

1. АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ

1.1 Система водій-автомобіль-дорога-середовище, аналіз причин

Система (від грец. Systema - ціле, поєднане з частин; з'єднання)

- це цілісний комплекс елементів або підсистем, що знаходяться у взаємодії один з одним [12,21,40,86].

Рішення проблеми забезпечення БДР передбачає використовувати системний підхід, тобто розглядати об'єкт дослідження як систему [21]. Виходячи з принципів системного підходу до проблем забезпечення БДР, фактори, що формують рівень БДР, класифіковані в чотири групи, відомі як система «ВАДС» - водій-автомобіль-дорога-середовище [67,70].

Система ВАДС розглядається як рух автомобіля під керуванням водія по дорозі, при впливі на них навколишнього середовища [86].

Система ВАДС володіє ієрархією, тобто підпорядкованістю нижчих компонентів системи вищим. Таким чином, кожен з елементів системи підрозділяється, в свою чергу, на підсистеми і може розглядатися як окрема система більш низького рівня [86].

При цьому збої в роботі будь-якого з компонентів системи «ВАДС» призводять до зниження її ефективності та безпеки (зниження експлуатаційної швидкості, збільшення конфліктних ситуацій на дорозі) [55,71,86].

Взаємне взаємодія елементів системи ВАДС наведено на схемі (рис. 1.1.1) [86].

Водій автомобіля є оператором складної системи ВАДС. При цьому слід зазначити особливості його операторської діяльності, що відрізняють його роботу від інших операторів систем «людина-машина». Велику частину інформації (до 95%) водій отримує від об'єкта (автомобіля), дороги, середовища руху і тільки невелику частину закодованої інформації - від контрольно-вимірювальних приладів. Водій не може послаблювати увагу,

тому що відволікання уваги в швидкозмінних дорожню обстановку навіть на 1-2 секунди може привезти до аварійної ситуації. Водій, змінюючи швидкість або маршрут руху, може знизити або збільшити кількість інформації, що надходить в одиницю часу. Разом з тим, слід зазначити, що іноді водій не має можливості змінювати режим руху [42,45,67].

Рис. 1.1.1. Схема системи «водій - автомобіль - дорога - середовище»

Ефективність роботи системи ВАДС залежить від надійності оператора, яка визначається безвідмовністю його роботи. Розрізняють психологічну надійність, яка визначається відповідністю психологічних якостей водія вимогам виконуваної діяльності, і фізіологічну надійність, яка залежить від його фізичних даних, здоров'я і стану.

Водій - найбільш важливе і одночасно найменш надійна ланка. Його поведінка піддається впливу багатьох чинників, він легко відволікається, швидко втомлюється, тому йому не вдається безпомилково виконувати роботу протягом тривалого часу. Кількість відмов у системі з його вини становить 60-80% випадків [10,14,37,41,67]. При цьому відмови в системі ВАДС становлять велику загрозу для БДР.

Надійність водія - це його вміння безпомилково керувати ТЗ в будь-яких дорожніх умовах протягом робочого часу. До основних факторів, які визначають надійність водія, можна віднести його професійну придатність, підготовленість і високу працездатність [52,67,68].

Професійна придатність водія - це придатність, яка визначається відповідністю стану здоров'я, психологічних і особистісних якостей вимогам водійських діяльності. Придатність за станом здоров'я - це відповідність здоров'я вимогам водійських діяльності. Психологічна придатність визначається відповідністю психологічних і особистісних якостей вимогам водійських діяльності [67,68].

Підготовленість водія - це рівень професійних знань і навичок, які набуваються в процесі навчання і професійної діяльності водія. Хороша підготовка виражається у великому діапазоні навичок, доведених до автоматизму дій, що забезпечують правильні і своєчасні дії в критичних ситуаціях. Хороша підготовка дозволяє: максимально використовувати можливості автомобіля і безпомилково керувати ним з мінімальною затратою сил; правильно оцінювати і запобігати аварійним ситуаціям; безпомилково керувати автомобілем на великих швидкостях, в темний час доби, в гірській місцевості і т.д. Також підготовленість водія залежить від рівня психологічної підготовленості, тобто формування психофізіологічних властивостей, які забезпечують надійність роботи в будь-яких умовах. Недостатня підготовленість є найбільш частою причиною помилок водіїв в критичних ситуаціях [67,93,99].

