

# МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

**С. Ш. Кариев**  
к.т.н., доцент, г. Бишкек, Кыргызстан

Статистические данные о дорожно-транспортных происшествиях с 1999 по 2009 годы, Государственного управления безопасностью дорожного движения Министерства внутренних дел Кыргызской Республики указывает, о гибели 9 750 человек, в том числе 1344 детей, 49 369 ранениях, в том числе 8 382 детей в дорожном движении.

На первой Всемирной конференции по безопасности дорожного движения, прошедшей в г. Москве, приводились такие цифры: если в 2004 году смертность в результате травм, полученных в ДТП, занимало 20 место в общей структуре смертности, то к 2020 году, этот показатель переместится на 3 место. Если не принять необходимых мер по предупреждению ДТП, то смертность и инвалидность к 2020 году возрастет на 67 процентов. В Кыргызской Республике с 2003 по 2007 годы – погибли почти 5 тысяч человек от травм. Ежегодно около 70 миллионов сомов уходит на лечение пострадавших от ДТП. В эти расходы Министерства здравоохранения КР не вошли расходы семьи на восстановление транспортных средств попавших в ДТП, выплаты государством пенсии инвалидам.

Сокращение смертности и инвалидности участников дорожного движения является неотъемлемой составляющей частью укрепления экономики и национальной безопасности республики. Задачи, стоящие перед учеными в этой области актуальны, требует разрешения.

ГУБДД МВД КР на каждое ДТП заводит «Карточку учета ДТП», в котором указывают нарушения Правил дорожного движения повлекшее ДТП и его календарную дату. На основе таких данных, проводится анализ возникновения ДТП, определением нарушения того или иного пункта ПДД участниками дорожного движения. Это качественный анализ ДТП, по которому невозможно построить модель управления безопасностью дорожного движения.

Его недостаток в том, что два ДТП возникших по вине водителей, зарегистрированных 20 января 2009 г., ГУБДД представляет как время их работы без ДТП в 20 календарных дней, тогда как их возрасты разные. Для установления реальной продолжительности безаварийной работы водителей настоятельно требуется введение их возрастов для проведения анализа, определяемых моментом рождения. Только таким методом мы можем получить объективные данные по продолжительности безаварийной работы всех водителей во времени, которое интерпретируем как возраст ДТП, измеряемого продолжительностью времени с момента рождения водителя. Вводя временное измерение ДТП, мы можем перейти к количественному анализу.

Приступая к количественному методу анализа ДТП, мы внесем ясность, что в дорожном движении принимают участия: водитель (В), транспортное средство (А), дорога (Д) и пешеход, пассажир, водитель немеханического транспортного средства (С). Эти элементы, образуя систему ВАДС, в динамике представляет собой дорожное движение.

С помощью теории множеств, разложим систему ВАДС на отдельные составляющие следующего вида:

В, А, ВА, Д, ВД, АД, ВАД, С, ВС, АС, ВАС, ДС, ВДС, АДС, ВАДС (1).

Каждая составляющая системы ВАДС указывает, что при нарушении им ПДД возникает ДТП. Таким образом, установлено система, по которой можно классифицировать все ДТП. Следовательно, в дорожном движении имеет место только и только 15 классов ДТП.

ГУБДД приводит данные по ДТП, возникшие только по нарушениям ПДД единичными элементами: водителя, автомобиля, дороги, пешехода. Этот метод анализа ДТП, не раскрывает нарушения ПДД остальными 11 классами ДТП, что является существенным

недостатком, препятствием их моделирования пригодных для управления безопасностью дорожного движения.

Общее количество ДТП возникших по вине 4 элементов равно:  $M = B + A + D + C$ . Используя теорию вероятностей [1,2] можно рассчитать вероятность ДТП возникающих из-за нарушения ПДД, отдельными элементами по выражениям:

$$P(B) = \frac{x_b}{m}, \quad P(A) = \frac{x_a}{m}, \quad P(D) = \frac{x_d}{m}, \quad P(C) = \frac{x_c}{m} \quad (2)$$

где:  $x_b, x_a, x_d, x_c$  - количество ДТП возникших из-за нарушения ПДД отдельными элементами;

$m$  - общее количество ДТП.

