

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА ДТП С УЧАСТИЕМ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

Селезнева А.В., Григорьева Т.Ю.

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Москва, Россия (125319 Москва, Ленинградский проспект, д. 64), sel130594@rambler.ru

В статье проводится анализ статистики дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с участием диких животных. В качестве исследовательской задачи авторами была определена попытка оценить вероятность ДТП с дикими животными и эффективность мероприятий, используемых для снижения количества таких ДТП. Также проводится оценка вероятности ДТП с дикими животными при использовании и отсутствии защитных мероприятий на основании использования метода дерева отказов. Для каждого события, приводящего к ДТП, производился расчёт вероятностей реализации до и после применения мер по защите. Полученные значения вероятностей были нанесены на построенное дерево отказов для последующего анализа. Реализация комплекса мероприятий, препятствующих выходу животного на дорогу, поможет существенно снизить количество ДТП с участием диких животных.

Также для оценки эффективности используемых мероприятий по сокращению ДТП с дикими животными была адаптирована методика оценки, основанная на анализе зарубежного опыта и учитывающая социальный, экологический, экономический и технологический аспекты. В целях обоснования выбора мероприятий по сокращению ДТП с участием диких животных по предложенной методике была проведена оценка эффективности мероприятий для определенных участков дорог, определены и рекомендованы соответствующие мероприятия по защите. Установлено, что наиболее эффективным будет использование различных мероприятий в комплексе.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, дороги, дикие животные, пути миграции, дерево отказов

THE EFFICIENCY EVALUATION OF MEASURES TO REDUCE THE NUMBER OF ROAD ACCIDENTS INVOLVING WILD ANIMALS

Selezneva A.V., Grigoreva T.U.

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI)

Moscow, Russia (64, Leningradskiy Prosp., Moscow, 125319), sel130594@rambler.ru

The article analyzed the statistics of road accidents involving wild animals. As a research task, the authors identified an attempt to assess the probability of accidents with wild animals and the effectiveness of measures used to reduce the number of such accidents. Also assessed the probability of accidents with wild animals when using or not using protective measures based on the using of the failure tree analysis method. For each event leading to an accident, the probability of implementation before and after the application of protection measures was calculated. The obtained probability values were putting on the constructed failure tree for further analysis. The implementation of a set of measures that prevent the animal from entering the road will help significantly reduce the probability of accidents involving wild animals. Also, to assess the effectiveness of the measures used to reduce accidents with wild animals, the assessment methodology was adapted, based on the analysis of foreign experience and taking into accordance social, environmental, economic and technological aspects. In order to approve the choice of measures to reduce accidents involving wild animals, the proposed methodology was used to evaluate the effectiveness of measures on certain road sections, and to identify and recommend appropriate protection measures. It was established that the most effective is using of various measures in the complex.

Keywords: road accident, roads, wild animals, migration routes, failure tree analysis

Введение. В современном мире в связи с развитием дорожной инфраструктуры появилась проблема дорожно-транспортных происшествий с участием диких животных. Столкновение

автомобиля с дикими животными часто приводит к гибели людей, находящихся в автомобиле, а также самих животных. Строительство загородных автомобильных дорог уменьшает ареалы обитания диких животных, что приводит к сокращению популяции, оказывает негативное воздействие на генетическое разнообразие видов и природную среду. С ростом интенсивности и скорости движения автомобильного транспорта и протяжённости сети автодорог прерываются пути миграции и увеличивается количество ДТП с участием диких животных.

Наибольшее распространение получили следующие мероприятия, направленные на предотвращение ДТП с участием диких животных и сокращение ущерба животному миру, людям и имуществу:

- 1) мероприятия, препятствующие выходу животных – преграды, благодаря которым животные не могут выйти на проезжую часть дороги: защитные ограждения, экодуки, трассировка дорог и отпугивание (шумом, запахом и светом);
- 2) мероприятия, предупреждающие о выходе животных – дорожные знаки и иные мероприятия, акцентирующие внимание водителей на возможной опасности и рекомендующие быть более внимательными на определенном отрезке дороги, постоянные и интерактивные системы подсветки переходов, широкие полосы отвода [1].

Экодук/биопереход – сооружение (мостового, туннельного, трубного типа), препятствующее выходу животных на автомобильные дороги, замаскированное под естественную среду обитания диких животных. Строительство экодуков обеспечивает единство среды обитания диких животных за счёт сохранения путей миграции [2] и служит гарантией безопасности для автомобилистов.