Висока працездатність дозволяє водієві виконувати роботу з високою продуктивністю і високими якісними показниками протягом певного часу. При зниженні працездатності водій може допустити різні помилки, які нерідко призводять до ДТП. Тому висока працездатність має велике значення для надійності водіїв. Зниження працездатності відбувається після прийому алкоголю, різних наркотиків, стомлення, захворювання, при стані сильного нервового збудження або в пригніченому стані. Щоб зберегти високу працездатність, необхідно забезпечувати раціональну організацію праці і відпочинку водіїв, а також контролювати їх стан перед рейсом і під час нього, щоб, в разі потреби, відстороняти від роботи водіїв, стан яких може призвести до виникнення ДТП [67,72].

В системі надійність водія залежить і від стану інших підсистем: автомобіля, дороги і середовища. Високі техніко-експлуатаційні характеристики автомобіля, справність, зручність управління, відмінна оглядовість, відповідний мікроклімат в кабіні сприяють збереженню високої працездатності водія, і, отже, підвищують його надійність [67].

До параметрів дороги відносяться: ширина проїзної частини, радіуси кривих, поздовжні ухили, кордону (тротуар, кювет, узбіччя). Також до дороги мають відношення знаходяться на ній і придорожньому просторі ТЗ, пішоходи, світлофорні об'єкти, дорожні знаки і розмітка і т.д. Облаштування дороги може полегшити або ускладнити роботу водіїв, тим самим дорога безпосередньо впливає на надійність водіїв [44,67].

Середовище характеризується освітленістю, температурою, вологістю, вітром, видимістю і іншими параметрами. Від негативного впливу середовища водій повинен бути захищений відповідним технічним оснащенням автомобіля. На працездатність водія також впливає час доби, перепад барометричного тиску, сонячна геомагнітна активність і т. П. [67].

Тим самим, безвідмовність системи ВАДС в значній мірі залежить від надійності водія, а надійність самого водія формується під впливом інших елементів системи ВАДС - автомобіля, дороги, зовнішнього середовища.

Виникнення ДТП лише в рідкісних випадках можна пояснити однією причиною. Зазвичай ДТП є результатом впливу ряду факторів, з яких один є вирішальним. Разом з тим, слід зазначити, що при аналізі ДТП зазвичай вказується лише одна причина - вина водія, неправильно обрав режим руху.

За різними даними, від 60 до 80% всіх ДТП відбуваються через помилки водіїв [8,10,14,37,41,67]. Якщо виключити події, що здійснюються в нетверезому стані, то не менше 45-50% ДТП пов'язані з помилками водія [8].

Роль дороги в виникненні ДТП, згодна офіційної статистики, становить від 2 до 20% всіх пригод. У Росії різні джерела вказують, що вплив дороги є причиною 15-20% від загального числа подій [8]. Така мала відображення впливу характеристик дороги в статистиці ДТП викликано тим, що співробітники ГИБДД розслідують події без спеціальної апаратури, яка могла б фіксувати розміри і стан елементів дороги, а також погодні умови в момент виникнення ДТП [8].

До числа ДТП, викликаних несприятливими дорожніми умовами, відносять тільки події, пов'язані з очевидними несправностями дороги і дорожніх споруд:

- поганий стан узбіч та мостів (10-12%);
- відсутність огорожень, нерівності (25%);
- явне слизьке покриття - ожеледь (40%).

Офіційна статистика не відображає повну роль впливу дороги у виникненні ДТП, тому у «дорожників» створюється настрій самозаспокоєння і сприяє їх формальному, а іноді недбале підходу до участі в боротьбі за підвищення БДР. Такий підхід служить виправданням для істотного зниження вартості робіт і заходів щодо підвищення рівня БДР, наприклад, при розробці проектів нових доріг або реконструкції старих (облаштування тротуарів, освітлення дороги і т.д.) [8,84].

