

---

# ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

---

УДК 004.031

DOI: 10.46960/1816-210X\_2022\_1\_7

## О ПРИНЦИПАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО НАВИГАЦИОННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С СИСТЕМОЙ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ О ВОЗМОЖНЫХ ОПАСНОСТЯХ НА ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ

Е.Д. Галкина

ORCID: 0000-0002-7160-1060 e-mail: ekaterinagalka@gmail.com

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
*Нижний Новгород, Россия*

Представлены принципы функционирования мобильного навигационного приложения с системой предупреждения водителя о возможных опасностях на пути следования. Мобильное приложение рассматривается как одна из подсистем интеллектуальной информационной транспортной системы повышения безопасности дорожного движения. Рассматривается задача о наиболее эффективном способе информирования водителя и факторы, оказывающие влияние на формирование аннотаций, уточняется алгоритм автоаннотирования.

**Ключевые слова:** навигация, ДТП, Google Maps, геоинформационная система, интерактивная карта, мобильные приложения.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Галкина, Е.Д. О принципах функционирования мобильного навигационного приложения с системой предупреждения водителя о возможных опасностях на пути следования // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2022. № 1. С. 7-16. DOI: 10.46960/1816-210X\_2022\_1\_7

## PRINCIPLES OF FUNCTIONING OF MOBILE NAVIGATION APPLICATION WITH A SYSTEM FOR WARNING A DRIVER ABOUT POSSIBLE DANGERS ON THE ROUTE

E.D. Galkina

ORCID: 0000-0002-7160-1060 e-mail: ekaterinagalka@gmail.com

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R.E. Alekseev  
*Nizhny Novgorod, Russia*

**Abstract.** Principles of functioning of mobile navigation application with a system for warning a driver about possible dangers on the route are presented. The mobile application is considered as one of the subsystems of intellectual information transport system to improve road safety. Problem of the most effective method of informing a driver, as well as factors influencing the formation of annotations, are considered, the auto-annotation algorithm is specified.

**Key words:** navigation, traffic accidents, Google Maps, geographic information system, interactive map, mobile applications.

**FOR CITATION:** E.D. Galkina. Principles of functioning of mobile navigation application with a system for warning a driver about possible dangers on the route. Transactions of NNSTU n.a. R.E. Alekseev. 2022. № 1. Pp. 7-16. DOI: 10.46960/1816-210X\_2022\_1\_7

## Введение

Настоящая работа продолжает серию публикаций, посвященных созданию интеллектуальной информационной транспортной системы, направленной на повышение безопасности дорожного движения [1-7]. В качестве одной из ее подсистем рассматривается создание навигационного приложения с подсказками по безопасности дорожного движения. Дорожно-транспортные происшествия с участием личного транспорта регулярно становятся причиной трагедий, приводя к потере жизни и здоровья людей. Согласно открытой статистике ГИБДД, начиная с 2000 г., в Российской Федерации ежегодно регистрируется более 140 000 ДТП, в которых более 15 000 чел. погибают и более 170 000 чел. получают ранения различной степени тяжести [8]. При этом участниками ДТП наиболее часто становятся представители трудоспособной и экономически активной части общества, что приводит к существенному ущербу экономики и негативно влияет на демографический потенциал государства. Как показывает практика, лишь незначительная (0,57 %: 1 121 из 199 431, согласно официальной статистике ГИБДД РФ за 2010 г.) часть аварий происходит вследствие технической неисправности автотранспорта; это число настолько мало, что по состоянию на 2021 г. МВД РФ предложило отменить обязательный ежегодный техосмотр для некоммерческих легковых автомобилей и мотоциклов.

Более 80 % всех ДТП происходит по вине самих водителей; таким образом, «человеческий фактор» является ключевой причиной [9]. При этом большое число аварий на городских и загородных дорогах происходит, в том числе, из-за того, что водители недостаточно хорошо ориентируются на незнакомых участках пути и не осведомлены об особенностях движения на конкретном отрезке дороги. Своевременное уведомление водителя о потенциальной опасности предположительно способно снизить риск возникновения аварии.