Вероятность ДТП, возникающие в дорожном движении нарушениями взаимной связи элементов, рассчитываем выражениями:

$$\begin{aligned} P(BA) &= P(B) \cdot P_b(A) \\ P(BD) &= P(B) \cdot P_b(D) \\ P(AD) &= P(A) \cdot P_a(D) \\ P(BC) &= P(B) \cdot P_b(C) \\ P(AC) &= P(A) \cdot P_a(C) \\ P(DC) &= P(D) \cdot P_d(C) \end{aligned} \quad (3)$$

где:  $P_b(A), P_a(D), P_b(C), P_a(C), P_d(C)$  - условные вероятности, определяемые выражениями:

$$\begin{aligned} P_b(A) &= \frac{x_a}{m - x_b}, \quad P_b(D) = \frac{x_d}{m - x_b}, \quad P_a(D) = \frac{x_d}{m - x_a}, \\ P_b(C) &= \frac{x_c}{m - x_b}, \quad P_a(C) = \frac{x_c}{m - x_a}, \quad P_d(C) = \frac{x_c}{m - x_d}, \end{aligned} \quad (4)$$

Аналогично вероятность ДТП, возникающие в дорожном движении нарушениями связей трех элементов, рассчитываем выражениями:

$$\begin{aligned} P(BAD) &= P(B) \cdot P_b(A) \cdot P_{ba}(D); \quad P(BAC) = P(B) \cdot P_b(A) \cdot P_{ba}(C); \\ P(BDC) &= P(B) \cdot P_b(D) \cdot P_{bd}(C); \quad P(ADC) = P(A) \cdot P_a(D) \cdot P_{ad}(C); \end{aligned} \quad (5)$$

где:  $P_{bd}(C), P_{ba}(C), P_{ad}(C), P_{ba}(D)$  - условные вероятности, определяемые по выражениям:

$$P_{bd}(C) = \frac{x_c}{m - x_b \cdot x_d}, \quad P_{ba}(C) = \frac{x_c}{m - x_b \cdot x_a}, \quad P_{ad}(C) = \frac{x_c}{m - x_d \cdot x_a}, \quad P_{ba}(D) = \frac{x_d}{m - x_b \cdot x_a} \quad (6)$$

ДТП, возникающие в дорожном движении нарушениями связей четырех элементов, рассчитываем выражением:

$$\begin{aligned} P(BADC) &= \\ &= \frac{[P(BA)+P(BD)+P(AD)+P(BC)+P(AC)+P(DC)] - 2[P(BAD)+P(BAC)+P(BDC)+P(ADC)]}{14} \end{aligned} \quad (7)$$

Фактическую вероятность ДТП, возникшего из-за нарушения ПДД по каждым элементам, определяем вычитанием из их вероятности, вероятности связей двух элементов, так как он вошел в него. Аналогично фактическую вероятность ДТП, возникших из-за нарушения ПДД связи двух элементов, вычитанием из него вероятностей трех элементных, с вероятности трехэлементной вычитанием четырех элементной связи.

Предлагаемый метод расчета вероятности всех ДТП может быть применен для контроля точности распределения ДТП инспекторами ГУБДД МВД КР основанных только на качественных показателях, нарушениях ПДД.

Эти вероятности ДТП, используем для моделирования их во времени.

Для введения количественного анализа ДТП рассмотрим дорожное движение с точки зрения двоичной системы счисления: ноль (0) – благоприятное движение, без возникновения события на дороге; единица (1) – прекращения движения, из-за возникновения ДТП, независимо от его вида. Такой подход к информации возникновения ДТП в дорожном движении, требует выявления времени, в котором можно зафиксировать все классы ДТП. Это время рассчитываем по выражению:

$$S_{\text{вр}} = 2^{15} \quad (8)$$

где: 2 – единица измерения событий на дороге, то есть совершения ДТП;

15 – количество измеряемых ДТП.

Выражение (8) дает 32 768 единиц, в котором можно измерить все классы ДТП возникшие в дорожном движении.

Отношение 32 768 единиц к 365,24 среднему количеству дней в году, равное 89,71 указывает на возраст водителя, после которого он не в состоянии управлять транспортным средством, из-за потери им необходимых функциональных показателей позволяющих безопасно управлять транспортным средством, главным из которых является уменьшение реакции на ситуации возникающие на дорогах.