В настоящее время в России отсутствует опыт массового применения мероприятий, направленных на предотвращение ДТП с участием диких животных – экодуков, отпугивающих барьеров, предупреждающих табло, а также не сформирована нормативная база и порядок обоснования применения указанных мер [3]. В связи с этим необходимо обобщить российский и зарубежный опыт по применению мероприятий, сокращающих количество ДТП с животными, и разработать методики оценки их эффективности.

Наибольшую актуальность это имеет для дорог, проходящих через лесные массивы, и для вновь строящихся дорог в обход населенных пунктов.

В качестве объекта исследования приняты автомобильные дороги М-1 «Беларусь», М-3 «Украина», М-4 «Дон» Государственной компании «Автодор».

Статистика ДТП с животными представлена в сводных таблицах 1-3, а также в таблице 4 приведено соотношение численности целевого вида животных и гибели их при ДТП в Ленинградской области за последнее время [4].

Таблица 1 – Статистика ДТП с дикими животными на автомобильной дороге М-1 «Беларусь» [5]

Период	Общее количество ДТП с дикими животными	Количество ДТП с дикими животными, в которых погибли или были ранены люди
2012 г.	52	2 (1 человек погиб и 5 ранено)
2013 г.	70	3 (3 человека ранено)
2014 г.	73	8 (3 человека погибли и 5 ранено)
2015 г.	69	9 (11 человек ранено)
2016 г.	81	3 (3 человека ранено)
2017 г.	82	6 (1 человек погиб и 5 ранено)
2018 г. (5 мес.)	33	2 человека ранено
Итого	460	33 (7 человек погибли, 34 ранено)

Таблица 2 – Статистика ДТП с дикими животными на автомобильной дороге М-3 «Украина»[5]

Период	Общее количество ДТП с дикими животными	Количество ДТП с диким животными, в которых погибли или были ранены люди
2013 г.	-	-
2014 г.	2	1 человек ранен
2015 г.	2	4 (1 человек погиб, 4 ранено)
2016 г.	1	1 человек ранен
2017 г.	5	7 человек ранено
2018 г.	-	-
Итого	10	15 (1 погиб, 14 ранено)

Таблица 3 – Статистика ДТП с дикими животными на автомобильной дороге М-4 «Дон» [5]

Период	Общее количество ДТП с дикими животными	Количество ДТП с дикими животными, в которых погибли или были ранены люди
2013 г.	2	-
2014 г.	11	-
2015 г.	12	1 человек ранен
2016 г.	7	1 человек ранен
2017 г.	6	2 человека погибли
2018 г.	3	3 человека ранено
Итого	41	7 (2 погибло, 5 ранено)

Таблица 4 – Соотнесение численности животных и гибели в ДТП по Ленинградской области [4]

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Численность	11 900	15 010	15 060	15 122	16 190	17 000
Гибель при ДТП	108	100	116	124	118	158

Цель исследования. Данная статья ставит своей целью оценить эффективность мероприятий по сокращению ДТП с участием диких животных, а также предполагает решить следующие задачи:

- 1) рассмотреть существующие мероприятия по сокращению ДТП с дикими животными;
- 2) рассмотреть способы оценки эффективности мероприятий по сокращению ДТП с дикими животными;
- 3) предоставить обоснования по выбору наиболее эффективного и целесообразного мероприятия для сокращения количества ДТП с дикими животными.

Материалы и методы исследования. Исходя из того, что при современном уровне автомобилизации задача выявления закономерностей и причин возникновения ДТП с дикими животными, а также снижения вероятности совершения таких ДТП требует поиска новых, современных решений и подходов, необходимо выявить причины ДТП с дикими животными и на основании выявленных причин принимать решения о том, какие меры по сокращению ДТП с дикими животными будут являться наиболее эффективными. С этой целью возможно использовать графоаналитический метод построения дерева отказов, представляющего собой многоуровневую графическую структуру причинных взаимосвязей, полученных в результате прослеживания опасных ситуаций в обратном порядке с целью отыскать причины их возникновения. Построенное дерево отказов даёт возможность оценить вероятность каждого события, которое может привести к ДТП с дикими животными.

В случае ДТП с дикими животными на вероятность ДТП влияют: состояние водителя АТС, состояние дорожного покрытия, освещённость проезжей части, техническое состояние АТС, наличие мероприятий, предупреждающих водителя о возможности выхода животного на проезжую часть, и пр.

Исходя из построенного дерева отказов, можно определить вероятность каждого события, которое в той или иной мере может привести к ДТП с дикими животными, а также определить эффективность мероприятий на оборудованных дорогах по сравнению с необорудованными.

