

## Гибель животных на автодорогах староосвоенных регионов Европейской России: оценки и рекомендации к снижению

© 2022. А. А. Тишков<sup>1</sup>, член-корр. РАН, д. г. н., профессор, зав. лабораторией, г. н. с., Л. М. Баскин<sup>2</sup>, д. б. н., г. н. с.,

<sup>1</sup>Институт географии РАН,

119017, Россия, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29,

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции РАН,

119071, Россия, г. Москва, Ленинский пр., д. 33,

e-mail: tishkov@igras.ru

Ежегодно на автомобильных дорогах Российской Федерации гибнет огромное количество диких животных – млекопитающих, земноводных, рептилий и птиц, в том числе редких. Приблизительные оценки потерь фауны для территорий с развитой сетью автодорог исчисляются сотнями (для крупных хищников и копытных), тысячами (для средних по размерам животных), десятками и сотнями тысяч (для мелких млекопитающих, птиц, рептилий и амфибий). Выявлено, что показатели гибели животных зависят от статуса автотрассы и её приуроченности к природным, аграрным и населённым землям в разных природных зонах. На этой основе построена таблица, отражающая удельные показатели гибели разных групп животных на дорогах. На основании анализа зарубежных источников и данных по разным регионам России представлены материалы по способам снижения риска гибели животных на дорогах – использование защитных изгородей разной высоты и протяжённости, надземных и подземных пропускных систем через автотрассы и др. В статье также обсуждаются вопросы риска столкновений автомобилей с животными, эколого-географические подходы к оценке их гибели и к планированию зоозащитных и зоопропускных сооружений на автодорогах Европейской России. Показаны современные практические решения проблем с учётом зарубежного опыта, отражённые в отдельных позициях экологической стратегии «Автотор» и в разработанном на основе рекомендаций авторов статьи стандарте – «Требование к экодукам на автомобильных дорогах государственной компании «Автотор».

**Ключевые слова:** гибель животных на автодорогах, крупные хищники, копытные, зоозащитные и зоопропускные сооружения, экодук, экологическая стратегия «Автотор».

## Animal deaths on the roads of old-developed regions of European Russia: assessment and recommendations for reduction

© 2022. A. A. Tishkov<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-8887-7226, L. M. Baskin<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-1575-4924

<sup>1</sup>Institute of Geography of RAS,  
29, Staromonetny Pereulok, Moscow, Russia, 119017,

<sup>2</sup>Institute of Ecology and Evolution of RAS,  
33, Leninsky Prospekt, Moscow, Russia, 119071,

e-mail: tishkov@biodat.ru

A huge number of wild animals – mammals, amphibians, reptiles and birds, including rare ones, are annually killed on roads of the Russian Federation. Approximate estimates of loss of fauna for areas with a developed network of roads are hundreds (for large predators and ungulates), thousands (for medium-sized animals) and tens and hundreds of thousands (for small mammals, birds, reptiles and amphibians). It is revealed that the death rates of animals depend not only on the status of the highway, but also on its connection to natural, agricultural and urbanized lands in different natural zones. On this basis the table reflecting specific indicators of death on roads of different groups of animals is constructed. Based on the analysis of foreign sources and data on different regions of Russia there are presented materials on different ways to reduce the risk of animal death on the roads – the use of protective fences of different heights and lengths, above-ground and underground access systems through highways, etc. The article also discusses the risk of collision of cars with animals, ecological and geographical approaches to the assessment of their death and to the planning of animal protection and constructions for the passage of animals on the roads of European Russia. There are shown modern practical solutions, taking into account international experience, as reflected in the environmental strategy of the “Avtodor” and in the standard developed on the basis of the paper authors’ recommendations “Requirement to wildlife crossings on the roads of the state company “Avtodor”.

**Keywords:** the death of animals on highways, large carnivores, ungulates, animal protection constructions, ecoduct, environmental strategy of Avtodor company.

Исследования гибели животных на автодорогах за рубежом многочисленны [1–5]. В нашей стране и в Восточной Европе работы по данной теме имеют региональный характер [6–12]. Обширные материалы по оценкам гибели животных на автодорогах представлены в [13, 14] и при обсуждении экологической политики государственной компании (ГК) «Автодор» [15].

