УДК 681.518

Тытюк П.В.
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

Шевченко И.В.
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ СИТУАЦИЙ И ПРОБЛЕМНЫХ ЗОН НА МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОПЕРЕВОЗКАХ

В статье предложен комплекс моделей для синтеза системы мониторинга ситуаций и проблемных зон на маршрутах международных автоперевозок. Разработана модель системы мониторинга и древовидная структура проблемных ситуаций. Для классификации ситуаций и проблемных зон используются частотные распределения значений времен и скоростей, а также географические данные. Разработаны алфавиты классов ситуаций и признаков ситуаций.

Ключевые слова: *международные автоперевозки, мониторинг, классификация зон и ситуаций, модели.*

Постановка проблемы. Современный этап развития автотранспортной логистики характеризуется широким внедрением технологий, оборудования, систем контроля и управления перевозками, средств обеспечения безопасности, базирующихся на использовании информации о местоположении транспорта в пространстве и времени. Внедрение и расширение использования современных информационных технологий на автотранспорте является действенным средством повышения качества и скорости выполнения автоперевозок, улучшения экономических показателей автотранспортных предприятий, роста их эффективности и конкурентоспособности.

Анализ последних исследований и публикаций. На автотранспорте стало повсеместным применение навигационной системы в автомобилях, индикаторов оперативных данных, предупреждающих о заторах и авариях на пути следования по маршруту, внедрение системы предупреждения столкновений, управление движением с помощью спутниковой связи, что позволяет оптимизировать маршрут движения, а исходя из изменений конъюнктуры – перенацелить мощности на более выгодное направление [1]. Для передачи радиочастотного сигнала используются технические и информационные возможности Международной спутниковой системы мобильной связи Inmarsat-C либо Европейской спутниковой системы мобильной связи Euteltracs, навигационной системы GPS/ГЛОНАСС, низкоорбитальной системы GLOBALSTAR либо среднеорбитальной системы ICO Global [2].

С другой стороны, управление в транспортных системах большой размерности затруднено тем, что при большом количестве транспорта и маршрутов возрастает степень неопределенности и даже неосведомленности руководства о ситуации с каждой отдельной машиной, которая зачастую транспортирует важный груз. Соответственно, менеджмент перевозок представляет трудности с точки зрения планирования [3].

Определению активности грузовых автомобилей по зарегистрированным данным траектории посвящена работа [4]. Для эффективного визуального мониторинга в статье предлагаются два этапа обработки данных. На первом этапе производится сегментация маршрутов в значимые участки, в то время как на втором этапе происходит автоматическое отображение участков маршрута в классах активности транспортных средств. Метод сегментации маршрута основан на пространственно-временных особенностях траектории. Такой подход помогает справиться с многочисленными пространственными и временными ситуациями, возникающими при перевозках. Указатели на обнаруженные действия и маневры в данных траектории могут использоваться для целей индексации. Особо рассматриваются маневры и остановки транспортных средств. Определение участков маршрута в классах активности машин основано, главным образом, на зарегистрированных данных о траектории и скорости применительно к конкретной дороге. Специфичные для транспортировки данные могут включать географические и описательные данные о фактическом местоположении относительно пунктов назначения грузовых автомобилей, придорожных помещений и заправочных станций. Предварительно

обработанные траектории грузовых автомобилей могут облегчить обнаружение нарушений правил дорожного движения и подозрительного поведения водителя. К сожалению, в работе нет описания математического обеспечения решения указанных задач. Работа [5] посвящена сбору, обработке и составлению отчетов о транспортных средствах в частности для их классификации. Обсуждаются требования, которым должна соответствовать программа классификации транспортных средств, частота сеансов мониторинга, доступное оборудование для сбора данных, программа испытаний оборудования. В этой работе также отсутствует описание математического обеспечения.

Анализ найденных публикаций показал, что, во-первых, задачи разработки средств и методов мониторинга функционирования транспорта на межрегиональных перевозках являются актуальными, а во-вторых, практически не найдено работ, в которых бы ставились задачи разработки математического обеспечения информационных технологий анализа и распознавания ситуаций и проблемных зон на маршрутах движения транспорта.

Постановка задания. Целью данной работы является создание интеллектуальной системы мониторинга и классификации проблемных ситуаций и зон на маршрутах межрегионального автотранспорта. После изучения проблемной области и разработки онтологии и концептуальной модели [6] необходимо разработать модели классификации проблемных ситуаций и зон, чему и посвящена настоящая статья.

