дорожного покрытия; в) средства контроля скорости движения автотранспорта (датчиковые системы, средства видеонаблюдения); г) техническая оснащенность дороги средствами регулирования транспортного потока (светофоры, система «бегущая волна», системы на основе систем позиционирования GPRS, ГЛАНАС).

4. Внешние условия.

4.1. *Погодно-климатические условия*: а) температура; б) влажность; в) наличие осадков (дождь, снег); г) сильный ветер; д) природные катаклизмы (ураганы разных видов, град, сильная жара, проливные дожди, наводнения); е) время суток.

4.2. *Животные или насекомые на проезжей части*. Включает характеристики следующих вариантов показателя: а) крупные дикие животные (лоси, медведи); б) мелкие дикие животные (зайцы, лисицы и др.); в) домашние животные- одиночные и стада; г) большие скопления насекомых (например, саранчи).

4.3. *Дорожная полиция*. Включает характеристики состава патрульной группы и ее местонахождения: а) в стационарных пунктах; б) вдоль автотрасс; в) на патрульном автотранспорте; г) на вертолетах.

4.4. *Страховые кампании*: а) статус (государственная компания, частная); б) уровень престижа на рынке страховых услуг; в) условия страхования.

5. Законодательные и нормативные требования и ограничения.

5.1. *Законодательство в дорожно-транспортной сфере*: а) права и обязанности всех участников; б) ответственности всех сторон; в) требования и правила страхования.

5.2. *Нормативные требования*: а) правила дорожного движения; б) ограничения, установленные региональными органами дорожной полиции.

5.3. *Скоростные и иные ограничения на дорогах*.

5.4. *Ограничения, установленные местными органами власти*.

Таким образом, сформирована система из 5 показателей первого уровня, 26 показателей второго уровня и из не менее 93 показателей третьего уровня (некоторые требуют уточнения), охватывающая все основные аспекты формирования дорожной ситуации в каждый момент времени. Значения подавляющей части этих показателей могут быть в принципе получены с помощью различных датчиков и датчиковых устройств – получены либо в настоящее время, либо в ближайшем будущем. Таковыми являются следующие показатели: практически все показатели группы 1, групп 2.3, часть показателей групп 2.2 и 2.4, почти все показатели групп 3 и 4. Остальные показатели оцениваются на основе обследований, тестовых методов и выбираются из соответствующей справочной и нормативной документации. Конкретная технология реализации указанной системы сбора исходных и входных данных в составе автоматизированной систем требует дальнейших разработок.

Общая структура компьютерного тренажера.

В данном разделе рассматривается вторая из описанных выше задач - задача разработки компьютерного тренажера, предназначенного для обучения водителей действиям в нестандартных и чрезвычайных ситуациях. Общая блок-схема алгоритма приведена на рис. 2 и рис. 3. Приведем более подробные пояснения.

В систему включены три возможные услуги, упомянутые выше:

1) просмотр теории, относящейся к конкретной дорожной ситуации, либо по конкретной тематике, связанной с дорожным движением – блок 8 алгоритма;

2) тренинг либо по конкретной дорожной ситуации, представляющей интерес для пользователя, либо по ситуации, выбираемой тренажером на основе статистического материала, связанного с пользователем, либо на основе общестатистического материала – бл. 9;

3) проведение тестирования на знание законодательных норм и правил дорожного движения по конкретной дорожной ситуации – бл. 10.

Предварительно происходит регистрация пользователя. При этом, если он входит в систему в первый раз, то должен ввести свои аутентификационные данные (бл. 1 и 3), данные об одном или нескольких автосредствах – своих или тех, на которых он хотел бы отшлифовывать и совершенствовать свои навыки вождения (бл. 5). Все перечисленные данные заносятся в соответствующую базу данных (бл.6). Если же пользователь работает с системой не в первый раз, то есть его данные имеются в базе данных системы, то он проходит процедуру аутентификации (регистрации) – бл. 2, и, по желанию пользователя, ему выдается информация, связанная с его работой в системе в прошлом (бл. 4).