С развитием строительства автодорог, особенно высокоскоростных, возникает потребность в системе экологической безопасности, в том числе в отношении снижения числа столкновений с животными и случаев их гибели. Стратегия развития «Автодора» предусматривает рост протяжённости сети автомобильных дорог к 2030 г. до 12–18 тыс. км и интенсивности движения [15]. При этом 35% новых автодорог будет проходить по крупным лесным массивам, где сохраняются риски гибели диких животных при столкновении с автомобилями [6, 16]. Остальные участки магистралей пройдут по населённым пунктам и сельскохозяйственным землям, для которых характерна высокая плотность синантропной фауны [7, 17]. Впервые в отечественной практике дорожного строительства [15] в состав индикаторов введены такие показатели, как «изменения удельного количества чрезвычайных ситуаций в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в том числе со смертельным исходом ... животных», «доля дорог ... без нарушения природно-экологического каркаса территории» и др. Среди важных вопросов экологической политики «Автодора», учитывающей снижение гибели животных на автодорогах, выделены: 1) дифференцированный подход, учитывающий многообразие природных зон и ландшафтов; 2) приоритет сохранения природы при прокладке автодорог через малые и средние реки, болота; 3) снижение ущерба от гибели животных на автодорогах, на которых учтён позитивный опыт использования защитных и других инженерных сооружений; 4) вопросы проектирования, строительства и реконструкции автомобильных дорог на территориях, имеющих природоохранный статус; 5) сопряжённое рассмотрение планов развития автодорог и формирования экологических каркасов и сетей особо охраняемых природных территорий; 6) стратегия сохранения редких видов животных и др.

Эти действия формируют инновационные векторы при проектировании, строительстве и реконструкции автодорог и обеспечивают выполнение условий устойчивого развития регионов [18].

Цель работы – оценить риски дорожно-транспортных происшествий с участием позвоночных животных, определить проблемы учёта эколого-географических факторов в их снижении, обсудить имеющийся позитивный опыт использования защитных сооружений на автодорогах, в том числе зоопереходов, и разработать соответствующие практические рекомендации.

### Опасность и риски столкновений автомобилей с животными

Появление животных на дорогах нередко ведёт к тяжёлым последствиям для автомобилистов. В развитых странах с густой сетью дорог, высокой интенсивностью движения транспорта и искусственно поддерживаемой высокой численностью позвоночных животных проблема дорожных катастроф с их участием является важнейшей проблемой [19]. В Швеции ежегодно регистрируется 4500 столкновений автомобилей с крупными копытными животными, 10–15 человек при этом гибнет. В Финляндии столкновения с лосем, белохвостым и северным оленем очень часты (13,4 тыс. и 8,1 тыс. соответственно на начало 2000-х гг.). В 2001 г. в Европе погибло 300 человек и ещё более 30 тыс. человек получили ранения после столкновений автомобилей с животными. В 1999 г. в США 231 человек погиб в результате столкновений, а всего в год регистрируется до 500 тыс. столкновений с животными [20].

Статистика происшествий с внезапным появлением животных на дороге неполна, поскольку не регистрирует многочисленные случаи повреждения машин и ранения людей, когда водитель теряет управление, пытаясь избежать столкновения с животным. Как исключение воспринимается многолетняя статистика по Беларуси, где в год фиксируется от 10 до 30 крупных ДТП с участием крупных млекопитающих [21]. По данным Минприроды РФ, в 2018 г. на дорогах России погибло 1380 лосей, 183 кабана, 7 благородных оленей, 10 пятнистых оленей, 233 косули (<https://argumenti.ru/society/2020/12/703551>).

По степени угрозы в соответствии с размерным и весовым классом наиболее опасными являются крупные копытные (зубр, бизон, лось, благородный олень, косуля; в горах – горные козлы, бараны; в лесотундре и тундре – дикий и домашний северный олень, овцебык) и хищные животные (бурый медведь, рысь, волк). Однако опыт показы-

вает, что и средние по размерам животные (например, бобр, барсук, лисица, заяц) могут стать при столкновении причиной аварии с человеческими жертвами. Так, в Австралии часто причиной аварии на дорогах становятся столкновения с кенгуру и крупным грызуном бамбата. В границах полосы массовых миграций грызунов, земноводных, рептилий причинами аварий может стать внезапное скольжение машины на погибших животных. Косвенная опасность возникает за счёт того, что гибель животных привлекает в ночное время хищников, питающихся падалью, что усиливает риск столкновения с ними.

Сохраняется опасность распространения особо опасных природно-очаговых болезней из-за увеличения вероятности контакта человека с убитыми и ранеными на дорогах животными (бешенство, туляремия, лептоспироз и др.).

### Опасность и риски гибели животных на автодорогах

Гибель животных под колесами автомашин – несравнимо более частое явление, наносящее существенный ущерб биоразнообразию и промысловой фауне. В США на дорогах ежегодно погибает около миллиона особей животных [17]. В Башкирии в 2011 г. на дорогах погибло более 300 лосей. Массовая гибель сайгаков (10% от всех случаев) имела место в Республике Калмыкия [6].

В Нижегородской области, где общая протяжённость автомобильных дорог составляет более 20 тыс. км, ежегодно гибнут тысячи особей животных, биоразнообразию наносится ущерб, а численность популяций сокращается [13].

Проблемы гибели животных на дорогах обсуждались на специальном симпозиуме, посвящённом экологии транспорта [14], а также на круглых столах «Охрана окружающей среды при строительстве линейных объектов...», организованных ГК «Автодор» в период 2011–2018 гг.

На европейских дорогах по данным журнала «Frontiers in Ecology and Environment» погибают десятки миллионов особей птиц и млекопитающих, в основном мелких (<https://plus-one.ru/ecology/2020/07/06/vosem-dikih-zhivotnyh-kotorye-chashche-vsego-gibnut-na-dorogah-rossii>).