Изложение основного материала исследования. Для разработки моделей классификации проблемных ситуаций и зон необходимо определить структуру исходных данных на уровне онтологии проблемной области. Как можно понять из описания предметной области, основной проблемой (проблемой первого уровня) для транспортной фирмы является повышенный уровень убытков, источниками которых могут быть различные проблемы второго уровня, такие как низкая производительность перевозок, чрезмерные расходы и задержки по времени на отдельных этапах операций и т.п. В свою очередь, низкая производительность является следствием систематически возникающих проблемных ситуаций, то есть проблем третьего уровня. С учётом этого представим онтологию проблемной области в виде [6]:

$$O = <E(EA), P1(P2(P3(S))),$$
$$PS, Z(G), R1, R2, R3, R4, CR, F >, \quad (1)$$

где E – сущности предметной области, EA – множество атрибутов сущностей, $P1$ – множество проблем первого уровня, $P2$ – множество проблем второго уровня, $P3$ – множество проблемных ситуаций, S – множество признаков проблемных ситуаций и зон, PS – множество процессов, порождающих проблемы, Z – множество зон интереса на маршрутах, G – географическое описание зоны, $R1 \subseteq P1 \times P2$ – проекция множества проблем первого уровня на множество проблем второго уровня, $R2 \subseteq P2 \times P3$ проекция множества проблем второго уровня на множество проблемных ситуаций, $R3 \subseteq P3 \times S$ – проекция множества проблемных ситуаций на множество признаков, $R4 \subseteq S \times Z$ – проекция множества признаков проблемных ситуаций на множество проблемных зон, $CR \subseteq P2 \times S$ – подлежащие определению корреляции между проблемами второго уровня и признаками проблемных ситуаций, F – множество функций классификации и распознавания проблемных зон.

Формальное описание системы мониторинга и классификации (СМК). Модель системы представим набором:

$$MCMK = <F(IS, MS, CS), IS, MM, CM, CA,$$
$$SW, OS, IU, R >, \quad (2)$$

где IS – информационная подсистема; MS – подсистема мониторинга транспортных операций; CS – подсистема классификации и распознавания; IS – информационное обеспечение – базы данных и база знаний для распознавания и классификации; MM – модель мониторинга в виде автоматной модели, отслеживающей динамику состояний транспортных средств [6]; CM – модель классификации зон и ситуаций; CA – комплекс алгоритмов решения задач мониторинга и классификации; SW – комплекс инструментальных программных средств, реализующих функциональные задачи СМК; OS – организационное обеспечение СМК, то есть документы, регламентирующие процессы транспортирования и мониторинга; IU – интерфейс пользователя; $R \subseteq IS \times MS \times CS \times IU$ – отношения (связи) между подсистемами.

Далее можно конкретизировать отношение $R3$ из (1) – проекцию множества проблемных ситуаций на множество признаков. Основой модели классификации является пространство признаков S. Рассмотрим каждую составляющую этого пространства с точки зрения классификации ситуаций и зон.

Географические категории. В множество географических категорий GC, играющих роль признаков для классификации зон, входят следующие: С – государство, по территории которого пролегает маршрут; СТ – город; В – граница; LUA – зона погрузки-разгрузки. Географические данные

легко получить через систему GPS. Эти данные нужны, во-первых, как признаки для первичной классификации зон, а во-вторых, каждая страна, город, граница и зона погрузки/разгрузки отличаются характерными особенностями, связанными с законодательством, регламентом осмотров и оформления документации, с криминальной обстановкой и пр. Таким образом, географические признаки могут служить дополнительными факторами при распознавании ситуаций.

Текущие координаты машины. Текущие координаты машины *CC* проецируются на множество географических категорий *GC*, и система получает множество актуальных дополнительных данных *AD* о стране, а также городе, границе и зоне погрузки-разгрузки, если таковые находятся достаточно близко (согласно нечетким оценкам расстояний).

Формально получение дополнительных данных представим в виде

$$CC \times GC \rightarrow AD. \quad (3)$$

На основании множества предыдущих данных ССР о координатах машины и известной средней скорости движения V^A на данном сегменте маршрута легко получить прогнозируемое значение координаты для следующей контрольной временной точки:

$$CC^P \times V^A \times CC. \quad (4)$$

Разность между фактической и прогнозируемой координатами следует нормировать и использовать в качестве признака для определения класса ситуации.