Для разложения всех зафиксированных ДТП, в стреле времени в 32 768 дней, необходимо их перевести в количественные значения. Протяженность ДТП, измеряемое во времени, возникшее по вине водителя, с введением момента его рождения можно рассчитать по выражению:

$$P_p = \left[ \left( M_{\text{м.р.}} - Ч_{\text{м.р.}} \right) + 1 \right] + \sum_{i=1}^m N_{mi} + \left[ \left( K_z - K_p \right) \cdot 365 \right] + N_{\text{в.г.}} + \sum_{i=1}^{n_i} N_{\text{дтп}} \quad (9)$$

где:  $M_{\text{м.р.}}$  - числовое значение месяца, в котором родился водитель;

$Ч_{\text{м.р.}}$  - числовое значение момента рождения водителя;

$\sum_{i=1}^m N_{mi}$  - сумма дней до конца календарного года со дня момента рождения водителя;

$K_z$  - числовое значение календарного года, в котором возникло ДТП;

$K_p$  - числовое значение года, в котором родился водитель;

$N_{\text{в.г.}}$  - количество каждого високосного года, с момента рождения водителя до календарного года в котором произошло ДТП;

$\sum_{i=1}^{n_i} N_{\text{дтп}}$  - сумма дней с момента ДТП на календарном году до конца этого года.

Количество каждого високосного года определяется выражением:

$$N_{в.з.} = \frac{K^2 - K_p}{4} \quad (10)$$

где: 4 каждый четвертый год, содержащий 366 дней и имеющий в феврале 29, а не 28 дней.

Разложенное в стреле времени всех ДТП по их длительности, показывает их дискретное расположение, с определенным временным интервалом. Для определения точных интервалов времени между классами ДТП, применим теорему единственности разложения чисел, являющегося источником теории групп. Выражением ( 8 ) было установлено граница стрелы времени, в котором можно разместить все зафиксированные виды ДТП переведенные по выражению ( 9 ) во время, поэтому в определении чисел, не превосходящих величины этой границы, используем формулу Лежандра А.М. приведенного в [ 3 ]

$$K = [y] - \sum_{P_i} \left[ \frac{y}{P_i} \right] + \sum_{P_i P_k} \left[ \frac{y}{P_i P_k} \right] - \sum_{P_i P_k P_j} \left[ \frac{y}{P_i P_k P_j} \right] + \dots$$

$$P_i \leq \sqrt{y} \quad P_i P_k \leq \sqrt{y} \quad P_i P_k P_j \leq \sqrt{y} \quad (11)$$

где: К – число простых Р, таких, что  $\sqrt{y} < P \leq y$ , плюс 1.

Полученные выражением (11) числа образуют временной ряд: **1,3,7,13,....,1327,1357,....**, указывая на устойчивые интервалы между соседними числами. Если одни числа следуют с устойчивым интервалом в 2 единиц, по отношению другим, то другие числа с устойчивым интервалом в 4 единиц и так далее до конечного устойчивого интервала в 30 единиц. Конечное число устойчивых интервалов в числах полученным выражением (11) равно 15. Числа с устойчивым интервалом в 2 единиц отнесем к первой группе чисел, а числа с устойчивым интервалом в 4 единиц отнесем второй группе чисел и т.д., последнее с устойчивым интервалом в 30 единиц к 15 группе чисел. Подсчет количеств чисел входящих в первую группу, показало, что оно равно 334 единицам, во второй группе чисел - 349, в третьей группе – 504, а в последней 15 группе 4. Их сумма равно 2048. Зная количество чисел в каждой группе, на основе выражении (2,3,4,5,6 и 7) определим их вероятности.

