

НАДЕЖНОСТЬ АВТОБУСОВ МАЗ

Канд. техн. наук, проф. КАПУСТИН Н. М., асп. МАТВИЕНКО И. В.

Белорусский национальный технический университет

Значительный резерв повышения производительности автобусов и удовлетворения потребности населения в пассажирских перевозках – повышение надежности и совершенствование технической эксплуатации автобусного парка.

Важное место в осуществлении пассажирских перевозок принадлежит автобусам Минского автомобильного завода, поэтому решение проблемы повышения их эксплуатационной надежности, а также сокращения расходов на их содержание имеет большое значение. Наиболее эффективные решения данной проблемы могут быть получены только при совместных усилиях как в сфере производства, так и эксплуатации. В первом случае эти усилия должны быть направлены на совершенствование конструкции и качества изготовления автобусов с целью повышения надежности создаваемой продукции, во втором — на совершенствование технической эксплуатации автобусов с целью поддержания их надежности на заданном уровне и снижения при этом материальных и трудовых затрат.

Для разработки рекомендаций по повышению безотказности и эксплуатационной технологичности создаваемых автобусов, выявления резервов повышения надежности и сокращения затрат на техническое обслуживание и ремонт БелНИИТ «Транстехника» совместно с Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, РУП «МАЗ», ТК УП «Минск-пассажиравтотранс» организовано исследование надежности подконтрольных групп автобусов МАЗ в четырех автобусных парках Минска. Цель данных работ – исследование надежности агрегатов, узлов и систем автобусов МАЗ в условиях эксплуатации и разработка предложений по повышению их безотказности и долговечности.

Исследовательская работа, выполненная в автобусных парках, позволила оценить надежность автобусов МАЗ за период с 1997 г. по первое полугодие 2003 г. на пробеге до 350,0 тыс. км. Объектами исследования явились серийные автобусы МАЗ-103 с двигателями ММЗ (25 шт.) и RENAULT (25 шт.), МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ (25 шт.) выпуска 1997–1998 гг. [1].

Данные по пробегам подконтрольных автобусов приведены в табл. 1, 2

Таблица 1

Пробег подконтрольных автобусов МАЗ-103, МАЗ-104 с начала эксплуатации, км

Модель автобуса	Общий пробег	Средний пробег на один автобус
МАЗ-103 с дв. ММЗ	5591257	223650,3
МАЗ-103 с дв. RENAULT	8721349	348854,0
МАЗ-104 с дв. ЯМЗ	7698319	307932,8
Итого	22010925	

Таблица 2

Пробег за первое полугодие 2003 г., км

Модель автобуса	Общий пробег	Средний пробег на один автобус
МАЗ-103 с дв. ММЗ	222456	8898,2
МАЗ-103 с дв. RENAULT	412248	16490,0
МАЗ-104 с дв. ЯМЗ	305331	12213,2
Итого	940035	

За первое полугодие 2003 г. в области эксплуатации подконтрольной группы автобусов было выявлено 4680 отказов, что в среднем составляет 62,4 отказа на один автобус. За период с 1997 по 2003 г. выявлено 26664 отказа, что в среднем составляет 355,5 отказа на один автобус.

При анализе распределения отказов по моделям автобусов определено, что наибольшее

количество отказов (404,3 отказа на один автобус) наблюдается у автобуса МАЗ-103 с двигателем ММЗ. Данный показатель у автобусов МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ и МАЗ-103 с двигателем RENAULT соответственно составил 337,6 и 324,7 отказа. Распределение отказов по моделям автобусов за период с 1997 по первое полугодие 2003 г. и за первое полугодие 2003 г. приведено на рис. 1.

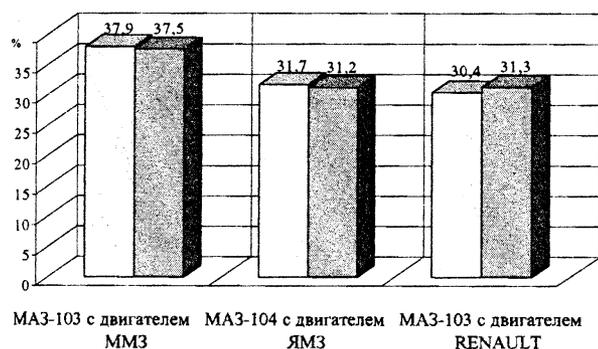


Рис. 1. □ – 1997 – первое полугодие 2003 г.; ■ – первое полугодие 2003 г.