## Материалы и методы

Разработка информационных систем повышения безопасности дорожного движения представляет собой актуальную задачу и рассматривается в ряде работ [10-13]. Принципы функционирования одной из них – «Интеллектуальной информационной транспортной системы» (ИИТС), которая на ранних версиях носила название «Интерактивной карты аварийности» – подробно описаны в [1-4]. Она представляет собой набор программных инструментов и веб-интерфейс, которые позволяют пользователю заблаговременно ознакомиться с потенциально опасными участками на заданном маршруте следования. Также система поддерживает формирование и демонстрацию аннотаций в реальном времени, предупреждающих об опасности при проезде определенного участка дороги или приближении к нему. Однако следует учитывать, что веб-интерфейс ИИТС предназначен, в первую очередь, для работы со стационарных устройств перед поездкой, так как имеет набор расширенных функций, избыточных для водителя, осуществляющего движение по маршруту (например, демонстрация видеороликов). Навигатор с подсказками по безопасности дорожного движения (БДД) представляет собой мобильное приложение и является естественным дополнением веб-интерфейса ИИТС, предназначенным для использования водителем в дороге непосредственно во время движения.

В настоящее время есть два основных типа мобильных навигационных приложений: оффлайн- и онлайн-навигаторы. Оффлайн-навигаторы (например, *Navitel*) являются самостоятельными приложениями и хранят предварительно подготовленные карты во внутренней памяти мобильного устройства. Их преимуществами являются работоспособность даже в условиях слабого или отсутствующего интернет-сигнала, а также экономия интернет-трафика. К недостаткам стоит отнести большое количество данных, занимающих память устройства и необходимость постоянного обновления карт, чтобы поддерживать их в актуальном состоянии.

Онлайн-навигаторы (Яндекс-Навигатор, Google-Навигатор) являются программами-интерфейсами, или «клиентами» в терминологии клиент-серверных систем. Такие приложения работают только при подключении мобильного устройства к сети. Все карты, базы данных и прочие информационные материалы, необходимые для их корректной работы, находятся на удаленных серверах разработчика, на смартфон устанавливается только интерфейс для работы с ними. Таким образом, карты постоянно подгружаются на смартфон, что требует стабильного интернет-канала. Эти приложения регулярно расходуют мобильный трафик пользователя, однако все вычислительные процессы при этом происходят за пределами мобильного устройства. Оно получает и выводит пользователю окончательный результат, что значительно экономит ресурсы и внутреннюю память. Также постоянное подключение к сети позволяет получать информацию о дорожной ситуации в режиме реального времени (например, о пробках, авариях, дорожных работах), что иногда принципиально для построения оптимального маршрута.

Для Навигатора с подсказками по БДД был выбран онлайн-формат ввиду того, что:

- интеллектуальная информационная транспортная система (ИИТС), в первую очередь, рассчитана на обеспечение безопасности дорожного движения в крупных городах, где повсеместно доступен мобильный интернет;
- ИИТС работает с базой данных о ДТП, произошедших за несколько лет, требующей значительный объем памяти для хранения;
- в оффлайн-режиме невозможно учитывать погодный фактор при построении маршрута;
- в случае оффлайн-навигации на устройство пользователя в дополнение к картам должен быть загружен алгоритм построения путей, что еще больше утяжелит приложение и поднимет требования к производительности устройства.

Таким образом, Навигатор является мобильным интерфейсом для вывода результатов работы программных модулей ИИТС. Вычисления для поиска очагов ДТП и оценки влияния различных факторов на безопасность движения, а также построение оптимального маршрута на основе этих вычислений будут выполняться на сервере, а на мобильное устройство будут передаваться только результаты в формате «json».

### Принцип работы навигатора

На рис. 1 представлен скриншот главного меню навигатора. В режиме «Навигация»