Отечественная статистика о гибели млекопитающих на автодорогах и гибели людей в результате столкновения автомобилей

с животными в последние годы ведётся только в отдельных регионах дорожными службами и органами, уполномоченными в области охраны объектов животного мира.

### Автодороги и сохранение биоразнообразия

Проблема сохранения биоразнообразия на международном уровне объявлена приоритетной [22]. Эти положения необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации автодорог в регионах, где животные могут выступать и в качестве индикатора состояния их экосистем [23].

Для профилактических мероприятий на дорогах в отношении сохранения биоразнообразия необходимо ранжирование задач по объектам охраны: систематическим группам (копытные, хищные и т. д.), размерности (крупные, средние, мелкие), сезонной и межсезонной активности (наличие миграций), особенностям поведения (реакции на свет, шум и др.) и по степени редкости, научной и экономической ценности. Поэтому система защитных мер для животных должна быть дифференцирована в соответствии с этими задачами.

Главный ущерб от строительства дорог состоит во фрагментации участков обитания и изоляции популяций. Фрагментация среды может вести также к утрате ценных для существования вида территорий, например, тех, где происходит размножение, зимовка или летний нагул. Сезонные перемещения (миграции) особенно заметны у копытных животных. Возникает чрезвычайная ситуация и даже катастрофа, спровоцированная неправильными с экологической точки зрения решениями в проектировании и эксплуатации автодорог. Сезонные перемещения обычно имеют более или менее постоянные пути, что облегчает задачу проектировщиков. Однако у многих видов животных случаются и нерегулярные миграции.

Непосредственная гибель животных на дорогах лишь в очень редких случаях может угрожать существованию вида. Но именно эколого-политическое значение проблемы сохранения биоразнообразия не позволит рекомендовать автомобилистам не обращать внимания на массовый переход через дорогу лягушек, леммингов или сусликов и их возможную гибель. Дорожники всегда должны принимать меры к «бескровному» разрешению ситуации. С позиций биологической этики каждый вид животных самоценен и важен

для природы, но движение на автодороге не может быть зарегламентировано по скорости, интенсивности, действиям при появлении животных на дороге исключительно с позиций сохранения биоразнообразия.

**Эколого-географические подходы к планированию зоозащитных и зоопропускных сооружений**

Эколого-географические подходы, дифференцированные в отношении природных зон

и ландшафтов, способствуют снижению риска гибели животных на дорогах.

**Ландшафтный подход.** Воздействие автомобильных дорог на животных различно в разных природных зонах и ландшафтах. Так, планируемая ГК «Автодор» сеть скоростных дорог Европейской России охватывает три типа природных ландшафтов: лесной (лесная и лесостепная зона), открытый ландшафт (степи, пустыни) и горы. Для каждого из типов ландшафтов и природных зон можно рассмотреть группы видов животных, которым

**Таблица / Table**

Удельные показатели гибели животных на автодорогах лесной и степной зон Европейской России в тёплый сезон (с апреля по октябрь), особей на 100 км за сезон (наши оценки)  
Specific indicators of animal deaths on roads of forest and steppe zones of the European Russia in the warm season (from April to October), individuals per 100 km per season (our estimates)

Систематическая группа позвоночных животных Systematic group of vertebrates	Федеральные и крупные межрегиональные трассы Federal and major inter-regional highways		Региональные и местные дороги с твёрдым покрытием Regional and local paved roads	
	в границах населённых пунктов in settlements	при пересечении природных ландшафтов at the intersection of natural landscapes	в границах населённых пунктов in settlements	при пересечении природных ландшафтов at the intersection of natural landscapes
Степная и лесостепная зона / Steppe and forest-steppe zone				
Земноводные Amphibia	0,2–0,3	0,5–1,0	0,3–0,5	1,5–3,0
Рептилии Reptile	0,001–0,002	0,01–0,02	0,002–0,003	0,03–0,05
Птицы / Birds	3,0–5,0	2,0–3,0	1,0–1,5	0,4–0,5
Млекопитающие, в т. ч. / Mammals, incl.:				
Кошки / Cats	2,5–3,0	0,3–0,5	2,0–2,5	0,3–0,5
Собаки / Dogs	0,4–0,5	0,3–0,4	0,4–0,5	0,2–0,3
Насекомоядные Insectivorous	0,1–0,2	0,5–1,0	0,2–0,5	0,5–1,5
Копытные / Ungulata	0,0001–0,0002	0,0002–0,0003	0,0001–0,0008	0,0003–0,0005
Куны / Mustelidae	0,001–0,003	0,002–0,003	0,001–0,003	0,003–0,005
Лисицы / Foxes	0,003–0,005	0,02–0,05	0,008–0,010	0,005–0,020
Лесная зона (широколиственные, хвойно-широколиственные и таёжные леса) Forest zone (deciduous, coniferous-deciduous and taiga forests)				
Земноводные Amphibia	0,2–0,3	0,5–1,0	0,3–0,5	1,5–3,0
Рептилии Reptile	0,002	0,005	0,002	0,07
Птицы / Birds	3,0–4,0	5,0–7,0	3,0–4,0	3,0–5,0
Млекопитающие, в т. ч. / Mammals, incl.:				
Кошки / Cats	2,5–3,0	0,3–0,5	2,0–2,5	0,3–0,5
Собаки / Dogs	0,4–0,5	0,3–0,4	0,4–0,5	0,2–0,3
Насекомоядные Insectivorous	0,8–1,5	1,5–2,5	0,5–0,6	1,0–1,5
Копытные / Ungulate	0,0001–0,0002	0,0003–0,0005	0,0001–0,0003	0,0004–0,0005
Куны / Mustelidae	0,001–0,002	0,003–0,005	0,001–0,003	0,005–0,007
Лисицы / Foxes	0,003–0,004	0,002–0,005	0,001–0,005	0,008–0,010