Скорость движения. На рис. 1 показано частотное распределение скоростей движения по времени суток. Очевидно, что данный параметр можно использовать и как признак зоны, и как признак соблюдения/несоблюдения режима движения. При получении новых данных о положении машины необходимо вычислить реальную среднюю скорость машины Q_γ^{TC}.

Поскольку к зонам привязаны определенные виды проблемных ситуаций, для каждой известной зоны необходимо составить индивидуальное отношение – таблицу с нечеткими интервалами скоростей движения *QI* и нечеткими интервалами времени суток *TI* (выражение 5) и с распределением частот используемых скоростей движения. В таблице показаны базовые интервалы скоростей и соответствующие термы нечетких оценок.

$$QI \times TI \rightarrow F^{QT}. \quad (5)$$

Если намечается новая зона, для нее накапливаются данные в аналогичной таблице, и содержимое этой таблицы можно сравнивать с имеющимися таблицами, для которых категории географии и некоторые другие признаки совпадают с новой зоной.

Для распознавания ситуаций удобно рассчитать отклонение *DQ* от средней скорости движения. Шкала числовых значений отклонений должна быть интерпретирована в нечетких лингвистических значениях.

Время прибытия и время убытия. Для разных зон характерно также время, когда машины въезжают и выезжают из данной зоны. Разные типы зон имеют характерные особенности по вре-

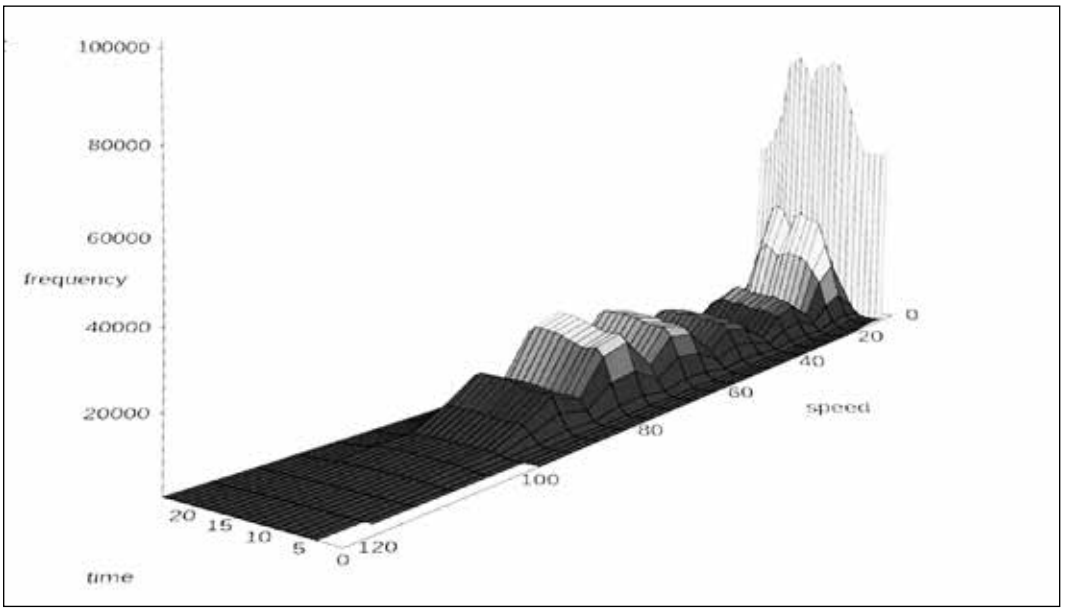

Рис. 1. Частотное распределение скоростей движения по времени суток

мени прибытия и времени убытия, это видно на графиках рис. 2, 3.

Таким образом, имеются основания сформировать отношения «Код зоны – время прибытия – частота» и «Код зоны – время убытия – частота (выражения (6) и (7)

$$Z \times T^A \rightarrow F^A, \quad (6)$$

$$Z \times T^D \rightarrow F^D. \quad (7)$$

Соответственно, признаками для определения ситуации будут отклонение от среднего времени прибытия *DA* на основании распределения частот времени прибытия F^A по известным зонам и отклонение от среднего времени убытия *DD* на основании распределения частот времени убытия F^D по известным зонам.