Вся последующая часть алгоритма посвящена основной услуге – тренингу. Именно, если пользователь выберет услугу «тренинг» (бл. 7), то, прежде всего, происходит формирование соответствующей не-

стандартной ситуации либо уточнение ее характеристик (бл. 12). При этом учитываются параметры того транспортного средства, которое зафиксировано за пользователем (либо одного из этих средств, если их много), либо пользователь выбирает сам транспортное средство из списка тех, которые имеются в базе данных системы (бл.11). Учитываются также результаты предыдущего опыта тренинга пользователя в данной или в схожих ситуациях (бл. 14) для того, чтобы в процессе проведения тренинга пользователь более целенаправленно устранял недостатки в своих навыках. Кроме того, пользователю может быть предоставлена нормативно-справочная информация, связанная с данной ситуацией с целью оценки пользователем своих действий и действий других участников дорожного происшествия. Процесс подготовки заканчивается формированием начальной ситуации (бл.15); при этом если полученная ситуация, по мнению пользователя, требует определенных изменений, то он может возвратиться к блоку 12 с целью изменения параметров ситуации

Непосредственно моделирование последовательных изменений дорожной ситуации осуществляется в блоке 17, где с учетом текущих параметров всех автотранспортных средств и других параметров через равные кванты времени происходит перерасчет этих параметров с учетом, в том числе, интерактивных действий пользователя и по результатам вычислений - визуализация новой ситуации. При этом каждая вновь сформированная ситуация классифицируется либо как нормальная, либо как нестандартная, экстремальная или аварийная (бл.18). При возникновении нестандартных ситуаций дальнейшее развитие ситуации определяется действиями (или бездействием) пользователя (бл. 19, 20). Дальнейшее развитие ситуации может привести к аварии; в этом случае процесс моделирования прекращается и проводится анализ действия пользователя в аварийной ситуации (22, 23) выявлением неоптимальных действий и ошибок, а также выработка рекомендаций пользователю по повышению эффективности поведения в подобных ситуациях.

Далее пользователь может выбрать либо повторное проведение тренинга (бл.29), в том числе и по той же ситуации, либо пройти тестирование по правилам дорожного движения и нормативным требованиям, имеющим непосредственное отношение к возникшей нестандартной ситуации (бл. 27, 28, 30). При выходе из системы пользователю представляется отчет о параметрах и результатах его работы в текущей сессии.

Итак, приведенный алгоритм включает порядка тридцати блоков, которые относительно независимы и, поэтому, могут реализовываться и совершенствоваться независимо друг от друга.

Заключение

В работе получены следующие результаты:

1. Проведена системная классификация всех основных факторов, которые могут оказать влияние и воздействие на текущую дорожную ситуацию. В работе приведено три уровня иерархической классификации факторов. Данная классификация особенно актуальна применительно к чрезвычайным и аварийным ситуациям. Знание всех основных факторов, которые формируют конкретную ситуацию на дороге, позволяет сформировать систему датчиковых устройств, которые обеспечивали сбор данных по всем перечисленным факторам, что является необходимой основой для построения автоматизированной системы контроля ситуации, в которой находится автосредство в каждый текущий момент времени, и даже обеспечить автоматизированное управление автомобилем.

2. Приведена общая блок-схема алгоритма программной системы, предназначенной для проведения тренингов по развитию навыков и умений, связанных с поведением водителя в различных нестандартных ситуациях на дороге.

Дальнейшие исследования связаны, прежде всего, с формированием начального варианта проекта размещения в автосредстве различных датчиковых устройств, обеспечивающих сбор всех перечисленных в работе данных. Также представляет интерес задача формирования автоматизированной системы выработки возможных управляющих воздействий в различных ситуациях, что может быть реализовано аналогично [5]. Применительно к компьютерному тренажеру необходимо выполнить разработку, программно реализующую приведенную на рис. 2 и 3 блок-схему.