В связи с неравномерностью величины пробегов по группам автобусов для определения наиболее полного сопоставления безотказности автобусов учитывался показатель количества отказов на 10,0 тыс. км пробега (рис. 2). Наибольшее значение среднего количества отказов

на 10,0 тыс. км пробега у автобусов МАЗ-103 с двигателем ММЗ (18,1 отказа на 10,0 тыс. км пробега), что выше аналогичного показателя для автобусов МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ и МАЗ-103 с двигателем RENAULT в 1,68 и 1,94 раза соответственно.

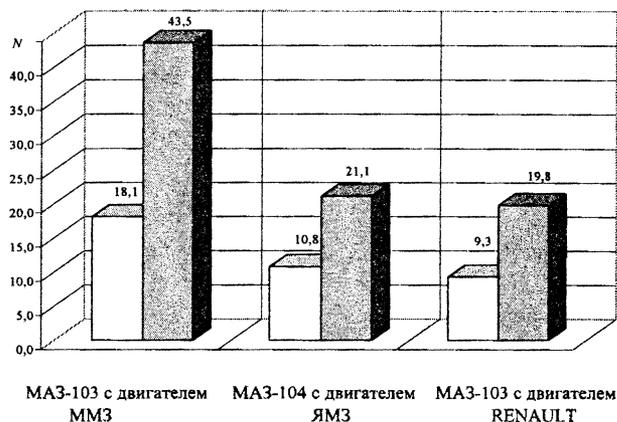


Рис. 2. □ – 1997 – первое полугодие 2003 г.; ■ – первое полугодие 2003 г.

В процессе исследования надежности эксплуатации в подконтрольной группе автобусов был определен характер распределения отказов по агрегатам и системам автобусов. Группы агрегатов, составивших от общего числа отказов уровень более 10 и менее 2 %, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Группы агрегатов, определяющие характер распределения отказов по системам автобусов

Уровень, составляющий более 10 %			
Модель автобуса	Группа агрегатов	Количество отказов	Доля от общего числа отказов, %
МАЗ-103 с двигателями ММЗ и RENAULT	Электрооборудование и приборы	3527	19,4
	Двигатель и его системы	3223	17,7
	Пневмосистема и тормозная система	2296	12,6
	Колеса и ступицы	2059	11,3
МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ	Электрооборудование и приборы	1529	18,1
	Двигатель и его системы	1486	17,6
	Пневмосистема и тормозная система	1220	14,5
	Колеса и ступицы	1095	13,0
Уровень, составляющий менее 2 %			
МАЗ-103 с двигателями ММЗ и RENAULT	Задний мост	303	1,7
	Карданная передача	100	0,5
	Передний мост	75	0,4
МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ	Задний мост	61	0,7
	Карданная передача	25	0,3
	Передний мост	22	0,3

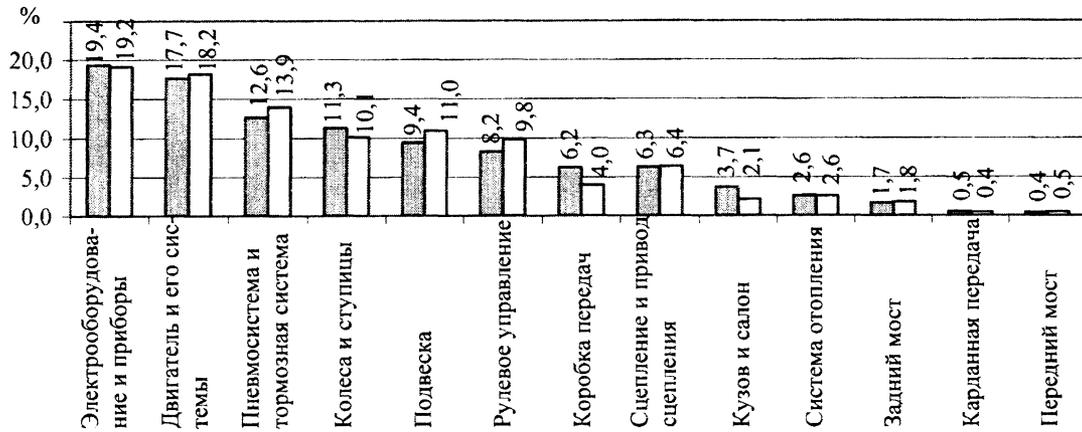


Рис. 3. ■ – 1997 – первое полугодие 2003 г.; □ – первое полугодие 2003 г.