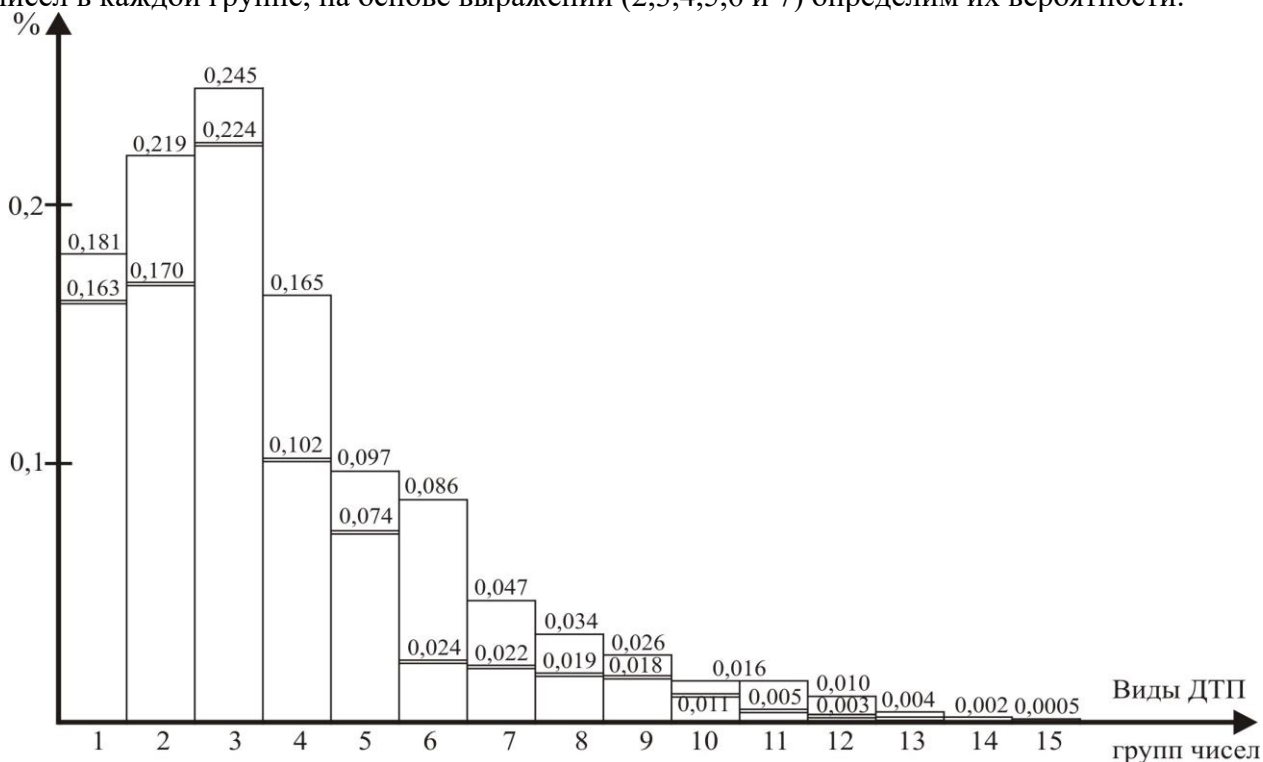


Рис. 1. Гистограмма, вероятностей всех видов ДТП (сплошная) и вероятностей всех групп чисел (двойная сплошная )

Так как 4 элемента системы ВАДС дали алгебру 15 классов ДТП, а группа чисел с устойчивыми интервалами оказалось равным тоже 15, то вполне возможно сравнить их вероятности. Сравнения представлены на рис. 1.

Рис. 1 показывает, что максимальная разница между вероятностью третьего класса ДТП, P(ВА) и вероятностью третьей группы чисел P(Гр.3) составляет 0,049 процента. Минимальная разница между вероятностью 15 класса ДТП, P(ВАДС) и пятнадцатой группы чисел P(Гр.15) составляет 0,0015 процента. Кривая, проведенная через средние значения сумм вероятностей по каждой, не что иное как функция логарифмически- нормального распределения. Это предельное распределение всех классов ДТП в Кыргызской Республике, точная модель возникновения каждого ДТП в дорожном движении. Третий класс ДТП P(ВА) указывает, что наибольшее количество ДТП возникают из-за нарушения ПДД в взаимной связи водителя с автомобилем в дорожном движении. Первый класс ДТП, указывает, что оно возникает из-за недостаточных знаний водителями ПДД. Второй класс ДТП, указывает, что оно возникает из-за не знаний водителями на достаточно высоком уровне транспортно-эксплуатационных качеств управляемых им автомобилей. Очевидно, работник ответственный за безопасность дорожного движения, зная заранее вероятность возникновения точного класса ДТП, приняв необходимые меры против возникновения этого класса ДТП, может его предупредить. Таким образом, нами установлено, что все ДТП, можно моделировать во времени, подчиняясь логарифмически- нормальному закону и предупреждать ДТП. Модель ДТП во времени может быть принято для управления безопасностью дорожного движения.

#### Выводы:

1. Построена методика хронологии ДТП, позволяющая проведению количественного анализа.
2. Определены, моменты времени, в которых вероятность возникновения ДТП по тому или иному классу, высокая.
3. Установлено, что возникновение ДТП во времени труда водителя, подчиняется логарифмически-нормальному закону.
4. Разработанная модель для управления безопасностью дорожного движения во времени, пригодная для практического применения ГУБДД МВД КР в целях предотвращения ДТП, стало быть, сохранения жизни и здоровья участникам дорожного движения.
5. Данная модель позволяет разработать конструкцию с автоматическим указанием момента времени на текущем календарном году, с указанием возникновения конкретного класса ДТП, с установкой на автомобиль.

#### Список литературы:

1. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Том.1. – М.: Мир. 1984. – 528 с.
2. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Том 2. – М.: Мир. 1984. – 738 с.
3. Ожигова Е. П. Что такое теория чисел. – М.: Изд. «Знание». 1970. –93с.