Время пребывания в зоне. На основании предыдущих рассуждений введем признак «Время пребывания в зоне» T^S. Отношение по этому признаку показано выражением (8).

$$Z \times T^S \rightarrow F^S. \quad (8)$$

Для распознавания ситуаций необходимо рассчитать отклонение *DS* от среднего времени

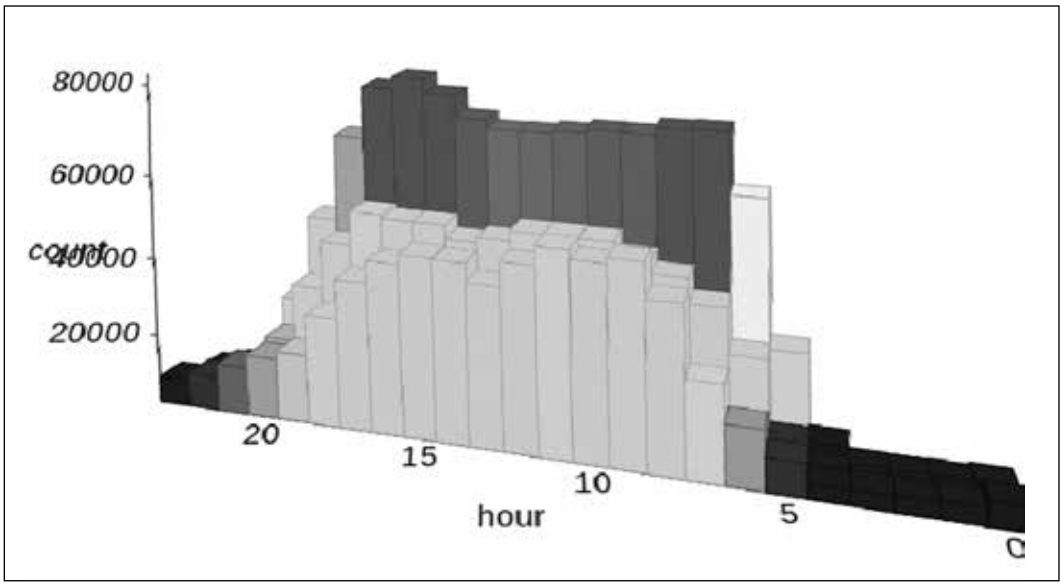

Рис. 2. Частотное распределение времени прибытия

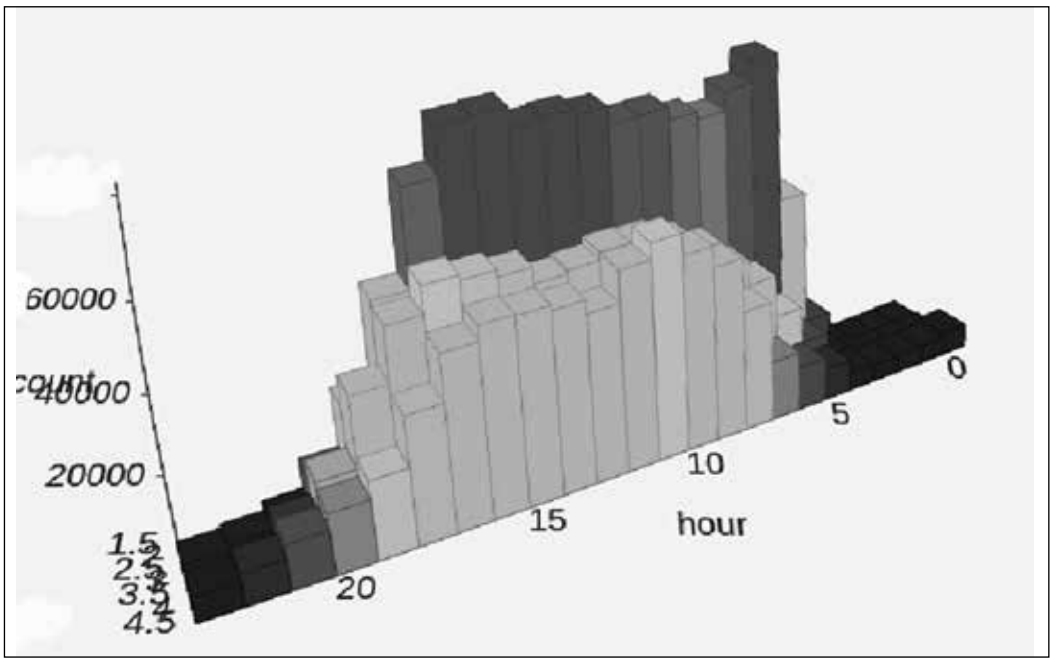

Рис. 3. Частотное распределение времени убытия

пребывания в зоне. Шкала числовых значений отклонений должна быть интерпретирована в нечетких лингвистических значениях.