Якщо проводився детальний аналіз з оглядом місць ДТП, а також враховувалися конкретні особливості їх виникнення, з'ясовувалося, що виникнення подій в значній мірі залежить від впливу дорожніх факторів, а для маршрутних автобусів - від характеристик маршруту, несподівано ускладнюючи керування автомобілем у порівнянні з попередніми ділянками. За даними А.П. Матросова (1971), вплив дороги є непрямою причиною 70% ДТП. Е.М. Лобанов в 1980 р встановив, що в республіках Прибалтики на частку дорожніх умов доводиться від 60 до 75% випадків, хоча в офіційній статистиці значиться лише 4,7% випадків. В.В. Чванов (1986 рік) прийшов до висновку, що в гірській місцевості вплив дороги є основною причиною 47,3% пригод, хоча це було визнано тільки в 2,1% випадків. У 1991 р Всесоюзний науково-дослідний центр безпеки дорожнього руху МВС СРСР констатував, що незадовільний стан вулиць і доріг є прямою або супутньою причиною 40-45% всіх пригод на автомобільних дорогах [8].

Дороги в таких випадках ставали непрямої супутньою причиною ДТП, що викликає неадекватні дії водіїв. За аналізом, виконаному ДАІ, існує

більше 140 причин ДТП, з яких 60-80% безпосередньо пов'язані з впливом дороги на рівень БДР.

Ділянки доріг, які не відповідають режимам руху, які складаються в основному на всій протяжності дороги, стають місцями зосередження ДТП, за кордоном званими «чорними плямами» і «чорними милями». Протяжність таких місць невелика в порівнянні із загальною протяжністю доріг. У Росії вважають, що вона не перевищує 2-5% загальної протяжності дорожньої мережі, але на них виникає 20-40% всіх пригод. Критерії віднесення ділянок дороги до «небезпечним» не однакові в різних країнах. У Великобританії, наприклад, до них відносять ділянки, на яких протягом 0,3 км за 3 роки сталося не менше 12 подій; в Німеччині - якщо протягом року було десять і більше різних подій чи повторилося чотири ДТП одного типу; в Чехії - якщо на 100 м дороги зареєстровано не менше п'яти ДТП [8].

Таким чином, глибоке вивчення впливу дороги на рівень БДР неминуче призводить до необхідності перегляду поглядів на її роль у виникненні ДТП [8].

1.2 Методи оцінки рівня безпеки дорожнього руху

У зв'язку з тим, що ДТП викликають значну кількість людських жертв і великих матеріальних збитків, розроблено велику кількість різних методів оцінки рівня БДР, з метою виявлення небезпечних ділянок та маршрутів та попередження ДТП. Єр'омін В.М. умовно розділив ці методи на наступні основні групи [9]:

- 1) статистичні;
- 2) імовірнісні;
- 3) методи коефіцієнтів безпеки і шуму прискорення;
- 4) метод конфліктних точок;
- 5) метод конфліктних ситуацій.

Статистичні методи

При статистичних методах оцінка рівня БДР проводиться на підставі аналізу статистичного обліку ДТП. На перший погляд, кожна подія відбувається за випадковим збігом обставин, але при статистичному аналізі великого обсягу інформації виділяються загальні закономірності їх виникнення. Ці методи стали застосовуватися раніше за всі інші і на сьогоднішній день є найбільш поширеними. Рівень БДР зазвичай оцінюють за допомогою абсолютних і відносних показників аварійності [32,35,87].

Абсолютні показники дозволяють оцінити рівень БДР окремої ділянки дороги або маршруту через загальне число ДТП за заданий проміжок часу. При перевищенні певного числа подій за аналізований період часу, ділянку дороги або маршрут відносять до небезпечних, малонебезпечних і т.д. [32].

До недоліків абсолютних показників можна віднести те, що вони не враховують ні кількість ТЗ, що проїжджають через ділянку, ні протяжність ділянки і т.д.

Відносні показники: число ДТП, число загиблих або поранених, віднесених до 100 тис. Жителів, 10 тис. Транспортних засобів, 10 тис. Водіїв, 100 млн. Пас. км, 1 км протяжності дороги, 1 млн. авт. км пробігу транспортних засобів. У Росії добре себе зарекомендував останній з

перерахованих показників, так як він, на відміну від інших, враховує безпосередньо найважливіший фактор, що обумовлює ймовірність ДТП - пробіг транспортних засобів [32].

Для отримання порівнянних даних при визначенні рівня небезпеки ділянки дороги, застосовують спеціальний показник - коефіцієнт відносної аварійності (коефіцієнт пригод). Для довгих, порівняно однорідних за геометричними елементами ділянок доріг, коефіцієнт відносної аварійності висловлюють числом подій на 1 млн. Авт. км пробігу по цій ділянці [8,10,16,19,21,31,32,66,94]:

де: Z - кількість подій в рік, од .;

N - середньорічна добова інтенсивність руху в обох напрямках, яка приймається за даними проведеного дорожніми організаціями обліку руху, авт / добу;

L - довжина ділянки дороги, км.