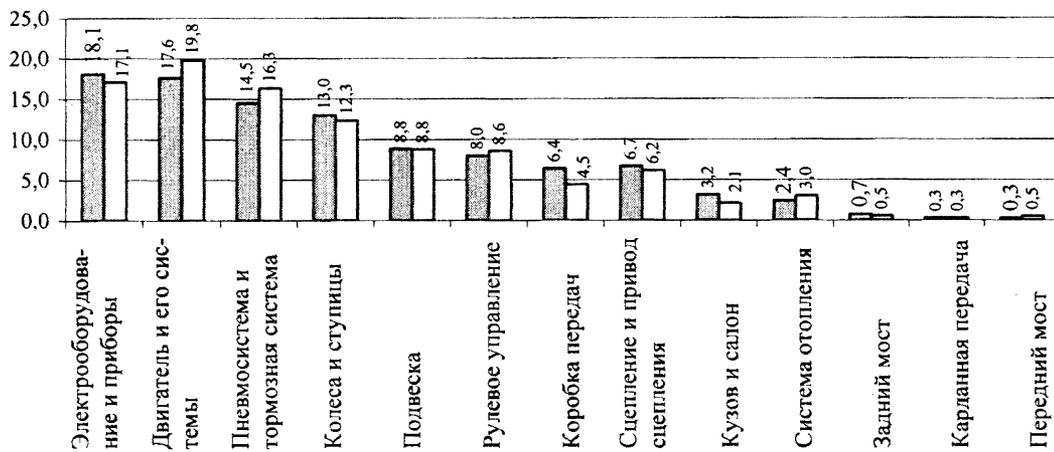


Рис. 4. ■ – 1997 – первое полугодие 2003 г.; □ – первое полугодие 2003 г.

Распределение отказов по агрегатам и системам автобуса MAZ-103 с двигателями MM3 и RENAULT приведено на рис. 3, а автобуса MAZ-104 с двигателем ЯМЗ – на рис. 4.

В процессе наблюдения за подконтрольной группой автобусов было определено распределение отказов по двигателю, системе смазки и опоре силового агрегата подконтрольных автобусов. Количество отказов по моделям автобусов составило для автобуса MAZ-103 с двигателем MM3 – 362 отказа, для MAZ-104 с двигателем ЯМЗ – 269 отказов, для автобуса MAZ-103 с двигателем RENAULT – 129 отказов. С точки зрения надежности и ремонтпригодности, двигатель MM3 имеет наихудшие показатели, так как в числе деталей, лимитирующих его надежность, находятся: гильза цилиндров (отказы – износ, трещина); поршень (износ), коль-

ца поршневые (износ). Ремонт и замена этих деталей ввиду их большой трудоемкости, связанной с разборкой двигателя и цилиндропоршневой группы, ведет к значительному простоя автобусов в зоне технического обслуживания и ремонта. Для двигателя MM3 основными деталями, лимитирующими надежность, являются: прокладка головки блока цилиндров (прогорание) – 33,7 % (от общего числа отказов), двигатель в сборе (замена) – 8,5, прокладка масляного фильтра (разрыв) – 7,5, гильза цилиндра (трещина, износ) – 6,0 %. Для двигателя ЯМЗ – прокладка головки блока цилиндров (прогорание) – 24,1 %, манжета коленчатого вала – 8,2, кольца поршневые (износ) – 7,8, поршень (износ) – 5,6, двигатель в сборе (замена) – 4,8 %, вкладыши шатунные (износ) – 4,8 %. Для двигателя RENAULT – проклад-

ка головки блока цилиндров (прогорание) – 25,5 %, прокладка поддона двигателя (проседание) – 10,1, кольцо гильзы уплотнительное (износ) – 6,2 %.