должен быть обеспечен и регламентирован безопасный пропуск через дороги (табл.), и выделить наиболее значимые биологические показатели в отношении безопасного сосуществования во фрагментированном автодорогами ландшафте. При этом уровни решения задач при проектировании зоопропускных сооружений будут разными. В значительной степени – это задача ландшафтного и территориального планирования в регионах и муниципальных образованиях. Конкретная привязка проектов в соответствии с местными реалиями строительства и локальным видовым составом фауны должна проводиться для каждого конкретного проектируемого отрезка дороги. Универсальными могут быть только проектные решения, а их характеристики индивидуальны для однотипных ландшафтов.

Уже на раннем этапе проектирования полезно учитывать экологический каркас и сеть местных, региональных и федеральных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [23] – заповедников, национальных парков, заказников, памятников природы. Практически все они могут рассматриваться как территории с высоким риском столкновения машины с животными.

На федеральном уровне формируется и законодательно закрепляется сеть ООПТ, списки редких и охраняемых животных, планируются маршруты дорог и их основные характеристики (мосты, предельные уклоны, ширина полотна, разделительные полосы и полосы отчуждения и т. п.). Именно на этом уровне могут быть приняты решения обойти какую-либо охраняемую территорию, изъять её часть на компенсационной основе для нужд строительства, строить дорогостоящую эстакаду через пойму реки, увеличить ширину полосы отвода дороги и др.

Если дорога разделяет местообитания отдельной популяции животных или отсекает их от ценных кормовых или репродукционных участков, то интенсивность перемещений животных через трассу может вырасти в несколько раз и увеличить риск гибели животных. В этих случаях надо решать вопрос о дополнительных мерах по сохранению популяции, например, создавать заказник на компенсационной основе. Главное – учёт требований к характерному пространству, минимум-ареалу для сохранения популяции, т. е. к требуемой площади для выживания, сохранения кормовой базы и воспроизводства. Для крупных копытных и хищных млекопитающих это

участки в десятки тысяч га. Но часто управление популяциями диких животных и выбор пространственных решений (задачи географии) могут быть более гибкими, чем изменение проектируемой трассы автодороги.

В практическом плане для решения этих проблем следует подготовить специальный справочник для проектировщиков и лиц, принимающих решения в дорожном строительстве, где были бы собраны результаты наблюдений за суточными, сезонными и межсезонными миграциями и пр. Особое значение в этом случае приобретают такие географические сведения, как особенности рельефа, наличие защитных качеств опушек леса, перелесков, просек, значение местной сети дорог в ориентации движения животных.

На региональном уровне следует систематизировать сбор данных о путях миграций и о случаях гибели животных на дорогах. Россия отстаёт от развитых стран в изучении закономерностей перемещения животных внутри участков обитания, что не способствует снижению риска транспортных аварий при столкновении с животными. В развитых странах карты мест, где вероятно появление крупных животных на дорогах, основаны на наблюдениях, сделанных на основании специальных многолетних исследований. Соответственно, проектирование скоростных дорог на территории Европейской России должно проводиться с максимальным учётом современных данных о миграциях и частоте перемещений животных и учётом мирового опыта.

В последние годы всероссийские учёты численности промысловой фауны восстановлены [24]. Однако эти данные не могут рассматриваться как единственная основа для оценки рисков и угроз безопасности на автодорогах, связанных с появлением на них животных (например, составления детальной карты рисков гибели животных на автодорогах). Целесообразно при создании таких «прогнозных» карт принять в качестве расчётной для прогноза численность животных в годы их максимального обилия и активных миграций.

Одни только показатели численности животных не могут повлиять на размеры и частоту размещения вдоль трассы зоозащитных и зоопропускных сооружений. С возрастанием численности многие виды животных, особенно копытные, начинают концентрироваться у естественных и искусственных преград, а у хищных млекопитающих к тому же происходит в определённые сезоны интенсивное расселение молодняка (медведи, волки, ку-

нии). Поэтому при разработке рекомендаций по снижению риска гибели животных на автодорогах важно ориентироваться на максимальные уровни их численности.