Цей вислів годиться тільки для досить протяжних і однорідних ділянок дороги. Для коротких ділянок (мости, перехрестя, і т.п.), вплив яких поширюється і за межі небезпечного місця, рівень БДР оцінюють іншим показником - кількістю ДТП припадають на 1 млн. Автомобілів, що пройшли через цю ділянку (Y_2). При цьому враховують не тільки події на самій ділянці, а й трапилися в межах зони зміни швидкостей на підходах до нього:

Ф. Рейнгольдом в 1938 р запропоновано введення поняття показника тяжкості ДТП, тому що наслідки ДТП мають різну вагу - від незначних пошкоджень автомобіля і до смертельних випадків. Щоб оцінити рівень БДР ділянки дороги і можливий матеріальний збиток, застосовується узагальнений показник тяжкості подій [8,31,32]:

де: U - показник тяжкості подій;

p_i - кількість пригод різної тяжкості - незвітні, тільки з матеріальними збитками, з легкими пораненнями, з важкими пораненнями і смертельними наслідками;

n_i - відповідні їм коефіцієнти тяжкості подій кожного типу.

Методика Рейнгольда не враховує пробіг ТЗ і розрахована тільки на короткий ділянку. Якщо розглядати більш значну ділянку, то розрахунок потрібно робити з урахуванням протяжності ділянки і середньодобової інтенсивності руху. У такому випадку показник рівня БДР з урахуванням пробігу ТЗ буде виглядати так [31]:

Ф.В. Бабков [8] до легким відносить поранення, яка викликала перерву в роботі потерпілого не більше 5 діб. Загиблими при ДТП в Росії вважають померлих в момент події або протягом 7 діб після нього.

Термін, при якому вважають загиблими при ДТП, істотно розрізняється в різних країнах, складаючи від 1 року в Канаді і 30 діб в Бельгії, Ірландії та США, і до 1 доби в Іспанії. В Японії і Португалії загиблими вважають тільки померлих в момент події. Померлих після зазначених строків відносять до важко пораненим [30].

За допомогою показника тяжкості, можливо, привести до єдиної шкалою ДТП, що мають різні ступені тяжкості наслідків (табл. 1.2.1) [8]:

Таблиця 1.2.1

Коефіцієнти тяжкості наслідків ДТП, за даними різних авторів

Вид происшествий	Коэффициенты тяжести последствий ДТП по данным			
	Ф. Рейнгольда	Ф. Битцля	П. Фишера	США
Материальный ущерб	1	1	1	1
Легкое ранение	5	–	2	–
Тяжелое ранение	70	30	8	5
Смертельный исход	130	100	40	23

Хоча в цих методах і враховується тяжкість наслідків ДТП, але їм притаманні всі ті ж недоліки, що і вищепереліченим методам:

- 1) методи не придатні для оцінки рівня БДР в міських умовах;
- 2) застосування методів дають позитивні результати при дослідженні порівняно однорідних за геометричними елементами ділянок доріг;
- 3) оцінка рівня БДР можлива тільки на діючих дорогах.

Імовірнісні методи

При імовірнісних методах автомобільна дорога розглядається як споруда, що складається з поєднання окремих ділянок дороги, кожен з яких має різні значення геометричних параметрів. Суть імовірнісних методів полягає в тому, що значення різних параметрів дороги порівнюються з еталонним ділянкою. Таким чином, виявляється, наскільки кожен елемент плану і профілю дороги сприяє зростанню ймовірності виникнення ДТП у порівнянні з еталонним ділянкою. Вперше порівняння елементів ділянки дороги з еталоном був застосований на дорогах ФРН в 50-х роках [8]:

де U_0 - коефіцієнт аварійності на еталонному ділянці дороги з чотирма смугами руху, розділювальною смугою і укріпленими смугами стоянок на узбіччі ($U_0 = 1$).

U_1 – коефіцієнт, учитывающий число полос движения и наличие укрепленных полос на обочинах ($U_1=1 \div 3$);

U_2 – коефіцієнт, учитывающий в составе движения велосипедистов, мопедов и пешеходов ($U_2=1,2 \div 2,8$);

U_3 – коефіцієнт, учитывающий ширину проезжей части дороги ($U_3=1,0 \div 1,5$).