Количество отказов по системе питания двигателя топливом составило: для двигателя ММЗ – 717, для RENAULT – 385, для ЯМЗ – 391. К числу деталей, лимитирующих надежность системы питания, следует отнести: распылитель форсунки (закоксовывание), трос газа (заедание, разрыв), трубку топливную ТНВД подводящую (трещина).

Проведен анализ числа отказов по системе охлаждения двигателей. По двигателю ММЗ выявлено 847 отказов, RENAULT – 703 и ЯМЗ – 701 отказ. Для всех двигателей общими деталями, лимитирующими надежность системы охлаждения, являются: патрубков радиатора, ремень привода водяного насоса, радиатор основной. Для системы охлаждения двигателя ММЗ, кроме перечисленных выше, деталями, лимитирующими надежность, являются: гидропривод вентилятора, трубка гидропривода вентилятора; для двигателя RENAULT – гидропривод вентилятора, патрубок водяного насоса, трубка гидропривода вентилятора; для двигателя ЯМЗ – манжета водяного насоса, патрубок водяного насоса, насос водяной.

Выявлено, что для систем выпуска отработавших газов деталями, на которые приходится наибольшее количество отказов, являются глушитель и его металлорукав (прогорание): для автобуса МАЗ-103 с двигателем ММЗ – 51,0 и 35,3 %; МАЗ-103 с двигателем RENAULT – 58,6 и 20,7 %; МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ – 70,4 и 20,8 % соответственно.

Установлено, что для сцепления и привода сцепления за исследуемый период число отказов по моделям составило: МАЗ-103 с двигателем ММЗ – 794, МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ – 563, МАЗ-103 с двигателем RENAULT – 347. Перечни деталей, лимитирующих надежность и характер отказов, для автобусов с двигателями ММЗ и RENAULT практически совпадают (усилитель пневмогидравлический, цилиндр подпедальный сцепления, диск нажимной сцепления, накладка фрикционная, муфта фрикционная с подшипником в сборе). У двигателя ЯМЗ деталями, лимитирующими надежность, являются: диск ведомый сцепления, накладка

фрикционная, цилиндр подпедальный сцепления, усилитель сцепления, диск нажимной сцепления, муфта фрикционная с подшипником в сборе.

Проведен анализ отказов по коробке передач и ее приводу. Число отказов по моделям составило: МАЗ-103 с двигателем ММЗ – 758, МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ – 549, МАЗ-103 с двигателем RENAULT – 378. Определено, что перечень деталей, лимитирующих надежность, и характер отказов для всех моделей автобусов практически совпадают (опора тяги КПП, крестовина карданного вала тяги КПП, рычаг переключения передач, тяга КПП, механизм переключения передач).

При сравнении надежности работы карданной передачи автобусов МАЗ-103 и МАЗ-104 установлено, что вероятность безотказной работы карданной передачи автобуса МАЗ-104 выше. У автобусов МАЗ-103 выявлено 100 отказов против 25 у МАЗ-104. Для обеих марок автобусов основными деталями, лимитирующими надежность и имеющими наибольшее количество отказов, являются крестовина карданного вала (износ шипов) – 33,0 % у МАЗ-103 и 40,0 % у МАЗ-104 и болт крепления фланца карданного вала (обрыв) – 27,0 % у МАЗ-103 и 24,0 % у МАЗ-104. Кроме указанных выше, деталями, лимитирующими надежность у автобусов обеих марок, являются: вал карданный в сборе (износ шлицев), манжета игольчатых подшипников карданной передачи (износ), подшипник крестовины карданного вала (износ).

По заднему мосту МАЗ-103 выявлено 303 отказа, МАЗ-104 – 61 отказ. Основными деталями, лимитирующими надежность, для автобусов обеих марок являются: манжета ведущей шестерни конического редуктора (износ) – 33,6 % у МАЗ-103 и 26,2 % у МАЗ-104; манжета ведущей шестерни колесного редуктора (износ) – 13,8 % у МАЗ-103 и 24,6 % у МАЗ-104. Для МАЗ-103, кроме указанных выше, лимитирующими деталями также являются: фланец ведущей шестерни конического редуктора, подшипник ведущей шестерни конического редуктора, прокладка регулировочная, а для МАЗ-104 – редуктор колесный.