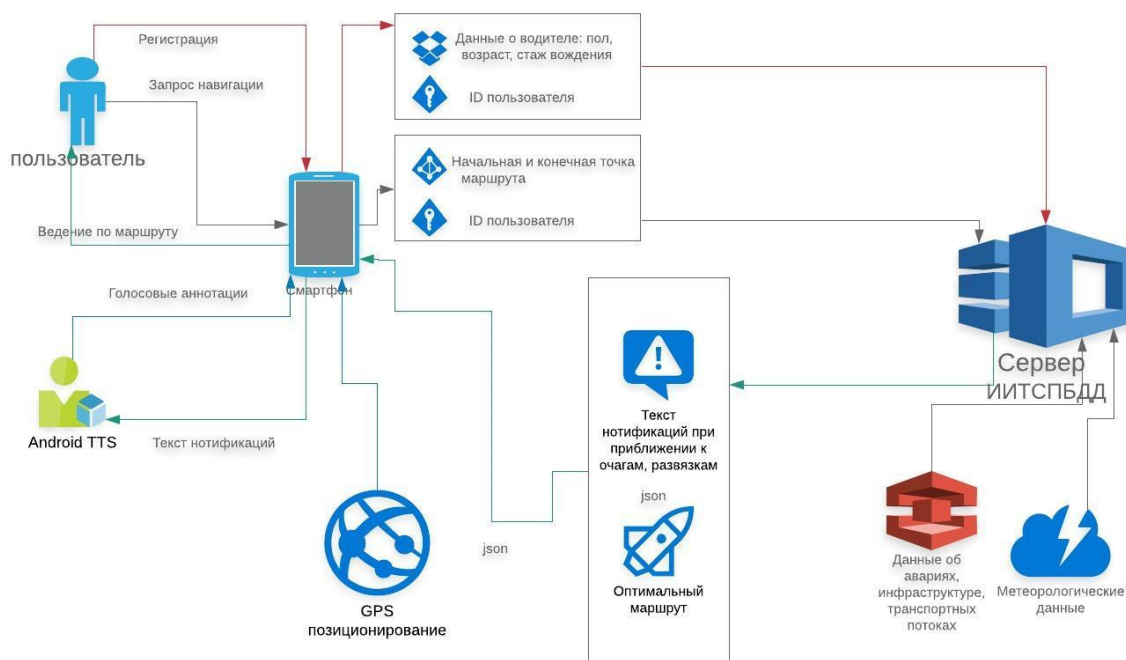
Рис. 1. Главное меню Навигатора

Fig. 1. Navigator Main Menu

приложение обеспечивает непосредственно ведение по маршруту, с использованием технологии GPS, голосовым уведомлением водителя о приближении к очагам аварийности, а также с краткой подсказкой, как минимизировать риск аварии. В режиме «Карта» приложение, по аналогии с ИИТС, позволит посмотреть расположение очагов аварийности с заданными параметрами. Ко всему прочему, ИИТС поддерживает функцию персонализации для информирования пользователей о дорожных опасностях, наиболее релевантных для них. Чтобы воспользоваться этой функцией, пользователю необходимо зарегистрироваться и сообщить данные о себе (пол, возраст, стаж вождения) – это можно сделать через веб-интерфейс ИИТС или через меню «Профиль» в Навигаторе.

Приложение отправит данные на сервер, где они будут использованы для поиска и последующего предоставления пользователю информации о наиболее опасных именно для него очагах аварийности на пути следования. В настройках приложения можно указать объем предоставляемой инфор-

мации (например, только пробки/только ДТП и т.д.), включить или отключить звуковое сопровождение, выбрать другие опции, которые сделают работу с Навигатором наиболее комфортной для конкретного пользователя. Общая схема работы Навигатора представлена на рис. 2.



**Рис. 2. Схема функционирования Навигатора с подсказками по безопасности дорожного движения**

**Fig. 2. Navigator functioning scheme with tips on road safety**

Предполагается, что:

- на мобильном устройстве установлено навигационное приложение;
- мобильное устройство имеет GPS-модуль;
- подключен интернет-канал достаточной пропускной способности;
- на сервере размещен интернет-модуль ИИТС.

Алгоритм работы Навигатора следующий.

1. При первичном запуске (регистрации) пользователь передает на сервер ИИТС данные о своем поле, возрасте, стаже вождения. Это позволит системе учитывать особенности водителя при создании аннотаций к очагам ДТП.

2. Водитель указывает начальную и конечную точки маршрута.

3. Навигационное приложение передает гео-координаты этих точек серверу ИИТС.

4. Подсистема построения путей ИИТС строит маршрут от начальной точки до конечной и накладывает на него очаги аварийности.