Також до імовірнісних методів відноситься оцінка доріг балами. В

Норвегії, Великобританії, США і Франції замість коефіцієнтів застосовувалися бали, які оцінювали характеристику дороги - ширину смуг та узбіч, радіуси кривих в плані, видимість при зустрічному обгоні, близькість до дороги будівель на придорожній трасі, наявність автобусних зупинок, видимість перетинів доріг в одному рівні, рівність покриття і т.п. Кожен елемент оцінювався балами, причому більш високий бал відповідав більш безпечним умовам руху по дорозі [8].

У Радянському Союзі В.М. Сіденко і А.А. Рибальченко запропонували "кваліметричеській" (кількісний) метод оцінки рівня БДР. У ньому враховувалися три групи факторів, що впливають на безпеку руху - технічні (геометричні елементи дороги та умови руху), ергономічні (естетичний вигляд дороги і психофізіологічні особливості сприйняття її водіями) та економічні (витрати на будівництво і подальше утримання дороги).

До імовірнісним методам також відноситься метод коефіцієнтів аварійності, який був запропонований в 60-х роках В.Ф. Бабкова, цей метод отримав широке застосування, як в Росії, так і в деяких інших країнах. Він являє собою твір приватних коефіцієнтів аварійності, k_1, k_2, \dots, k_n , кожен з яких характеризує відносну ймовірність виникнення ДТП на даній ділянці

під впливом інтенсивності руху, елементів плану, профілю дороги і т.д. [8,10,19,21,66,78]:

За допомогою методу коефіцієнтів аварійності можна оцінити рівень БДР на дорогах: в рівнинних і горбистих місцевостях, в гірських місцевостях, а також на магістральних вулицях міст. При цьому вага і самі приватні коефіцієнти змінюються в залежності від розглянутого ділянки.

В.Ф. Бабков [8] вважає, що в проектах нових доріг необхідно розробляти варіанти ділянок, в яких підсумковий коефіцієнт аварійності не перевищує 15-20. У проектах ремонту доріг, в умовах горбистого рельєфу, необхідно передбачати перебудову ділянок доріг з підсумковим коефіцієнтом аварійності більше 25-40. А ділянки з коефіцієнтом 50-70 слід вважати найбільш небезпечними.

Графік залежності між коефіцієнтом відносної аварійності і підсумковим коефіцієнтом аварійності (рис. 1.2.1) показує, що після максимуму пригод при $K_{ит}= 80-100$ аварійність починає

зменшуватися. Як випливає з графіка, число подій при $K_{ит}= 40$ таке ж, як при $K_{ит}= 250$. Однак ділянки з більш високим коефіцієнтом підсумкової аварійності мають дуже низькі транспортно-експлуатаційні характеристики, так як зі збільшенням коефіцієнта швидкість проїзду складних ділянок швидко знижується.

Рис. 1.3.2.1. Залежність між кількістю ДТП на 1 млн. Авт-км і підсумковим коефіцієнтом аварійності

Графік (рис. 1.3.2.1) можна застосувати для прогнозування кількості ДТП на 1 млн. Авт-км. О.А. Дівочкін встановив, що для лівої частини графіка в межах від 20 до 80 існує досить стійкий зв'язок між числом подій на 1 млн. Авт-км і значенням підсумкового коефіцієнта аварійності [8]:

$$Y = 34,5 - 0,27 \cdot K_{ит} + 0,009 \cdot K_{ит}^2 . \quad (1.2.7)$$

В.І. Пуркінєє і Ю.М. Ситников визначили аналогічну залежність доріг на підходах до мостів:

До недоліків перерахованих вище методів можна віднести:

- для оцінки рівня БДР однієї ділянки слід отримати твори великої кількості показників, що, в свою чергу, вимагає значного часу. При цьому ймовірність помилки сильно зростає, а якщо ділянка не один, то перераховані вище проблеми багаторазово зростають;

- не враховується взаємозв'язок окремих коефіцієнтів, які впливають на загальну аварійність;

- методи не придатні для оцінки рівня БДР на міських дорогах.