Таким образом, в пространство признаков *S* входят:

– множество географических категорий *GC={C, CT, B, LUA};*

– отклонение от средней скорости *DQ* , определенное на основании распределения частот скоростей движения F^{VT} по времени суток;

– отклонение от среднего времени прибытия *DA*, определенное на основании распределения частот времени прибытия F^{A} по известным зонам;

– отклонение от среднего времени убытия *DD*, определенное на основании распределения частот времени убытия F^{D} по известным зонам;

– отклонение от штатного времени пребывания *DS*, определенное на основании распределения частот времени пребывания F^{S} в известной зоне.

Выбор метрики для распознавания ситуаций и зон. Поскольку основные признаки выражаются в метрических шкалах, но имеют нечетко выраженные интервалы, целесообразно для кластеризации и классификации зон и ситуаций использовать нечеткие расстояния. Кроме того, графики рис. 1–3 демонстрируют разные масштабы изменения значений времени и скорости для разных зон. Это говорит о том, что для каждой оси координат необходимо ввести весовой масштабирующий коэффициент. Необходимо также нормировать шкалы признаков к единому диапазону [0,1]. Это значительно облегчит нечеткую интерпретацию значений признаков [7].

Алфавит проблем второго уровня и их смысловая связь с ситуациями. Как показал анализ проблемной области, основной проблемой первого уровня является недостаточная прибыль. Малая прибыль может быть следствием низкой эффективности работы транспорта как такового и недостаточной эффективности менеджмента, обусловленной существенной неопределённостью – недостатком информации о текущей ситуации по флоту и невозможностью адекватного реагирования на проблемы на маршрутах, границах, в местах погрузки/выгрузки.

Конкретизируем проекцию $R2 \subseteq P2 \times P3$ – отношение множества проблем второго уровня на множество проблемных ситуаций, а именно рассмотрим дерево проблем второго уровня, снижающих прибыль, выделим те из них, которые можно связать с ситуациями, которые, в свою очередь, обусловлены перечисленными выше признаками.

1.1 Просроченное выполнение заказов. Причинами могут быть следующие ситуации:

1.1.1 Отсутствие свободных машин в нужном количестве в нужном месте. Проблема обычно является следствием неправильного планирования перевозок.

1.1.2 Несвоевременное оформление документов. Проблема может возникнуть на этапах нахождения в порту, на разгрузке, на перегрузке, при пересечении границы. Проблема определяется задержкой по времени, поэтому может быть включена в алфавит проблем второго уровня.

1.1.3 Недостаточная осведомленность вовлеченных в процесс людей и структур, приводящая к задержкам по времени на разных этапах логистической цепи. Причиной является отсутствие регулярных коммуникаций между подразделениями и отдельными исполнителями. Признаки из пространства S могут быть использованы в этом случае только для принятия административных мер по улучшению организации связи.

1.2 Длинные маршруты с низким «Profit per kilometer». Это связано с неудачным выбором клиентов и контрактов. Как следствие – большое время транспортировки и вспомогательных операций. Могут возникать следующие ситуации:

1.2.1 Выбор маршрутов без обратной загрузки.

1.3.2 Низкая попутная загрузка.

Проблема и указанные ситуации обычно являются следствием неправильного планирования перевозок. В алфавит проблем второго уровня данную проблему не включаем.

1.3 Маршрут с изменяющимся от случая к случаю временем транспортировки. Причиной может быть:

1.3.1. Пересечение одной или нескольких границ, на которых часто возникают бюрократические проблемы.

1.3.2 Маршрут может проходить через опасные зоны, где происходят кражи машин и грузов.

1.3.3 Длинные маршруты с ночевками, увеличивают расходы на проживание.

1.4 Плохое состояние машин. Причиной может быть:

1.4.1 Несвоевременное обслуживание, приводящее к поломкам и авариям.