По числу отказов, лимитирующих надежность переднего моста, лучшие показатели у автобуса МАЗ-104 – 22 отказа (в среднем 0,88

отказа на один мост), тогда как у МАЗ-103 – 75 отказов (в среднем 1,5 отказа на один мост). Наибольшее количество отказов у обоих типов автобусов приходится на шкворень поворотного кулака (износ) – 41,3 % у МАЗ-103 и 27,3 % у МАЗ-104 и втулку шкворня (износ) – 25,3 % у МАЗ-103 и 31,8 % у МАЗ-104.

Анализ числа отказов по подвеске автобусов МАЗ-103 выявил 1709, а по МАЗ-104 – 745 отказов. В среднем на подвеску автобусов приходится: 34,18 отказа – для автобуса МАЗ-103 и 29,8 – для МАЗ-104. При совпадении как деталей, так и характера отказов (пневмобаллон, регулятор положения кузова, амортизатор, втулка головки реактивной штанги), подвеска автобуса МАЗ-103 дополнительно характеризуется наличием отказов по болту крепления балки задней подвески (срез), а у автобуса МАЗ-104 – балка задней подвески (трещина по сварному шву).

При исследовании колес и ступиц у автобусов МАЗ-103 выявлено 2059, у МАЗ-104 – 1095 отказов. Детали, лимитирующие надежность работы колес и ступиц, у автобусов МАЗ-103 и МАЗ-104 практически идентичны. Наибольшее количество отказов имеют: колесо (износ протектора, прокол) – 59,0 % у МАЗ-103 и 63,5 % у МАЗ-104; манжета ступицы колеса (износ) – 19,9 % у МАЗ-103 и 15,8 % у МАЗ-104; болт крепления колеса (срез, срыв резьбы) – 7,0 % у МАЗ-103 и 9,0 % у МАЗ-104.

По рулевому управлению выявлено 1498 отказов для автобуса МАЗ-103 и 672 – для МАЗ-104. Установлено, что основными деталями, лимитирующими надежность для данного узла обеих марок автобусов, являются: ремень привода насоса гидроусилителя (вытягивание, разрыв) – 9,3 % у МАЗ-103 и 18,4 % у МАЗ-104; крестовина карданного вала (износ шипов) – 10,6 % у МАЗ-103 и 9,6 % у МАЗ-104; подшипник крестовины карданного вала (износ) – 9,7 % у МАЗ-103 и 11,1 % у МАЗ-104; палец шаровой (износ) – 4,6 % у МАЗ-103 и 6,2 % у МАЗ-104; тяга продольная (износ наконечника, погнутость, срыв резьбы) – 3,5 % у МАЗ-103 и 8,6 % у МАЗ-104; тяга поперечная (износ наконечника, погнутость, срыв резьбы) – 5,5 % у МАЗ-103 и 4,9 % у МАЗ-104.

По пневмосистеме и тормозной системе выявлено 2296 отказов для автобуса МАЗ-103 и

1220 отказов – для МАЗ-104. Наибольшее количество отказов по автобусу МАЗ-103 имели детали: воздухопровод компрессора нагнетательный (трещина) – 10,3 %; накладка фрикционная (износ) – 10,3; рычаг регулировочный – 8,3; регулятор давления (зависание, заклинивание, износ) – 7,7; ремень компрессора (вытягивание, разрыв) – 7,4; колодка тормозная (деформация, износ опорных гнезд) – 4,6 %, по МАЗ-104 – ремень компрессора (вытягивание, разрыв) – 15,3 %; накладка фрикционная (износ) – 12,8; рычаг регулировочный (заклинивание, износ) – 8,5; компрессор (износ деталей) – 5,5; воздухопровод компрессора нагнетательный (трещина) – 5,0 %.