На региональном уровне также могут быть решены некоторые вопросы, связанные со спецификой размещения популяций животных в ландшафте, интенсивностью движения, частотой уборки снега на дорогах, расположением постов, с которых могла бы поступать информация об инцидентах с животными. Эти посты должны иметь соответствующие регламенты реагирования на случаи столкновения автомобилей с животными и гибелью последних на дорогах. Речь может идти и об оповещении, маркировке трассы, о информирующих надписях, о принятии мер по удалению и транспортировке погибших и раненых животных, оказавшихся на дороге. Природные условия России разнообразны, поэтому, наряду с унифицированными рекомендациями и регламентами, требуются уникальные нормативы и проектные решения.

### **Меры по снижению гибели животных на автодорогах**

Разумное планирование прохождения автодороги зачастую может давать лучший эффект, чем дорогостоящие защитные и пропускные сооружения, оповещение, маркировка трассы. Например, простое замедление скорости машин с помощью специальных устройств на полотне дороги, планирование прямых просматриваемых участков с открытыми полосами отчуждения могут решить проблему безопасности там, где вероятность столкновения с животными особенно велика. Препятствование пересечению ими дороги заградительными сооружениями или разделительными полосами равносильно уничтожению популяции. Такова, например, ситуация с сайгаками при строительстве дорог в Саратовской, Волгоградской, Астраханской и Оренбургской областях и в Республике Калмыкия. Движения его стад хаотичны, так что планирование мест переходов возможно, но требует направляющих изгородей.

Чтобы смягчить неблагоприятное воздействие автодорог на животных применяются несколько типов технических сооружений: изгороди, подземные и надземные переходы, тоннели, насыпи, эстакады, специальные дорожные знаки, предупреждающие о возможной встрече с животными.

Поскольку строительство зоопереходов дорого, специалисты ищут другие методы: используют запаховые репелленты, ультразвук, освещение, проводят регуляцию численности, меняют растительность в полосе отчуждения [25].

Все подходы и методы, касающиеся эколого-географических аспектов, можно разделить на две группы: 1 – воздействие на водителей и организацию дорожного движения, и 2 – воздействие на поведение животных. К первой группе мер относят правильную планировку дорог, регуляцию скорости движения, использование света фар и сигналов, предупреждающие знаки, расчистку леса на полосах отчуждения. Вторая группа включает меры, позволяющие менять поведение животных, модификацию угодий вокруг дорог (выравнивание рельефа, создание преград и направляющих изгородей) [25].

Первая группа мер применяется почти повсеместно. Скоростные трассы наиболее опасны для животных. На них устанавливают знаки, оповещающие водителей о возможном появлении животных на дороге. Действенность этих знаков и сама регуляция движения в пользу животных, как показывает практика, в России не эффективна. Однако в Швеции, Норвегии и Финляндии практика оповещения о возможности появления лосей и оленей действует эффективно, поскольку водители знают о штрафах за инцидент с животным.

Столкновения с животными и их гибель на сухих дорогах случаются вдвое чаще, чем на мокрых или заснеженных, поскольку водители при неблагоприятных условиях движения ведут машины с меньшей скоростью и более внимательны. Также риски снижаются, если использовать более эффективно свет фар, увеличивать освещённость дорог. Известно, что столкновения с лосями случались чаще именно в тёмное время суток. В местах переходов лосей предлагается убирать снежные валы вдоль дорог, которые мешают лосю перейти дорогу, а водителю – видеть лося на обочине.

### **Пространственные и технические решения зоозащитных сооружений**

**Ограждение автодорог.** Строительство изгородей вдоль дорог для снижения уровня гибели животных эффективно. Однако на территории Аляски строительство изгородей пока считается слишком дорогим предприятием [26].

Использование изгородей и различных барьеров в сочетании с переходами может

предотвращать стихийные переходы животными дорог и направлять их к контролируемому переходу. Для этого изгороди должны быть достаточно длинными с обеих сторон, а для каждого вида животных необходимо подбирать свой тип перехода. По нашим наблюдениям ранее используемые для снегозащиты на открытых участках автотрасс заграждения, в холодный период могут для копытных играть роль зоозащитных сооружений и направляющей изгороди. Опыт зарубежных стран со сходными с Россией климатом и ландшафтами, показал, что установка электрических изгородей резко снижает частоту появления лосей на дорогах, однако не влияет на их численность. Лоси нередко перемещаются вдоль электрической изгороди более одного км, пока не находят в ней прохода. При всех достоинствах таких изгородей имеются и недостатки – они фрагментируют угодья. Другие виды животных (кабан, волк, барсук, лиса) пытаются преодолеть заграждение, не перепрыгивая через него, но подкапываясь. В связи с чем приходится проектировать устройства, препятствующие подкапыванию под изгороди.