Приложения

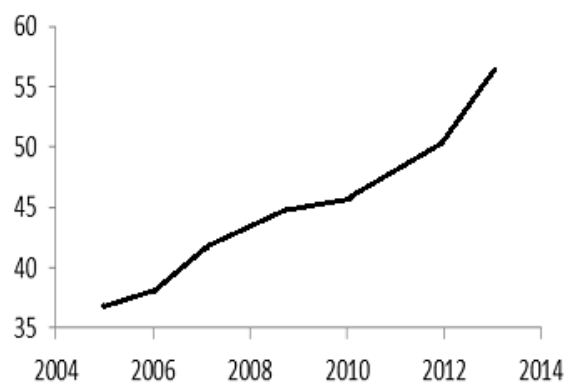
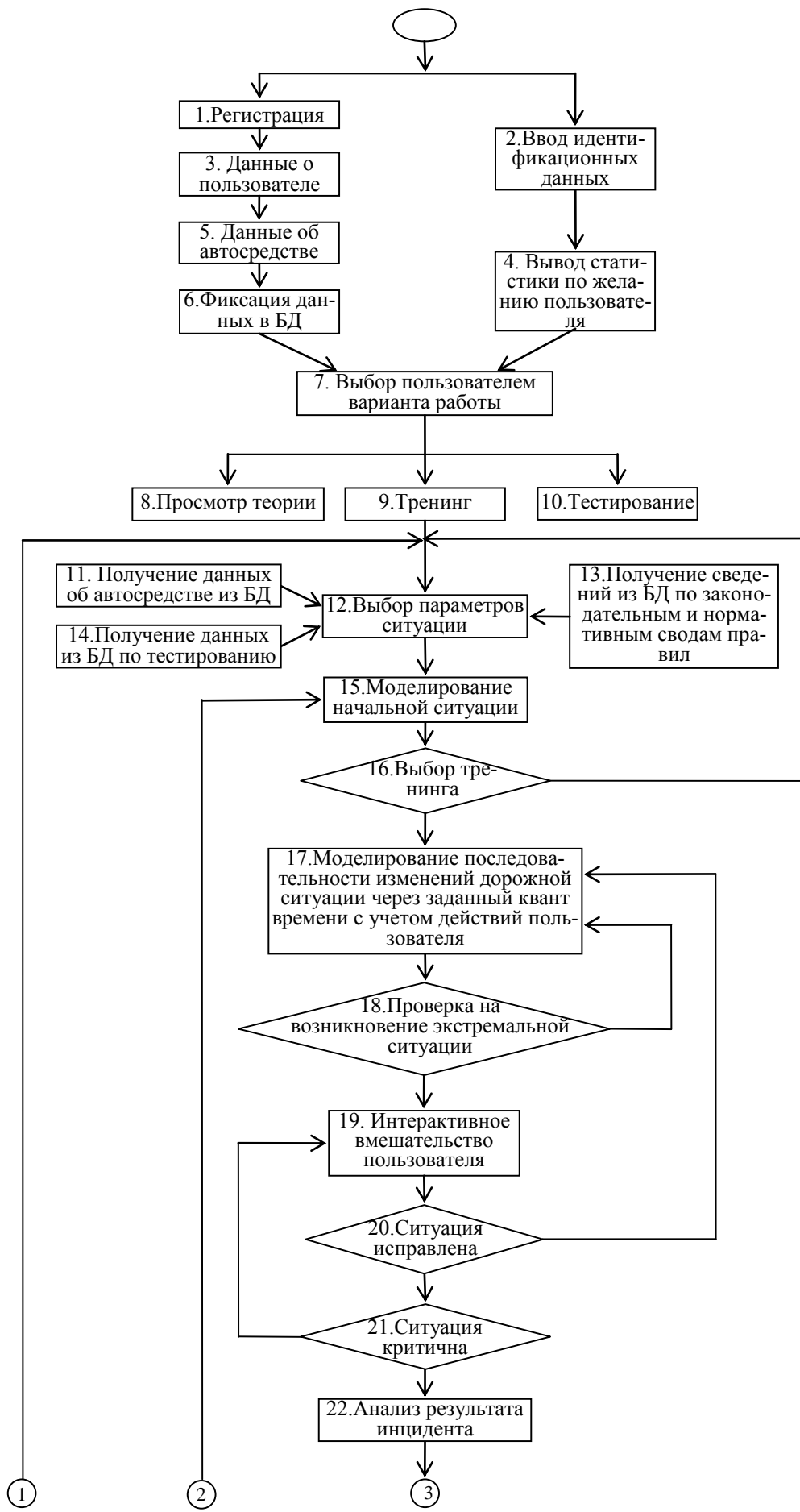