1.4.2 Аварии из-за несоблюдения скоростного режима, графика работы, усталости.

1.4.3 Регулярный перерасход топлива при несоблюдении скоростного режима.

Указанные ситуации могут быть полностью распознаны на основании признаков из пространства S, поскольку для фиксации проблем исполь-

зуются географические и временные характеристики. Однако для распознавания проблемы необходимо иметь дополнительные сведения о режиме эксплуатации машин и статистику аварий.

Алфавит ситуаций. При рассмотрении ситуаций нужно учесть, что большинство из них связано с задержками по времени и географией. Различение ситуаций на штатные и нештатные производится с учётом набора используемых признаков пространства S – (координаты, время, скорость). Перечислим типовые ситуации, ожидаемые на разных этапах транспортировки:

1. Этап движения по маршруту. Типовые ситуации перечислены ниже:

1.1 Ночевка.

1.2 Движение по маршруту.

1.3 Нештатная остановка по невыясненным причинам (возможно, недомогание водителя, поломка, кража машины и/или груза).

Любая из перечисленных ситуаций считается критической или нештатной, если, по данным GPS, имело место превышение среднего времени пребывания в пункте остановки или уменьшение средней скорости движения ниже установленного порога, выраженного нечеткой мерой.

2. Этап пересечения границы.

2.1 Ожидание документов.

2.2 Ночевка.

2.3 Заправка.

2.4 Обслуживание.

2.5 Ожидание в очереди.

2.6 Проверка документов и груза.

2.7 Взвешивание.

Все ситуации характеризуются средней продолжительностью во времени, географически привязаны по данным GPS и могут быть контролируемы, если имеется соответствующая статистика для формирования значений признаков неблагополучия.

3. Этап погрузки/разгрузки/перегрузки/переупаковки/обслуживания. Типовые рабочие ситуации следующие:

3.1 Погрузка.

3.2 Разгрузка.

3.3 Техобслуживание или дозаправка.

3.4 Ожидание загрузки-разгрузки.

Так же, как и для этапа 2, все ситуации могут быть контролируемы, если имеется соответствующая статистика для формирования значений признаков неблагополучия.

4. Этап работы в порту. Этот этап характерен тем, что для работы в порту используются специально выделенные машины, которые занимаются только ввозом/вывозом груза из порта на склад компании (Shunting Services). Остальные машины транспортируют груз со склада компании непосредственно к потребителю или от потребителя на склад, расположенный в непосредственной близости от порта. Перечислим типовые рабочие ситуации:

4.1 Оформление документов на груз.

4.2 Въезд машины в порт, ожидание в очереди.

4.3 Подготовка документов, необходимых для въезда в порт.

4.4 Ожидание загрузки.

4.5 Загрузка и переупаковка.

4.6 Взвешивание.

4.7 Рентгеновское сканирование.

4.8 Выезд из порта.

Здесь также все ситуации могут быть контролируемы, если имеется соответствующая статистика для формирования значений признаков неблагополучия.

Анализ типовых этапов и ситуаций показывает, что множество классов проблемных и штатных ситуаций S^3 представляет собой множество сочетаний кода этапа транспортной операции SC, значений координат, значений отклонений времени прибытия (времени убытия), времени пребывания и отклонений скорости, причем в зависимости от кода этапа транспортной операции некоторые их перечисленных признаков могут отсутствовать:

$$S3 = SC \times GC \times DQ \times DA \times DD \times DS. \qquad (9)$$

Любое значительное (выраженное в нечеткой шкале) отклонение из множеств DQ, DA, DD, DS для любой ситуации и множества S3 переводит данную ситуацию во множество проблемных ситуаций P3:

$$P3 = SC \times GC \times DQ' \cup DA' \cup DD' \cup DS', \qquad (10)$$

где $DQ' \in DQ$, $DA' \in DA$, $DD' \in DD$, $DS' \in DS$ – значительные отклонения на множестве нечетких значений отклонений соответствующих величин.

Разработка нечеткого интерпретатора для обнаружения критических и нештатных ситуаций. Распознавание ситуации предполагает определение степени ее критичности. Считаем, что ситуации по степени критичности делятся на три класса: штатная, критическая, нештатная. На первом этапе процедуры определения критичности для каждого признака x_i из множества SF фиксируется значение x_i^* как расстояние от точки номинального значения признака до текущей рабочей точки. На втором этапе вычисляется степень критичности как взвешенная сумма значений признаков [8]:

$$K_s = \sum_{i=1}^{n_s} \alpha_i x_i^* , \quad (11)$$

где α_i – весовой коэффициент значимости признака с точки зрения критичности ситуации. Для уточненного оценивания значимости признаков в конкретных ситуациях может использоваться метод парных сравнений [9].