По нашему мнению, длина ограждения вдоль дороги для изменения характера перемещений должна быть сопоставима с диаметром участка его обитания. Например, для лося он составляет около 5–6 км. Соответственно, примерно такой длины должны быть секции ограждения. Следуя вдоль них, лось должен найти проход, где он сможет пройти под дорогой. Есть виды животных, «характерное пространство» обитания которых больше. Например, у барсука диаметр участка бывает до 7 км, у рыси – до 14 км.

Высота ограждения автодороги, препятствующая проникновению животных на трассу, по принятым стандартам предусматривается до 2,7 м, что преграждает путь копытным и хищным животным в бесснежный период.

**Создание выходов из зоны ограждения.** Изгороди причиняют неудобства не только животным, но и людям – пешеходам, жителям окрестных деревень, туристам, так как нужны выходы из ограждённой зоны в виде ворот или специальных устройств. Например, «угловые проходы», где человек может пройти, а копытное животное не может, потому что неспособно так изогнуться. Использование выходов из ограждения с устройством напольного покрытия из труб оказывается не эффективным в условиях снежной зимы.

На практике даже при самом совершенном ограждении животные нередко оказываются

на дороге как в ловушке, между изгородами. Поэтому применяются различные устройства, позволяющие вызвать животное, выпустить его на волю. Простейшее – ворота, которые могут открываться и закрываться, например, снабжённые специальными пружинами.

Эффективными для защиты и снижения гибели животных на дорогах являются сооружения, имитирующие природные препятствия, например, искусственная горка, по которой животное может подняться от дороги, а потом спрыгнуть и оказаться за пределами ограждения. Для таёжных и горных территорий, чтобы предотвратить вскарабкивание медведей, обрывы снабжают козырьком. Подобные выходы делают часто, например, через каждые 300 м.

**Переходы над дорогой.** Влияние сети дорог и других линейных сооружений на диких животных столь значительно, что правительства многих стран стали выделять средства на сооружение переходов (над и под автомобильными дорогами) для диких животных. Ширина таких переходов может достигать 50 м, высота над дорогой – 8 м, общая длина – 200 м. Такие переходы могут служить местному населению и туристам, но главное – охотно используются животными. Так, в Бэнф Парк (Канада), территорию которого пересекает Трансканадское шоссе с интенсивностью движения почти 15 тыс. машин в день (растёт на 3% ежегодно), сооружено 13 переходов. Два из них – это мосты над ручьями, пять – трубы под шоссе, четыре бетонных перехода под шоссе и два шириной 50 м над шоссе [1].

Однако эффект от таких сооружений не выявлен. Требуются годы, прежде чем животные освоятся, привыкнут к искусственным переходам. Между тем, экспериментальные проекты чаще всего бывают краткосрочными. Проблема заключается и в том, что эффективность переходов оценивается применительно к перемещениям животных одного вида, тогда как весь фаунистический комплекс рассматриваемого района остаётся вне внимания. Некоторые отлично сделанные зоопереходы могут не использоваться животными, поскольку находятся вне области их обычных миграций [1, 2].

Наиболее экологичными на современном этапе признаны переходы над полотном дороги, когда сама дорога оказывается на десятки и сотни метров в тоннеле. Эффективность подобных переходов в Европе оценивается весьма высоко – 86% использования (79–97%), а стоимость превышает

ет несколько млн евро каждый. Поэтому решение об их строительстве должно приниматься лишь при отсутствии других решений. Учитывая протяжённость дорог в России и низкую численность животных, затевать подобное строительство целесообразно на кольцевых дорогах больших городов, или, если эти дороги пересекают важные ООПТ, вроде национального парка «Лосиный Остров» или на шоссе Санкт-Петербург – Москва при форсировании национального парка Валдайский.

Надземные переходы предназначаются для крупных млекопитающих (хищных и копытных). Их ширина колеблется от 30 до 200 м, хотя над самой дорогой переход может быть уже [6, 17]. Их часто называют «зелёными мостами», поскольку строители стараются придать им вид естественного ландшафта (насыпают почву, формируют микрорельеф, высаживают кусты и пр.). В Нидерландах, Германии и Франции часто ими пользуются косули [17].

Другой важный фактор – размер и форма перехода. Когда переход делают в форме песочных часов (т. е. узкая часть находится посередине, обычно над дорогой), это не влияет на поведение кабанов, но благородные олени пугаются, когда оказываются в узкой части перехода [4]. Его открытость может быть важнее, чем размеры. Переходы над Трансканадским шоссе (короткие, высокие и широкие) охотно используются медведями, волками, лосями и оленями. Но чёрные медведи и кагуары (*Felis concolor*) предпочитают более суженные [1].

Известно, что бурый медведь и волк чувствительны ко всему, что связано с человеком, особенно к дорогам с грунтовым покрытием [2]. Поэтому, чем естественнее переход, тем он более привлекателен для этих крупных хищников.

Опыт авторов говорит, что копытные неохотно используют дренажные сооружения под дорогами. Имеются наблюдения, что хищники могут устраивать здесь засады. Копытные чувствуют себя в большей опасности там, где узкий проход ограничивает возможность избежать нападения.