Професором Максимовим В.А. запропоновані поняття і методика визначення складності маршрутів міських автобусів на основі узагальненого параметра складності [48]. Даний підхід дозволяє за допомогою регресійного рівняння, розрахувати чисельне значення параметра складності маршруту. Потім за величиною розрахункового параметра класифікувати маршрути за категоріями складності.

При визначенні складності маршрутів використовуються наступні параметри: планова середня експлуатаційна швидкість; середня довжина перегону; питомий число поворотів на маршруті руху; коефіцієнт використання пасажиромісткості та середня щільність транспортного потоку. У подальших роботах проф. В.А. Максимова при визначенні складності маршруту враховувалися і інші параметри маршруту [11].

Запропонована методика дозволяє коригувати основні нормативи технічної експлуатації міських автобусів при визначенні планових (прогнозних) значень експлуатаційних витрат міських автобусів.

Даний підхід може бути використаний при забезпеченні БДР маршрутних автобусів, розробці класифікації характеристик маршруту, що впливають на БДР маршрутних автобусів, математичному моделювання та

вироблення управлінських рішень при відборі водіїв на автобусні маршрути регулярних перевезень.

Методи коефіцієнтів безпеки і шуму прискорення

Траса без різких змін в плані і профілі, що допускає рух автомобілів з постійною швидкістю, є найбільш безпечною для руху. Аналіз розподілу ДТП показує, що їх дуже багато зосереджено на порівняно невеликих ділянках, які відрізняються від попереднього ділянки різким погіршення дорожніх умов. Водії, в'їжджаючи на таку ділянку дороги, стикаються з необхідністю різкого зниження швидкості, що, в свою чергу, викликає аварійну ситуацію і може привести до ДТП.

Коефіцієнт безпеки - це відношення швидкості руху, забезпечується елементами дороги, до швидкості, яка може бути набрані при в'їзді на цю ділянку [8,10,66,78].

де: v – максимальная скорость движения на участке;

$v_{вх}$ – максимальная скорость въезда на данный участок.

Для оцінки рівня БДР за обчисленими швидкостям руху використовують коефіцієнти безпеки (табл. 1.2.2):

Таблица 1.2.2

Рівень небезпеки ділянки дороги по величині коефіцієнта безпеки

Характеристики участка	$K_{без}$
Не опасный	более 0,8
Малоопасный	0,6÷ 0,8
Опасный	0,4÷ 0,6
Очень опасный	менее 0,4

До недоліків цього методу можна віднести [8,10]:

- використання методу дає позитивні результати лише при малих значеннях інтенсивності руху;

- метод враховує рух тільки одиночного автомобіля;

- початкова швидкість руху не враховується, хоча очевидно, що при більш високих швидкостях проходження ділянок є більш небезпечним і т.д.

Деякі з перерахованих вище недоліків частково виправлені в наступному методі. Цей метод враховує не тільки відношення максимальної швидкості руху на ділянці до максимальної швидкості в'їзду на нього, а й початкову швидкість, і негативне поздовжнє прискорення (табл. 1.2.3) [10,19,66]:

Таблиця 1.2.3

Рівень небезпеки ділянок доріг в залежності від поєднання коефіцієнта безпеки, початкової швидкості і негативного прискорення

Характеристики участка	Ускорение, м/с ²			
	Менее 0,5	0,5÷ 1,5	1,5÷ 2,5	2,5÷ 3,5
	Начальная скорость движения 60÷ 80 км/ч			
Неопасный	Более 0,45	Более 0,60	Более 0,65	Более 0,75
Опасный	0,35÷ 0,45	0,45÷ 0,60	0,50÷ 0,65	0,55÷ 0,75
Очень опасный	Менее 0,35	Менее 0,45	Менее 0,50	Менее 0,55
	Начальная скорость движения 85÷ 100 км/ч			
Неопасный	Более 0,55	Более 0,70	Более 0,75	Более 0,80
Опасный	0,5÷ 0,55	0,55÷ 0,70	0,60÷ 0,75	0,65÷ 0,80
Очень опасный	Менее 0,45	Менее 0,55	Менее 0,60	Менее 0,65
	Начальная скорость движения 105÷ 120 км/ч			
Неопасный	Более 0,75	Более 0,80	Более 0,85	Более 0,85
Опасный	0,60÷ 0,75	0,65÷ 0,80	0,70÷ 0,85	0,70÷ 0,85
Очень опасный	Менее 0,60	Менее 0,65	Менее 0,70	Менее 0,70

Водії, проїжджаючи складні ділянки доріг, неоднаково оцінюють рівень їх небезпеки і проїжджають їх з різними швидкостями. При цьому розрізняються не тільки прискорення, але і місця їх застосування на ділянці. У наступному методі характеризується інтенсивність зміни швидкостей руху на різних ділянках шляху через середню квадратичну величину реалізованих

прискорень. Цей показник називається «шум прискорення», вимірюваний в м / с² (формула 1.2.9) [8]:

где: a_i – ускорение в i -м створе;

n - число створів.