На третьем этапе для лингвистической оценки критичности ситуации используется лингвистическая переменная с тремя значениями: «Малая» (в центре кластера номинального режима); «Средняя» – в центре кластера критического режима; «Высокая» – от критической зоны и выше. Нечеткая шкала оценки степени критичности приведена на рис. 4.

После оценки критичности ситуации, в случае, если степень истинности утверждения «Средняя» выше значения 0.45, фиксируется наличие критической ситуации. Если степень истинности утверждения «Высокая» выше значения 0.45, фиксируется наличие нештатной ситуации.

Модель классификации зон. Как указывалось выше, классификация зон вообще и обнаруженных новых проблемных зон в частности основывается на сопоставлении частоты возникновения штатных и проблемных ситуаций и их географической принадлежности. Проблемная зона возникает в тех местах, где частота возникновения определенных проблемных ситуаций велика. Обозначим общее количество ситуаций в некоторой географической зоне NS. Обозначим общее количество проблемных ситуаций в некоторой географической зоне NP. Тогда относительная частота (в дальнейшем – частота) возникновения проблемных ситуаций $p_j^3 \in P3$ в некоторой j-й географической зоне $f_j = NP/NS$.

Введем порог T_f для определения истинности высказывания «ситуация проблемная». Обозначив предикат условия критичности ситуации в зоне Ркс, запишем его в виде

$$P_{\text{кс}} = \begin{cases} 1 \ if \ \ f_j \geq T_f \\ 0 \ \ \text{otherwise} \end{cases} . \quad (12)$$

Таким образом, классификация зон основана на двух основных признаках – географических координатах зоны и частоте возникновения определённых критических ситуаций $p_j^3 \in P$. из алфавита ситуаций.

Разработанные модели используются в алгоритмах классификации и распознавания проблемных ситуаций и зон, которые предполагается описать в следующей статье.

Выводы. На основании концептуальной модели проблемной области функционирования международного грузового автотранспорта разработано формальное теоретико-множественное описание системы мониторинга транспортных потоков на международных грузовых перевозках, отличающееся наличием динамической автоматной модели, отслеживающей состояния транспортных средств.