Вероятность каждого события определяется в соответствии с распределёнными процентами совершения ДТП по формуле:

$$P = \frac{X_i^{\text{ДТП}}}{X_{\text{общ}}^{\text{ДТП}}}, \quad (1)$$

где P – вероятность совершения события;

$X_i^{\text{ДТП}}$ – количество ДТП по i -ой причине;

$X_{\text{общ}}^{\text{ДТП}}$ – общее количество ДТП.

В настоящее время в России не существует методики оценки эффективности мероприятий, применяемых для сокращения количества ДТП с дикими животными, что обуславливает

необходимость разработки такой методики. Методика должна позволить оценить, насколько эффективно и рентабельно используемое мероприятие, исходя из экономических показателей и улучшения дорожной ситуации на конкретных отрезках дороги, где имеются точки высокой концентрации ДТП с дикими животными.

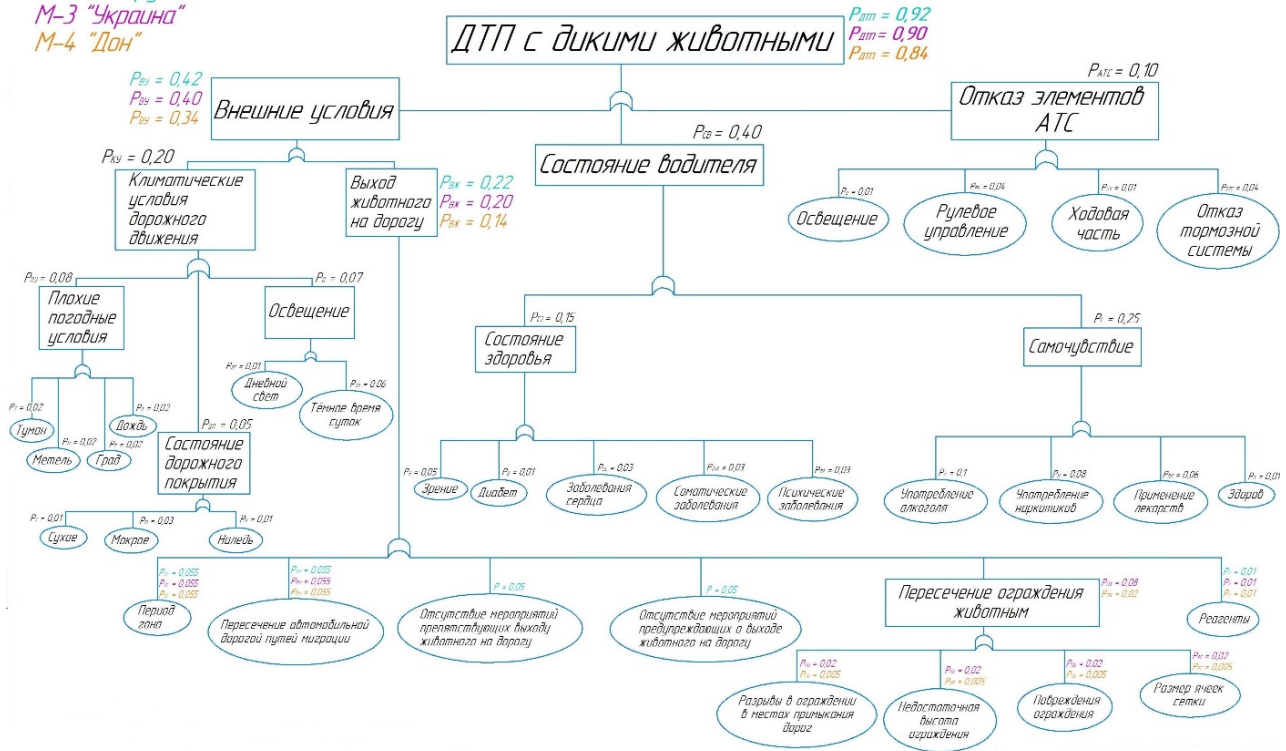
На основании методики по оценке эффективности акустических экранов различных конструкций [6] предложена методика оценки эффективности мероприятий по предотвращению ДТП с участием диких животных. В методике рассмотрены следующие аспекты: социальный, влияющий на формирование экологического сознания, культуры, ответственности и на социальную среду (жизнь населения); экологический, влияющий на природу и окружающий ландшафт; экономический, влияющий на экономическую ситуацию и на безопасность дорожного движения в регионе; технологический, оценивающий сложность строительства и обслуживания сооружений.