Умови руху вважаються сприятливими, якщо шум прискорення становить близько 0,2 м / с². Небезпечними вважаються, якщо значення шуму прискорення 0,45 м / с² і вище. В.В. Чванова і А.А. Алексєєвим для долинних ділянок гірських доріг встановлено зв'язок між нервово-емоційною напруженістю водіїв, коефіцієнтом безпеки і шумом прискорення (табл. 1.2.4) [8].

Шум прискорення є об'єктивним показником для оцінки рівня БДР тільки на швидкісних магістралях невинного руху, з частими зупинками цей показник не відображає справжній характер руху.

Таблиця 1.2.4

Зв'язок між нервово-емоційною напруженістю водіїв, коефіцієнтом безпеки і «шумом прискорення»

Сложность маршрута	Коэффициент безопасности	Нервно-эмоциональная напряженность водителей	Шум ускорения
Легкий	0,8	Оптимальная	0,75
Сложный	0,6	Повышенная	1,0÷ 1,2
Очень сложный	0,4	Перегруженная	1,4

Конфліктні точки - це місця, де в одному рівні перетинаються траєкторії руху транспортного засобу чи траєкторії автомобілів і пішоходів [32].

Дослідження ДТП показали, що найбільше число випадків відбувається в так званих конфліктних точках. Багатьма вченими розроблені методи оцінки рівня БДР на перетинах доріг. М.С. Фільшенсоном був запропонований метод оцінки за взаємною контакту транспортних потоків, який дозволяє оцінити складність перетинів транспортних потоків:

де: M – показатель сложности транспортного узла, перекрестка и т.д.;

k_i – коэффициент сложности i -го конфликта;

m_i – число конфликтных точек i -го вида.

Ступінь небезпеки перетинів в одному рівні залежить також від напрямку і інтенсивності пересічних потоків, числа точок перетину, розгалужень і злиття потоків руху - конфліктних точок, а також від відстані між цими точками. Чим більше автомобілів проходить через конфліктну точку, тим більша ймовірність виникнення в ній ДТП. Небезпека конфліктної точки на 10 млн. Авт. можна оцінити по можливої аварійності в ній (кількість ДТП за 1 рік) [8,19,66]:

де: k_i – относительная аварийность конфликтной точки;

M_i – интенсивность движения на главной дороге, авт/сут;

N_i – интенсивность движения на второстепенной дорог, авт/сут;

K_r – коэффициент годовой неравномерности потоков, число ДТП на 10 млн. автомобилей.

Коефіцієнт 25 необхідний у формулі для обліку середньої кількості робочих днів у місяці, протягом яких завантаження доріг зростає. Коефіцієнт для існуючих доріг приймають для місяця, в якому проводився облік інтенсивності руху. Для знову проєктованих доріг відносини $25/K_r$ приймають рівними 365. Коэффициенты k_i , K_r подробно приводятся в рекомендациях по обеспечению безопасности движения на автомобильных шляхах [66].

Загальна кількість ДТП на перетині визначається як сума пригод в кожній конфліктній точці:

де: n - число конфліктних точок на перетині.

Рівень забезпечення БДР на транспортній розв'язці оцінюють показником безпеки [8,19,66,78]:

де: G – число ДТП за один год;

K_r – коефіцієнт годової нерівномірності руху, число ДТП на 10 млн. автомобілів;

M – інтенсивність руху на головній дорозі, авт/сут;

N – інтенсивність руху на второстепенній дорозі, авт/сут.

Чим більше показник K_a , тим небезпечніше перехресття і тим вище ймовірність виникнення ДТП (табл. 1.2.5):

Таблиця 1.2.5

Ступінь небезпеки перехресття по показнику

Степень опасности пересечения	K_a
Не опасный	менее 3
Малоопасный	3÷ 8
Опасный	8÷ 12
Очень опасный	более 12

Для проєктованих доріг показник K_a повинен бути менше восьми.