5. ИИТС формирует текстовые аннотации, предупреждающие о приближении к очагам ДТП, в соответствии с алгоритмом, описанным в следующем пункте, а также поворотам, дорожным развязкам, потенциально опасным участкам дороги.

6. ИИТС формирует json-файл с описанием маршрута и аннотациями. Файл отправляется сервером ИИТС навигационному приложению.

7. Навигационное приложение динамически отслеживает перемещение ТС по маршруту в соответствии с информацией json-файла.

8. Если ТС уходит с маршрута, то шаги 3-7 повторяются для перестроения маршрута, вместо начальной точки берутся гео-координаты текущей точки.

### Алгоритм формирования аннотаций

Общая логика формирования аннотаций описана в [5], в данной работе алгоритм аннотирования уточняется и конкретизируется для навигационного приложения. Для аннотирования очага аварийности по сути нужно дать прогноз показателей аварийности в данном месте концентрации ДТП (принципы выделения очагов подробно рассматривались в [6]). Построение модели для прогнозирования аварийности по данному фактору  $f_i$  заключается в нахождении зависимости (1):

$$K_i = F_i(t), \quad (1)$$

где  $K_i$  – коэффициент, характеризующий риск происшествия ДТП с данным фактором,  $t$  – время,  $F_i(t)$  – функция определяемая отдельно для каждого из факторов. Коэффициент  $K_i$  далее будем называть коэффициентом опасности по заданному фактору. Сложность нахождения функций  $F_i(t)$  заключается в том, что описание этих функций для различных факторов не единообразно. Рассматривается следующий список факторов, сопутствующих ДТП, и типов ДТП: «Дистанция», «Приоритет», «Скорость», «Боковой интервал», «Движение задним ходом», «Заснеженная дорога», «Гололедица», «Снежный накат», «Снегопад», «Дождь», «Туман», «Ослепление», «Наезд на пешехода» (англ. «Distance», «Priority», «Speed», «Side interval», «Backing», «Snow road», «Ice», «Packed snow», «Snowfall», «Rain», «Fog», «Blinding», «Accident on the pedestrian»). Коэффициенты опасности обозначим в соответствии с английскими названиями:  $K_d, K_p, K_s, K_{si}, K_b, K_{sr}, K_{ice}, K_{ps}, K_{sf}, K_r, K_f, K_{bl}, K_{ap}$ . Их можно условно разделить на три группы:

- 1) факторы, связанные с режимом движения, маневрами (коэффициенты  $K_d, K_p, K_s, K_{si}, K_b$ );
- 2) факторы, связанные с погодой (и, соответственно, состоянием дорожного покрытия) (коэффициенты  $K_{sr}, K_{ice}, K_{ps}, K_{sf}, K_r, K_{bl}$ );
- 3) аварии с участием пешеходов (коэффициенты  $K_{ap}$ ).

Для факторов, связанных с погодой модель нахождения  $K_i$  имеет следующие особенности:

- сезонность;
- действие только при определенных условиях.

Условия – критерии, при которых фактор действует, описаны в [7]. Вычисление  $K_{sr}, K_{ice}, K_{ps}$  (2):

$$K_i = \varepsilon_i \frac{n_{io} N}{N_o n_i} + k_i \sum_{j=1}^m \frac{1}{d_j} \quad (2)$$

Вычисление  $K_s, K_r, K_f, K_{bl}$  (3):

$$K_i = \varepsilon_i \frac{n_{io} N}{N_o n_i} + k_i \sum_{j=1}^m \frac{1}{d_j^2} \quad (3)$$

Первое слагаемое в формулах характеризует общие статистические закономерности и показывает, во сколько раз ДТП с данным фактором в очаге превышают средние значения по населенному пункту. Здесь  $N$  – общее число ДТП (по рассматриваемому населенному пункту),  $n_i$  – количество ДТП, при совершении которых присутствовал  $i$ -ый фактор,  $N_o$  – число ДТП в очаге,  $n_{io}$  – количество ДТП в очаге, при совершении которых присутствовал  $i$ -ый фактор – все величины берутся за последние три года;  $\varepsilon_i = 0$ , если погодный критерий не выполнен,  $\varepsilon_i = 1$ , если критерий выполнен. Второе слагаемое отвечает динамике ДТП в очаге за последнее время. Для всех аварий с данным фактором за последние три месяца:  $k_i$  – коэффициенты, определяемые экспериментально, для каждого фактора и характеризующие время действия фактора (например, образование снежного наката как правило имеет пролонгированный эффект – образовавшись он не исчезает мгновенно),  $d_j$  – количество дней про-