Растительность и ландшафты с убежищами, окружающие переходы, также играют важную роль в эффективности этих сооружений. Близость к местообитаниям, в которых можно найти убежище, очень важна для диких кошек (рысь, пума), но лоси и благородные олени, бурые медведи, наоборот, лучше используют переходы, удалённые от закрытых биотопов. Наличие растительности у входа делает его

эффективным для некоторых хищников, но копытные и бурые медведи, наоборот, предпочитают открытые подходы [5].

На использование переходов животными значительное влияние может оказывать одновременное использование этих переходов людьми [1]. Тогда конструкция перехода становится менее значимой. В малонаселённой местности конструкция переходов оказывается наиболее важным фактором, в некоторых странах для них используют поглощающие шум материалы [27–29].

**Переходы под дорогой.** Там, где дорога пересекает водные преграды или другие дороги, имеются переходы под дорогой – естественные или специально оборудованные. Переходы под дорогами с руслом используются всеми видами млекопитающих, особенно если они имеют большие размеры и тип эстакад.

Использование водотоков и лощин для организации зоопереходов под дорогами с позиций эколого-географического подхода наиболее эффективно, однако ставит перед проектировщиками, строителями и специалистами служб эксплуатации автодорог много специальных задач, поскольку должны быть совмещены пропуск воды, людей, плавающих средств, животных.

**Детекторы появления и отпугивания животных.** Современным, но дорогостоящим и пока недостаточно оценённым методом защиты животных может быть установка системы сенсоров, замечающих присутствие на дороге крупного животного. По сигналу с детекторов может включаться отпугивающие звуки, появится оповещение на табло об опасности и необходимости снизить скорость. Показано, что число происшествий, где есть детекторные системы, снижается на 87%. Их устанавливают в зоне возможного появления крупных млекопитающих на расстоянии 800–1600 м.

## Заключение

Россия – страна с относительно слабо развитой транспортной инфраструктурой, низкой протяжённостью и плотностью автомобильных дорог с твёрдым покрытием – около 750 тыс. км и 55 км/1000 км<sup>2</sup> соответственно. В то же время она обладает крупными мало фрагментированными массивами дикой природы, формирующими Великий Евразийский природный массив – от Фенноскандии до Тихого океана. В естественных, аграрных и селитебных ландшафтах России высока численность животных, которые активно

перемещаются, особенно в тёплый сезон, и становятся жертвами дорожного движения. С позиций эколого-географического подхода все действия по снижению риска гибели животных на автодорогах складываются из оптимальных пространственных решений и обустройства новых трасс.

Наиболее эффективны, как показывает опыт, наддорожные переходы – «экодуки» и эстакады над ценными в природоохранном отношении участками трассы. Стандарт СТО Автодор 7.4-2016 «Требования к экодукам на автомобильных дорогах ...» [27], подготовленный с участием авторов, прошёл апробацию на строительстве «биоперехода» над Калужским шоссе.

В связи с расширением строительства скоростных автомобильных дорог, особенно в Европейской России, возникают потребности в оперативном использовании эколого-географической информации, позволяющей уже на этапах технико-экономического обоснования, стратегической экологической оценки, подготовки проектов и строительства снижать риски гибели животных на автодорогах. Среди таких первоочередных задач: создание справочника зооградительных и зоопропускных сооружений, используемых в мире как «наилучшие технологии»; создание зоогеографического справочника для проектировщиков, базы пространственно распределённых данных, карт и ГИС по составу, миграциям, особенностям размещения и рискам гибели животных на автодорогах; подготовка типовых решений, регионально адаптированных к конкретным зонам, ландшафтам и комплексам активно перемещающихся животных разных систематических и размерных групп; разработка регламентов проектирования, строительства и эксплуатации автодорог в границах ООПТ.

*Исследования поддержаны темой государственного задания Института географии РАН № FMGE-2019\_0007.*

## References

1. Clevenger A.P., Waltho N. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada // *Conservation Biology*. 2000. V. 14. P. 47–56. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.00099-085.x
2. Clevenger A.P., Chruszcz B., Gunson K. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals // *Journal of Applied Ecology*. 2001. V. 38. P. 1340–1349. doi: 10.1046/j.0021-8901.2001.00678.x

3. Clevenger A.P., Waltho N. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals // *Biological Conservation*. 2005. V. 121. P. 453–464. doi: 10.1016/j.biocon.2004.04.025

4. Feldhamer G.A., Gates J.E., Harman D.M., Lorange A.J., Dixon K.R. Effects of interstate highway fencing on white-tailed deer activity // *Journal of Wildlife Management*. 1986. V. 50. P. 497–503.

5. Rodriguez A., Crema G., Delibes M. Use of non-wildlife passages across a high-speed railway by terrestrial vertebrates // *Journal of Applied Ecology*. 1996. V. 33. P. 1527–1540.