Задаются ряд критериев, значение которых оценивается в баллах:

- социальный (предотвращение ДТП (гибели, ранения людей)), увеличение скорости передвижения, общественная значимость, воспитательный фактор, бережное отношение к природе);
- экологический (сохранение видов, возможность безопасной миграции и сохранение путей миграции животных, использование вторичных и возобновляемых материалов, возможность повторного использования материалов после завершения срока службы, соответствие окружающему ландшафту);
- экономический (капитальные затраты, затраты в эксплуатации, затраты на утилизацию, предотвращение ущерба от ДТП);
- технологический (долговечность, скорость строительства, простота обслуживания, сложность конструкции).

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведённых расчётов и значения вероятности ДТП с участием диких животных для трассы М-1 «Беларусь», трассы М-3 «Украина», на которой применяются экодук и ограждения, и трассы М-4 «Дон», на которой применяется комплекс мероприятий по сокращению ДТП с дикими животными (ограждения, предупреждающие знаки), наносятся на дерево отказов, позволяя сравнить эффективности для каждой трассы и каждого события по каждой ветви развития (см. рис. 1).

М-1 «Беларусь»
 М-3 «Украина»
 М-4 «Дон»



- исходное событие, обеспечивающие достаточное количество данных;
- ◊ – событие недостаточно разработанное и не разлагается на элементы;
- – событие вводится логическим элементом;
- – условное событие, используемое с логическим знаком запрета;
- ◻ – событие может случиться или не случиться.

Логические элементы:

- ◻ – «и»;
- ◡ – «или»;
- ◻ – «запрет».

Рисунок 1 – Вероятности ДТП с участием дикими животными для трасс М-1 «Беларусь», М-3 «Украина» и М-4 «Дон»

Проведя анализ дерева отказов, можно определить, что применение комплекса мероприятий, направленных на сокращение ДТП с дикими животными, позволит снизить их вероятность на 60%-63% для оборудованных трасс по сравнению с необорудованными.

Эффективность мероприятия оценивается по балльной системе, максимальный балл равняется 100, чем больше баллов набирает мероприятие по методике (чем ближе оно к 100), тем эффективнее.

Аспекты и их расшифровка, критерии, по которым оценивается эффективность мероприятий, значение весомости каждого критерия в баллах, метод оценки каждого критерия и коэффициент весомости каждого аспекта приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Аспекты, критерии, весомость и метод оценки критериев, коэффициент весомости аспекта

Аспект	Критерии	Весомость критерия, в баллах	Метод оценки критерия	Коэффициент весомости, %
Социальный (влияние на формирование экологического сознания, культуры, ответственности и на социальную среду (жизнь населения))	1. Предотвращение ДТП (гибели, ранения людей)	10	Анализ риска	30
	2. Увеличение скорости передвижения	7	Экспертная оценка	
	3. Бережное отношение к природе	6	Экспертная оценка	
	4. Общественная значимость	4	Экспертная оценка	
	5. Воспитательный фактор	3	Экспертная оценка	
Экологический (влияние на природу и на окружающий ландшафт)	1. Сохранение видов	7	Экспертная оценка	25
	2. Возможность безопасной миграции животных и сохранение путей миграции	6	Экспертная оценка	
	3. Использование вторичных и возобновляемых материалов	5	Экспертная оценка	
	4. Возможность повторного использования материалов	5	Экспертная оценка	
	5. Соответствие окружающему ландшафту	2	Экспертная оценка	
Экономический (влияние на экономическую ситуацию и на безопасность дорожного движения в регионе)	1. Минимальные капиталовложения	9	Расчётный способ	25
	2. Минимальные затраты на эксплуатацию	7	Расчётный способ	
	3. Минимальные затраты на утилизацию	5	Экспертная оценка	
	4. Предотвращение ущерба от ДТП	4	Расчётный способ	
Технологический (влияние на безопасность окружающей среды и на разработку новых технологий)	1. Долговечность	5	Экспертная оценка	20
	2. Скорость строительства	5	Расчётный способ	
	3. Простота обслуживания	5	Экспертная оценка	
	4. Простота конструкции	5	Экспертная оценка	

Наибольшую значимость для имеющихся и вновь строящихся дорог имеет изоляция дороги от выхода животного на нее. Данному требованию наиболее полно соответствуют ограждения, препятствующие выходу животных, и экодуги, также сохраняющие пути миграции животных.