Определены детали, лимитирующие надежность электрооборудования и приборов автобусов МАЗ-103 и МАЗ-104. Выявлено 3527 отказов для автобуса МАЗ-103 и 1529 – для МАЗ-104. В среднем на один автобус приходится 70,54 отказа для МАЗ-103 и 61,16 – для МАЗ-104. Перечень деталей, лимитирующих надежность и характер отказов, практически совпадает: генератор (замыкание, отказ) – 8,2 % у МАЗ-103 и 5,6 % у МАЗ-104; ремень генератора (вытягивание, разрыв) – 8,5 % у МАЗ-103 и 11,5 % у МАЗ-104; электропривод УПЕ (замыкание, обрыв) – 7,5 % у МАЗ-103 и 6,3 % у МАЗ-104; жгут задка (замыкание, обрыв) – 5,1 % у МАЗ-103 и 6,5 % у МАЗ-104; стартер (замыкание, отказ) – 4,8 % у МАЗ-103 и 4,3 % у МАЗ-104.

По кузову и салону выявлено 678 отказов для автобуса МАЗ-103 и 268 – для МАЗ-104. Установлено, что детали, лимитирующие надежность, практически идентичны для обеих моделей: ловитель двери (обрыв крепления) – 14,9 % у МАЗ-103 и 13,0 % у МАЗ-104; кронштейн двери (поломка) – 12,3 % у МАЗ-103 и 13,0 % у МАЗ-104; стекло ветровое (аварийное повреждение, трещина) – 10,9 % у МАЗ-103 и 13,0 % у МАЗ-104, стекло салона (аварийное повреждение, трещина) – 8,5 % у МАЗ-103 и 7,8 % у МАЗ-104.

При сравнении среднего пробега на один автобус выявлено, что пробег одного автобуса МАЗ-103 с двигателем RENAULT в 1,56 раза выше, чем у автобуса МАЗ-103 с двигателем ММЗ и в 1,13 – чем у автобуса МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ. Пониженный пробег автобусов

МАЗ-103 вызван низкой надежностью двигателя ММЗ, число отказов по которому значительно превосходит их количество по двигателям RENAULT и ЯМЗ. Очевидно, что двигатель ММЗ нуждается в доработке конструкции с целью повышения его надежности и ремонтпригодности.

Проведенные исследования отказов деталей и узлов автобусов МАЗ-103, МАЗ-104 за период с мая 1997 г. по июнь 2003 г. позволили определить:

- показатели вероятности безотказной работы узлов и систем автобусов (табл. 4);
- перечень деталей, лимитирующих надежность агрегатов и систем автобусов МАЗ;
- показатели среднего количества отказов автобусов на 10,0 тыс. км пробега.

Таблица 4

Показатели вероятности безотказной работы узлов и систем автобусов, тыс. км

Наработка	МАЗ-103 с двигателем ММЗ	МАЗ-103 с двигателем RENAULT	МАЗ-104 с двигателем ЯМЗ
До первого отказа	3,88	4,14	4,56
На отказ	0,55	1,07	0,76

Таким образом, одна из причин дальнейших исследований надежности автобусов МАЗ – необходимость выявления оптимальных сроков их эксплуатации. Ее решение позволит повысить эффективность использования автомобильного транспорта. Также результаты проводимых исследований должны быть направлены на совершенствование конструкции и качества изготовления автобусов с целью повышения надежности вновь создаваемой техники, а также поддержания ее надежности на заданном уровне и снижения при этом материальных и трудовых затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Провести исследования надежности подконтрольных автобусов МАЗ-103, МАЗ-104, МАЗ-105 в реальных условиях эксплуатации с целью совершенствования и корректировки нормативно-технической документации по техническому обслуживанию и ремонту автобусов МАЗ. Надежность агрегатов, систем и узлов автобусов МАЗ-103, МАЗ-104 (выпуск 1997–1998 гг.): Отчет о НИР. – Мн.: БелНИИТ «Транстехника», 2003. – 188 с.

УДК 656.13.08

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ

Канд. техн. наук КАПСКИЙ Д. В.

Белорусский национальный технический университет

С увеличением парка транспортных средств (ТС) растет число дорожно-транспортных происшествий. Снижение аварийности возможно за счет превентивных мероприятий по организации дорожного движения. Разработка мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения, основывается на тщательном анализе причин и условий возникновения происшествий, прогнозировании раз-

вития ситуации и определении наиболее эффективных мероприятий по предотвращению происшествий. Оценка качества возможных вариантов мероприятий осуществлялась методом потенциальной опасности.

Основываясь на результатах проведенных исследований, можно дать некоторые рекомендации по снижению аварийности на регулируемых перекрестках, касающиеся в основном