До недоліку можна віднести те, що метод по своїй суті належить до ймовірнісних методів, тому йому притаманне більшість недоліків ймовірнісних методів.

Метод конфліктних ситуацій

Під конфліктною ситуацією розуміється дорожньо-транспортна ситуація, що виникає між рухомими автомобілями або рухомим автомобілем і обстановкою дороги, при якій виникає ризик ДТП, якщо учасники руху будуть продовжувати руху без змін [10].

В.Ф. Бабков пише, що конфліктною ситуацією є така ситуація, при якій автомобілі настільки зближуються, що без зміни їх подальшого руху ризик події різко зростає. Небезпека ДТП виключається водіями за допомогою маневрів або гальмування [8].

У методичних рекомендаціях під конфліктною розуміється ситуація, що виникає між водіями або рухомим автомобілем і обстановкою дороги, при якій існує небезпека ДТП, але учасники дорожнього руху не вживають дій і продовжують рух. Показником наявності конфліктної ситуації є зміна швидкості або траєкторії руху транспортних засобів [66].

В.М. Єрьомін під конфліктною ситуацією розуміє такі дорожньо-транспортного ситуації, які для водія виникають раптово і при відсутності змін в його діях подальші рухи призведе до зіткнення [9].

Розрізняють конфліктні ситуації трьох видів:

- 1) легкі, коли небезпека виникає для водія на досить великій відстані від конфліктної точки, і він має можливість своєчасно оцінити ситуацію;
- 2) середні, коли небезпека з'являється несподівано або виникає при неправильній первинній оцінці ситуації, що складається;
- 3) критичні, коли небезпека з'являється раптово, водієві необхідно зреагувати на неї максимально швидко на короткій ділянці дороги.

Рівень небезпеки ділянки дороги можна визначити, привівши кількість конфліктних ситуацій до критичних [8,19,32,66]:

де: k_1, k_2, k_3 – количество легких, средних и критических конфликтных ситуаций соответственно на участке в 1 км в 1 г.

Ступінь небезпеки конфліктної ситуації залежить від поздовжніх і поперечних негативних прискорень, що вживаються водіями при маневрах щодо запобігання події (табл. 1.3.5.1).

Коефіцієнт відносної аварійності можна розрахувати, як число можливих подій на 1 млн. Авт. км [8,10,19,66]:

де: Y – коэффициент относительной аварийности, ДТП/1 млн. авт-км;

N – интенсивность движения, авт/ч;

L – длина рассматриваемого участка, км;

$K_{\text{крит}}$ – количество конфликтных ситуаций, приведенных к критическим.

Таблица 1.2.6

Ступінь небезпеки конфліктної ситуації в залежності від негативних прискорень і швидкості перед ситуацією

Отрицательные ускорения, м/с^2	Скорость перед конфликтной ситуацией, км/ч	Ускорения при конфликтной ситуации, м/с^2		
		Легкой	Средней	Критической
Поперечные	Более 100	0,5 – 0,9	0,9 – 1,9	Более 1,9
	80 – 100	0,5 – 1,9	1,9 – 2,6	Более 2,6
	60 – 80	0,5 – 2,3	2,6 – 3,2	Более 3,2
	Менее 60	0,5 – 2,9	3,2 – 3,7	Более 3,7
Поперечные	Более 100	0 – 0,3	0,3 – 0,7	Более 0,7
	60 – 100	0,4 – 0,6	0,7 – 1,1	Более 1,1
	Менее 60	0,8 – 1,2	1,2 – 1,5	Более 1,5

Ділянки дороги за ступенем небезпеки оцінюють виходячи з наступних значень конфліктних ситуацій (табл. 1.2.7) [8,10,19,66]:

Таблиця 1.2.7

Степень опасности	Число конфликтных ситуаций на 1 млн. авт-км
Неопасный	Менее 210
Малоопасный	210 – 310
Опасный	310 – 460
Очень опасный	Более 460

Оцінка рівня БДР за допомогою методу конфліктних ситуацій можлива двома способами: першим способом використовуються дані, що збираються шляхом дослідження режиму руху (спостереження на стаціонарних постах, застосування рухомого спостереження), другим способом - вдаючись до імітаційного моделювання на комп'ютері за допомогою спеціальних програм [8].