шедших со времени ДТП (нецелые данные округляются в большую сторону, т.е. если менее суток, то  $d_j = 1$ ). Гиперболическая зависимость в модели (2) обусловлена тем, что по мере увеличения временного интервала априорно предполагается, что действие фактора ослабевает (заканчивается). Действие факторов в формуле (3) более кратковременно, но может иметь остаточный эффект для дождя, снегопада или действовать несколько дней подряд – в случае ослепления, ввиду схожих углов падения световых лучей. Поэтому в формуле (3) второе слагаемое присутствует, но убывает по времени быстрее, чем в (2).

Вычисление  $K_d, K_s, K_{si}, K_b$  (4):

$$K_i = \frac{n_{io}N}{N_o n_i} + k_i \sum_{j=1}^m \frac{1}{d_j}; \quad (4)$$

вычисление  $K_p$  и  $K_{ap}$  (5):

$$K_i = \frac{n_{io}N}{N_o n_i} + k_i \sum_{j=1}^m \frac{1}{\sqrt{d_j}} \quad (5)$$

где  $N$ , как и выше – общее число ДТП (по рассматриваемому населенному пункту),  $n_i$  – количество ДТП, при совершении которых присутствовал  $i$ -ый фактор,  $N_o$  – число ДТП в очаге,  $n_{io}$  – количество ДТП в очаге, при совершении которых присутствовал  $i$ -ый фактор; все величины берутся за последние три года; для всех аварий с данным фактором за последние три месяца:  $k_i$  – коэффициенты, определяемые экспериментально для каждого фактора и характеризующие время действия фактора,  $d_j$  – количество дней прошедших со времени ДТП (нецелые данные округляются в большую сторону, т.е. если менее суток, то  $d_j = 1$ ). Основное отличие формул (4) и (5) от (2) и (3) – отсутствие множителя  $\varepsilon_i$ , т.е. факторы действуют постоянно. Меньшая степень  $d_j$  в знаменателе формулы (5) обусловлена тем, что в ряде случаев фактор «Приоритет» и аварии с участием пешеходов появляются при модификации дорожной инфраструктуры, в частности, при изменении приоритета проезда перекрестка, светофорных циклов и т.п. Значительная часть водителей едет «по памяти», а не по знакам, поэтому при модификациях дорожной инфраструктуры риск ДТП возрастает, привыкание водителей к изменениям может занять существенное время. Существенной особенностью формул (2)-(5) является то, что происшедшее за последние три месяца аварии одновременно увеличивает оба слагаемых. Данные формулы используются (работают), только если за последний год в очаге произошло минимальное количество ДТП –  $M_i$ , методика вычисления которых описана в [6]. Эти константы пересчитываются для конкретного населенного пункта (или другой территории) раз в год, так как они дискретны и слабо подвержены изменениям. В зависимости от значений  $K_i$ , фактор относим к одной из групп опасности в соответствии с заданными в ИИТС пороговыми константами (которые вычисляются экспериментально):

0)  $K_i \leq P_0$  – нулевой класс опасности, фактор признается неопасным (для данного очага);

1)  $P_0 < K_i \leq P_1$  – первый класс опасности, фактор имеет низкую степень опасности;

2)  $P_1 < K_i \leq P_2$  – второй класс опасности, фактор имеет среднюю степень опасности;

3)  $K_i > P_2$  – третий класс опасности, фактор имеет высокую степень опасности.