6. Baskin L.M., Okhlopkov I.M. Protection of large mammals from industrial threats. Moskva: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012. 201 p. (in Russian).

7. Golovkina E.K., Ponomarev V.A. The death of carnivores on the roads of the non-chernozem zone of Russia [Internet resource] [http://www.rusnauka.com/6\\_PNI\\_2011/Biologia/7\\_80294.doc.htm](http://www.rusnauka.com/6_PNI_2011/Biologia/7_80294.doc.htm) (Accessed: 15.12.2020) (in Russian).

8. Kukhta A.E., Moskvitin S.S. The death of birds on the roads in the vicinity of Tomsk // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012. No. 1 (17). P. 85–93 (in Russian).

9. Khokhlov A.N. The death of birds on the highways of Stavropol // *Little-studied birds of the North Caucasus*. Stavropol: Severo-Kavkazskoe otdelenie. VOO AN SSSR, 1990. 241 p. (in Russian).

10. Chuykova L.Yu. Assessment of the scale of animal deaths on inter-urban highways of the Astrakhan region // *Problemy regionalnoy ekologii. Estestvennye nauki*. 2010. No. 2 (31). P. 66–74 (in Russian).

11. Shevtsov A.S., Khokhlov A.N., Ilyukh M.P. Elimination of animals on the highways of the Central Pre-Caucasus // *Vestnik Stavropolskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011. V. 74. P. 115–122 (in Russian).

12. Shevtsov A.S., Khokhlov A.N., Ilyukh M.P., Lotiev K.Yu. Elimination of amphibians and reptiles on the roads: creative and methodological aspects of the problem // *Fauna Stavropolya*. 2011. V. 15. P. 114–118 (in Russian).

13. Assessment of animal deaths on the roads of Nizhny Novgorod region in 2009–2011 [Internet resource] [http://www.zoo-avto.ru/otsenka\\_gibeli\\_zhivotnyih.html](http://www.zoo-avto.ru/otsenka_gibeli_zhivotnyih.html) (Accessed: 15.12.2020).

14. Road ecology of the XXI century: Proceedings of the International scientific and practical symposium / Ed. O.V. Skvortsova. Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet, 2000. 356 p. (in Russian).

15. Environmental policy of the State company “Russian roads” for the period up to 2030. Moskva: Avtodor, 2015. 93 p. (in Russian)

16. Tishkov A.A., Baskin L.M., Okhlopkov I.M. Mammals and man-made environment protection of large mammals from industrial threats. Moskva: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012. P. 3–14 (in Russian).

17. Glista D.J., DeVault T.L., DeWoody J.A. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways // *Landscape and Urban Planning*. 2009. V. 91. P. 1–7. doi: 10.1016/j.landurbplan.2008.11.001
18. Kotlyakov V.M., Tishkov A.A. Strategy of sustainable development of Russia in the early 21st century: innovative vectors and place of geographical forecast // *Innovatsii*. 2009. No. 9. P. 74–81 (in Russian).
19. Groot Briunderink G.W.T.A., Hazebroek E. Ungulate traffic collisions in Europe // *Conservation Biology*. 1996. V. 10. P. 1059–1067. doi: 10.1046/j.1523-1739.1996.10041059.x
20. Haikonen H. Deer-vehicle crashes extensive peak at 1 hour after sunset // *American Journal of Preventive Medicine*. 2001. V. 21. No. 3. P. 209–213. doi: 10.1016/s0749-3797(01)00352-x
21. Zhorov D.G., Sidorovich A.A. The death of mammals on the roads of Belarus. 2012 [Internet resource] <https://elib.bsu.by/handle/123456789/103032?mode=full> (Accessed: 15.12.2020).
22. Ivanov A.I. The use of living organisms of various taxonomic groups for bioindication of states // *Theoretical and Applied Ecology*. 2007. No. 2. P. 73–78 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2007-2-073-78
23. Sobolev N.A. Ecological framework of Russia. Indicative scheme / Ed. A.A. Tishkov. Moskva: Institut geografii RAN, 2015. 16 p. (in Russian).
24. The state of hunting resources in the Russian Federation in 2008–2013. Information and analytical materials // *Hunting animals of Russia (biology, protection, resource science, rational use)*. V. 11. Moskva: Fizicheskaya kultura, 2014. 219 p. (in Russian).
25. Dodd Jr.C.K., Barichivich W.J., Smith L.L. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida // *Biological Conservation*. 2004. V. 118. P. 619–631. doi: 10.1016/j.biocon.2003.10.011
26. Garrett L.C., Conway G.A. Characteristics of moose-vehicle collisions in Anchorage, Alaska, 1991–1995 // *Journal of Safety Research*. 1999. V. 30. P. 219–223. doi: 10.1016/S0022-4375(99)00017-1
27. Requirements for ecoduks (environmental transition) on the roads of the state company “Avtodor Standard of the State company “Avtodor”. STO 7-4-2016. Moskva: OOO “Upravlenie inzhenernykh rabot”, 2016. 24 p. (in Russian).