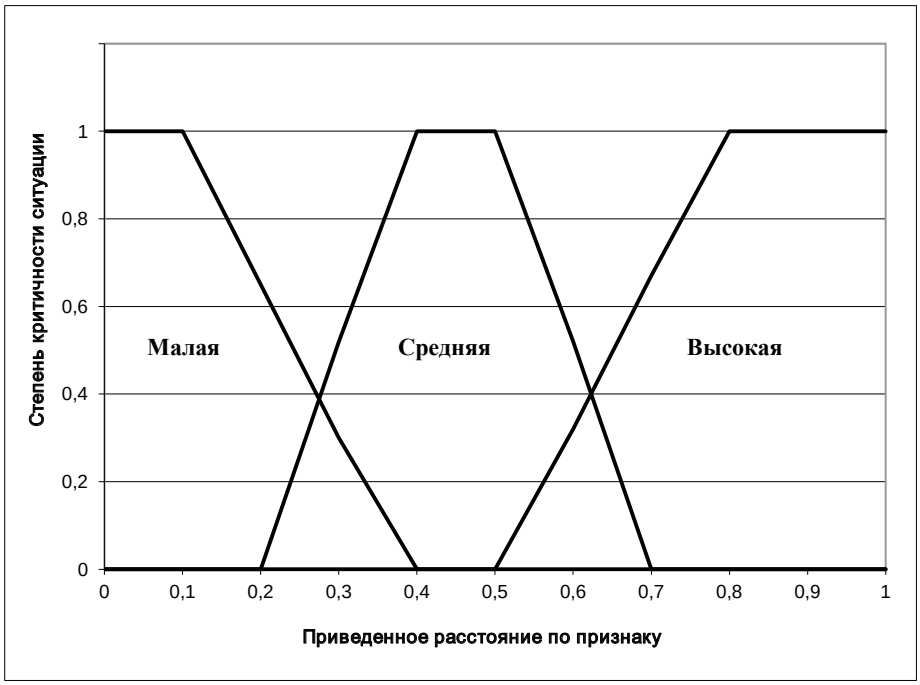

Рис. 4. Лингвистические оценки степени критичности ситуаций

Проблемы транспортных компаний разделены по уровням, и для каждого уровня установлена связь с проблемами нижнего уровня и проблемными ситуациями. Сформированы формальные модели классификации ситуаций и проблемных зон, отличающиеся использованием частотных распределений значений времен и скоростей, а также географических данных, получаемых через систему GPS, что дает возможность синтеза системы мониторинга и распознавания проблемных ситуаций и проблемных зон на маршрутах.

Разработан алфавит классов ситуаций и алфавит признаков ситуаций. Основными признаками ситуаций являются: распределение частот отклонений движения по времени суток, распределение частот отклонений от среднего времени прибытия в зону, распределение частот отклонений от среднего времени убытия из зоны и распределение частот времени пребывания в известной зоне. Для обнаружения критических и нештатных ситуаций разработан нечеткий интерпретатор степени критичности ситуации.

Список литературы:

1. Michael Wieck. Innovations in Central Data Management for Truck Compliance and Mobility – Vehicle Information in Motion. ITS World Congress 2017 Montreal, October 29. – November 2. URL : http://www.irdinc.com/public/uploads/downloads/1509636456_Central_Data_Management_Truck_Compliance_ITSWC_17.pdf.

2. E. McCormack, M. E. Hallenbeck. ITS Devices Used to Collect Truck Data for Performance Benchmarks. Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board, No. 1957, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C. 2006. P. 43–50.

3. Самойленко М.І. Кобець А.О. Транспортні системи великої вимірності: монографія / за ред. М.І. Самойленка. Харьків : Харківська національна академія міського господарства, 2010. 212 с.

4. Zoltán Fazekas, Péter Gáspár, Roland Kovács. Determining Truck Activity from Recorded Trajectory Data. *Procedia Social and Behavioral Sciences.* 20(2011). P. 796–805.

5. Traffic Monitoring Guide May 1. 2001. URL : http://web.ewu.edu/groups/cbpanwattap/ttaptraining/trafficmonitoringguide/TMGsection4.pdf.

6. Тытюк П.В., Шевченко И.В. Мониторинг функционирования транспорта на международных перевозках. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського.* 2018. № 6. С. 44–50.

7. Мурашко Ф.Г., Шевченко И.В., Лабзов С.А. Извлечение знаний из баз данных при помощи нейронной сети и нечёткого интерпретатора. *Нові технології.* 2008. № 4. С. 41–45.

8. Шевченко И.В. Дымченко Н.Н, Грицаков С.А. Диагностика неблагоприятных ситуаций в процессе выращивания монокристаллов полупроводников. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.* 2014. № 1. С. 34–43.

9. Говоруха В.Б., Ткачова О.К. Теоретичні основи розробки систем підтримки прийняття рішень. *Вісник Академії митної служби України. Серія : Технічні науки.* 2010. № 2. С. 130–137.

МОДЕЛІ КЛАСИФІКАЦІЇ СИТУАЦІЙ ТА ПРОБЛЕМНИХ ЗОН НА МІЖНАРОДНИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕННЯХ

У статті запропоновано комплекс моделей для синтезу системи моніторингу ситуацій і проблемних зон на маршрутах міжнародних автомобільних перевезень. Розроблено модель системи моніторингу і деревоподібна структуру проблемних ситуацій. Для класифікації ситуацій і проблемних зон використовуються частотні розподіли значень часів і швидкостей, а також географічні дані. Розроблено алфавіти класів ситуацій та ознак ситуацій.

Ключові слова: *міжнародні автоперевезення, моніторинг, класифікація зон і ситуацій, моделі.*

MODELS OF CLASSIFICATION OF SITUATIONS AND PROBLEM ZONES IN INTERNATIONAL TRANSPORTATION

The article proposes a set of models for the synthesis of a system for monitoring situations and problem areas on international road haulage routes. A model of the monitoring system and a tree structure of problem situations have been developed. To classify situations and problem areas, frequency distributions of times and speeds are used, as well as geographic data. Developed alphabets of classes of situations and signs of situations.

Key words: *long-distance trucking, monitoring, classification of situations and zones, models.*