Формирование аннотированного сообщения происходит следующим образом:

1) если по очагу имеется комментарий эксперта, то он имеет высший приоритет (если комментарий был привязан к определенному фактору, то если происходит ДТП с данным фактором, то комментарий автоматически пролонгируется на период, указанный экспертом);

2) вычисляются коэффициенты  $K_i$  по формулам (2) – (5), аннотируются только факторы 1-3 класса опасности;

3) при видеоаннотировании отображаются три наиболее значимых фактора опасности (имеющие наибольшее значение  $K_i$ ), цвет отображения соответствует классу опасности: 1 – зеленый, 2 – желтый, 3 – красный;

4) при аудиоаннотировании учитываются только два наиболее значимых фактора (имеющие наибольшее значение  $K_i$ );

5) если водитель авторизован (известен его стаж), то для начинающих водителей (со стажем менее 1 года) озвучиваются все очаги, имеющие аннотации, при стаже 1-2 года – только очаги с факторами 2 и 3 класса опасности, при стаже более 2 лет – только очаги с факторами 3 класса опасности, при условии, что водитель не выберет режим, при котором воспроизводятся все аннотации.

### Механизм озвучивания аннотаций

Отдельно остановимся на механизме озвучивания аннотаций. Как уже говорилось ранее, сервер ИИТС передает приложению только текстовые сообщения в формате json. Для озвучивания используется встроенная в ОС Android программа TTS (texttospeech). Оно выполняется голосом, который выбирается из стандартного набора голосов в настройках TTS. При желании пользователь может загрузить дополнительные голоса из интернета.

Аннотации Навигатора с подсказками по безопасности дорожного движения можно условно разделить на несколько типов.

1. *Информирование о маневрах* используется для предупреждения пользователя о въезде и выезде для кругового движения, поворотах, въездах и выездах для мостов и акведуков. По аналогии с существующими навигаторами аннотации озвучиваются дважды: за 500 м до развязки, чтобы водитель подготовился и непосредственно перед маневром. На рис. 3 представлены примеры значков на экране Навигатора, обозначающие необходимость изменить направление движения.



Рис. 3. Примеры значков на экране Навигатора, обозначающие необходимость изменить направление движения

Fig. 3. Examples of signs on Navigator screen indicating the need to change the movement direction

2. *Информация об изменении состояния дорожной инфраструктуры* используется для предупреждения пользователя о неработающем светофоре, ремонтных работах, аварии на дороге, камере фиксации нарушений ПДД. Обозначается соответствующим ситуации значком на карте и единовременным предупреждением голосом за 500 м. На рис. 4 представлены примеры значков на экране Навигатора, обозначающие изменение состояния дорожной инфраструктуры.



Рис. 4. Примеры значков на экране навигатора, обозначающие изменение состояния дорожной инфраструктуры

Fig. 4. Examples of signs on Navigator screen indicating the change of road infrastructure state

3. *Информация о допустимых режимах движения (ограничения скоростного режима)* используется для предупреждения пользователя специфическим звуковым сигналом (без голосового сообщения) после превышения им разрешенного лимита скорости на данном участке дороги. Она не повторяется, если пользователь не изменил скорость. На экране приложения обозначается значком лимита скорости (рис. 5).



**Рис. 5. Значок «Лимит скорости»**

**Fig. 5. «Speed Limit» sign**

Вышеуказанные оповещения, совместно или по отдельности, уже реализованы в существующих навигационных программах, так как удобны для водителя и делают использование навигатора наиболее комфортным. Нижеследующие пункты являются оригинальными решениями для Навигатора с подсказками по безопасности.

4. *Информация об очагах ДТП* – в зависимости от переданных водителем данных о себе и погодных условий в текущий момент, сервер ИИТС передает навигатору информацию об очагах ДТП, встречающихся вдоль маршрута и факторах их возникновения. В зависимости от количества совпадающих факторов, очаги могут быть классифицированы как средней опасности и особо опасные. Например, на некотором участке дороги регулярно случаются ДТП в ясную солнечную погоду ранним вечером по причине того, что солнце резко слепит прямо в глаза водителю после выезда из темного тоннеля, и он не видит знак приоритета «Уступите дорогу». Если водитель использует Навигатор с подсказками по безопасности – при проезде по тоннелю в ясную солнечную погоду ранним вечером – он заблаговременно получит предупреждение, что впереди опасный участок, и нужно быть внимательнее. Навигатор один раз озвучивает предупреждение об очаге средней опасности за 100 м до него. В сообщении включается информация о наиболее вероятной причине аварий: ослепление солнцем, ледяной накат, игнорирование знаков приоритета и т.д. Навигатор один раз озвучивает предупреждение об очаге высокой опасности за 100 м до него. В сообщении включается слово-маркер «Внимание!», информация об одной или нескольких наиболее вероятных причинах аварий и рекомендация снизить скорость. На экране навигатора видна иконка с рекомендуемой скоростью.