Рис. 1. Статистика по количеству транспортных средств в России



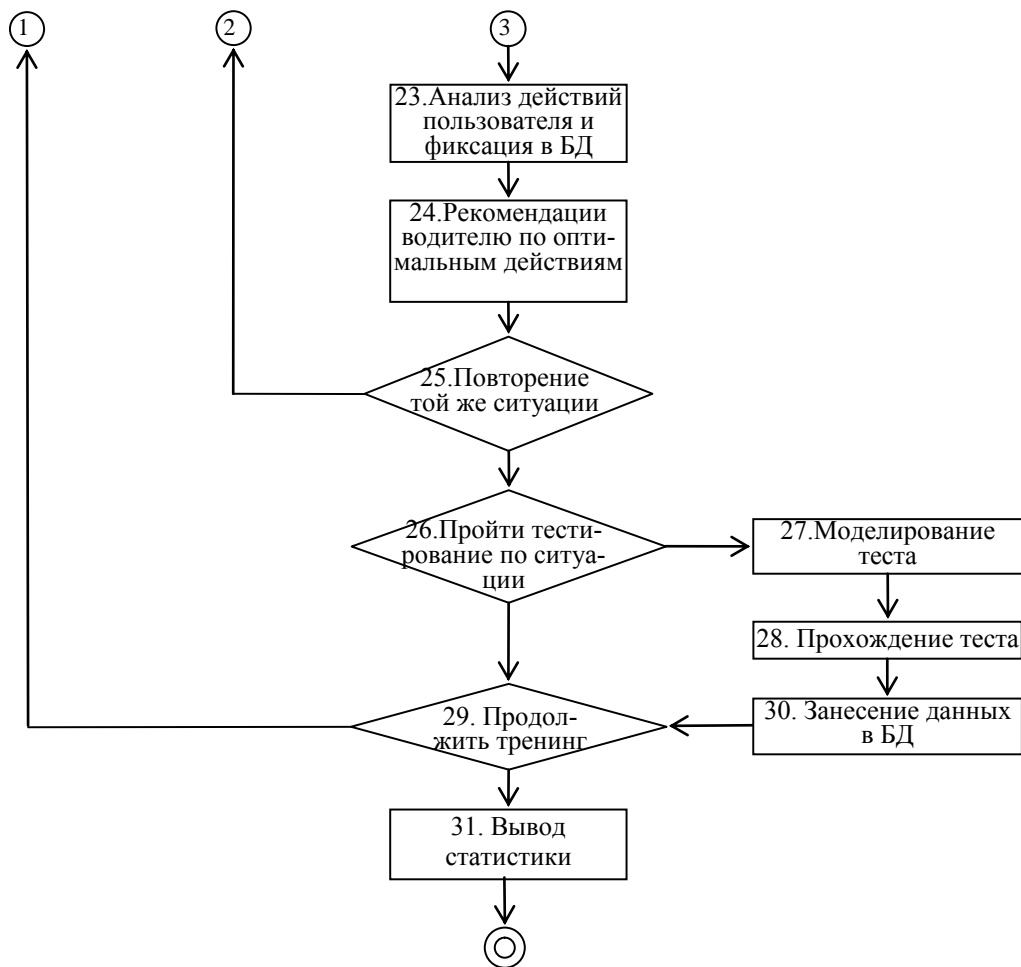


Рис. 2. Общая блок-схема алгоритма

Список литературы / References

1. Колесниченко Д. 150 ситуаций на дорогах, которые должен уметь решать каждый водитель. М. АСТ. Прайм-Еврознак, 2009. 309 с.
2. Цыганков Э.С. Скоростное руление в критических ситуациях (учебник) Серия: Высшая школа водительского мастерства. М. Транспорт, 2002 г. 47 с.
3. Клочанов Н.И. Безопасное управление автомобилем. М., Феникс, 2003. 377 с.
4. Цыганков Э.С. Экстренное маневрирование. М., Транспорт, 1993. 69 с.
5. Попов Г.А., Попова Е.А. Формирование состава методов, минимизирующих суммарные затраты на решение задач управления // [Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2012. № 2 \(август\), с. 156-160.](#)