Эффективность конкретных мероприятий по сокращению ДТП с дикими животными оценивалась на основании соответствия выдвинутым критериям на примере выбранного участка автомобильной дороги М-3 «Украина» км 120-210. Полученные результаты представлены на рисунке 2:

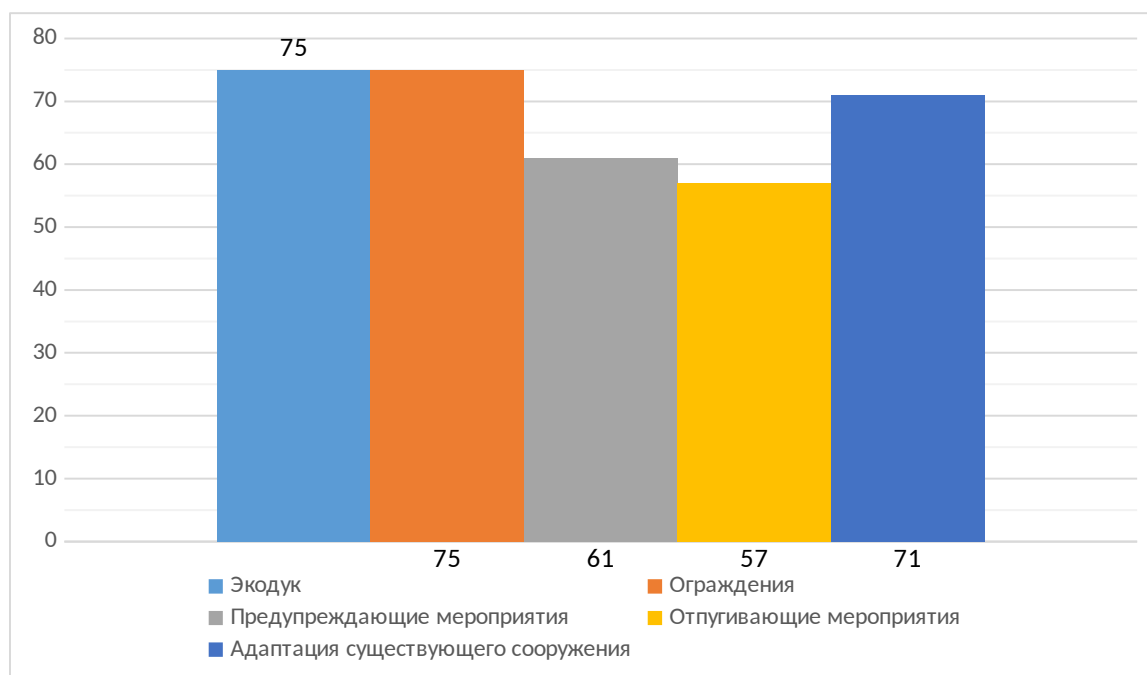


Рисунок 2 – Результаты оценки эффективности мероприятий по сокращению ДТП с дикими животными

Закключение (или выводы). Анализ дерева отказов выявил, что реализация комплекса мероприятий, направленных на снижение ДТП с участием диких животных, позволит снизить вероятность их возникновения ориентировочно на 60% и выше для оборудованных трасс по сравнению с необорудованными.

Анализ полученных данных с помощью приведенной выше методики показывает, что наиболее эффективными мероприятиями по сокращению количества ДТП с дикими животными являются экодук (75 баллов), ограждение (75 баллов) и адаптация имеющихся сооружений (71 балл), менее эффективными являются предупреждающие мероприятия (61 балл) и отпугивающие мероприятия (57 баллов).

Следовательно, можно сделать вывод, что наиболее эффективным будет использование защитных мероприятий в комплексе, так как ни одно мероприятие в отдельности не набрало 100 баллов.

Список литературы

1. Technical prescriptions for wildlife crossing and fence design (second edition, revised and expanded) – Madrid, 2016 [Электронный ресурс] URL:

https://roadeology.ucdavis.edu/files/content/projects/DOTFHWA_Wildlife_Crossing_Structures_Handbook.pdf (дата обращения: 12.01.2020)

2. О животном мире: [федер. закон: принят Гос. Думой 22.03.1995: по состоянию на 03.08.2018] [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cn-td.ru/document/9011346/> (дата обращения: 12.01.19).

3. Селезнева А.В., Карев С.В. Решение проблемы дорожно-транспортных происшествий с участием диких животных // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 2-3. С. 78-82.

4. Ирхина Е.С. Совершенствование системы природоохранных мероприятий на путях миграции лосей (на примере Ленинградской области): дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2017.

5. Отчёт государственной компании «Автодор». Статистика ДТП с животными. Отчёты Мостотрест-сервис / Государственная компания «Автодор». Москва, 2018.

6. Jean-Pierre Clairbois, Seventh Framework Programme Theme 7: Transport. Guidebook to Noise Reducing Devices optimization / Co-funded by the European Commission - 7th Framework Programme. – December 2012. – 56 p.