Очаги средней и высокой опасности обозначаются на экране Навигатора значками желтого и красного цвета соответственно. Внешний вид этих значков представлен на рис. 6.



**Рис. 6. Знаки «Очаг аварийности» и «Очаг аварийности повышенной опасности»**

**Fig. 6. «Accident Cluster» and «Accident Cluster of Increased Danger» signs**

5. *Режим ведения по дороге для малоопытных водителей* может быть полезен для водителей с малым стажем вождения. Он наиболее подробное информирование, которое может быть избыточным для опытных водителей, но полезным для начинающих; может быть включен или отключен в настройках приложения. В этом режиме:



- на маршруте отображаются все возможные очаги ДТП без учета личных данных водителя, что позволяет ему быть готовым к максимальному числу возможных аварийных ситуаций; дополнительные очаги аннотируются как очаги средней опасности;
- дополнительные подсказки для водителя: о необходимости заблаговременного перестроения в нужную полосу, автобусных остановках на однополосной дороге или необходимости уступить дорогу.

Эта функция позволит водителю с малым опытом или опытному водителю, впервые двигающемуся по данному маршруту, заранее подготовиться к маневру, что поможет снизить количество необдуманных действий со стороны водителя, и как результат – количество вызванных этими действиями аварий. Если необходимо получить наиболее детальную информацию по маршруту следования, рекомендуется использовать веб-версию ИИТС, которая предназначена, в первую очередь, для просмотра со стационарных компьютеров. ИИТС дает возможность показать максимальное количество деталей, включая информационно-обучающие видеоролики, фото с места аварии и подробные комментарии экспертов. Разумеется, в условиях следования по маршруту детальная аннотация не должна использоваться, чтобы не отвлекать внимание водителя от дороги, тем самым создавая риск аварии, который должна минимизировать.

Потому веб-версия имеет расширенный функционал, а в Навигаторе с подсказками по безопасности дорожного движения в каждую аннотацию включается не более трех факторов, которые ранжируются в зависимости от их значимости для данного очага ДТП при текущих условиях. Факторы можно объединить в несколько категорий, которые по-разному влияют на формирование аннотации.

1. *Данные о водителе.* Информация этой категории, предоставленная водителем, используется для того, чтобы определить, входит ли он в группу риска для конкретного очага ДТП на маршруте. Если очаг потенциально опасен для конкретного водителя, он будет отображен на карте, а аннотация озвучена. Если конкретный очаг статистически не опасен для данной категории водителей, он, соответственно, не будет отображен. При включенном режиме «неопытный водитель» очаг отобразится с соответствующей аннотацией. Пример звукового предупреждения: *«Через 50 м нерегулируемый пешеходный переход. Рекомендуется снизить скорость».*

2. *Погодные данные.* Алгоритм аннотирования сравнивает текущую информацию о погоде с погодными условиями, являющимися потенциально аварийноопасными. Если очаг выделяется только при определенных погодных условиях, он будет отображен лишь в случае соответствующих погодных условий. Например, очаг ДТП, связанный с ледяным накатом, не будет отображаться в летнее время, в том числе – при включенном режиме «неопытный водитель». Пример звукового предупреждения: *«Через 50 м возможно возникновение снежного наката!»*

3. *Данные дорожной инфраструктуры.* Если очаг ДТП был образован из-за изменения состояния дорожной инфраструктуры, например, причиной является неработающий светофор или ремонтные работы, такой очаг будет отображен лишь в случае сохранения проблемной обстановки на дороге. Если инфраструктура восстановлена и отсутствуют другие факторы, позволяющие говорить об очаге ДТП, то такой очаг не будет отображен, в том числе – при включенном режиме «неопытный водитель». Пример звукового предупреждения: *«Через 50 м неработающий светофор!»*

4. *Остальные факторы, влияющие на аварийность конкретного очага* (несоблюдение дистанции, несоблюдение скоростного режима, несоблюдение правил приоритета, несоблюдение правил проезда пешеходного перехода и т.д.) Алгоритм выбирает наиболее значимые из них и озвучивает водителю так, чтобы в сообщении содержалось не более трех подсказок, например: *«Через 50 м опасный участок, соблюдайте дистанцию, обратите внимание на скоростной режим и боковой интервал!»*

## Заключение

Комплекс ИИТС, включающий набор серверных программных средств, веб-интерфейс и мобильное приложение «Навигатор с подсказками по БДД» позволит водителям своевременно получать достоверную информацию о возможных дорожных опасностях и заранее выбрать безопасный режим движения, что снизит риск аварий и будет способствовать повышению безопасности дорожного движения.

## Библиографический список

1. **Елисеев, М.Е.** Подсистема мониторинга интерактивной карты аварийности / М.Е. Елисеев, А.С. Блинов, Е.Д. Галкина, А.В. Липенков // Организация и безопасность дорожного движения. Материалы X международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения д.т.н., профессора Л. Г. Резника: в 2 томах. 2017. С. 374-379.
2. **Елисеев, М.Е.** Об интерактивной системе повышения безопасности дорожного движения / М.Е. Елисеев, А.С. Блинов, Е.Д. Галкина, А.В. Липенков // Информационные технологии и инновации на транспорте. Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.Н. Новикова. 2019. С. 213-221.
3. **Елисеев, М.Е.** Технологии, необходимые при создании интерактивной карты аварийности / М.Е. Елисеев, Т.Н. Томчинская, А.А. Репников, А.С. Блинов, Е.Д. Галкина, А.А. Уваров, Е.В. Ярова // Беспилотные транспортные средства: проблемы и перспективы. сборник материалов 94 международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров. Главный редактор С.М. Дмитриев. 2016. С. 211-216.
4. **Eliseev, M.E.** Virtual Reality and Navigation subsystems of the Interactive System for Road Safety Improving [Text] / Eliseev, M. E., Tomchinskaya, T. N., Galkina, E. D., Dudakov, N. Yu., Musarsky, R. A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – С. 012027.
5. **Eliseev, M.E.** Algorithm of automated annotation of areas of roads with increased accidents / Eliseev M.E. Blinov A.S., Lipenkov A.V. // MATEC Web Conf., 334 (2021) 01007 DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/202133401007>.
6. **Елисеев, М.Е.** Критерий для выявления мест концентрации аварий при разработке интеллектуальной информационной транспортной системы / М.Е. Елисеев, Е.Д. Галкина, Л.Н. Мазунова // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2021. № 1 (132). С. 14-23.
7. **Елисеев, М.Е.** Статистический и корреляционный анализ погодных факторов в интерактивной информационной системе повышения безопасности дорожного движения / М.Е. Елисеев, Л.Н. Мазунова, И.Н. Елисеева // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2020. № 2 (129). С. 28-41.
8. Госавтоинспекция [Электронный ресурс]: [официальный сайт]. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/>, дата обращения 17.10.2021.
9. Российская Газета [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://rg.ru/2009/09/23/nurgaliev.html>, дата обращения 17.10.2021.
10. **Daito, Kodama** Real Time Accident Risk Information Provision on a Urban Expressway Network: Prediction Model Analysis and Development of a Provision System / Kodama Daito, Ozawa. // Proceedings of the 51st Spring Conference of the Committee of Infrastructure Planning and Management, 2015.
11. **Khan, G.** Application and Integration of Lattice Data Analysis, Network K-Functions, and Geographic Information System Software to Study Ice-Related Crashes / G. Khan, K.R. Santiago-Chaparro, X. Qin, D.A. Noyce // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2136, 2009. P. 67-76.
12. **Paz Alexander** Traffic and Driving Simulator Based on Architecture of Interactive Motion / Alexander Paz, Naveen Veeramisti, Romesh Khaddar, Hanns de la Fuente-Mella, Luiza Modorcea // The Scientific World Journal, vol. 2015, Article ID 340576, 9 pages, 2015.
13. **Espie, S.** A hybrid traffic model coupling macro and behavioural micro simulation / S. Espie, D. Gattuso, F. Galante // Proceedings of the 85th Annual Meeting Transportation Research Board; January 2006, Washington, DC, USA.

*Дата поступления  
в редакцию: 09.11.2021*