

Научная статья

Original article

УДК 332.3+504.1/5+574+581.5+911

DOI 10.55186/25876740_2023_7_3_11

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ОБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И РЕСУРСНЫЙ
ПОТЕНЦИАЛ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПОНЕНТОВ**
CONSEQUENCES OF THE IMPACT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE ON
ECOSYSTEMS



Скобелев Валентин Александрович, аспирант (соискатель) кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству,

(105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова, 15), valentin.skobelev@mail.ru

Ларионов Максим Викторович, д.б.н., доцент, профессор кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова, 15), m.larionow2014@yandex.ru

Skobelev Valentin Aleksandrovich, postgraduate student (applicant) of the Department of Land Management, State University of Land Management (105064 Russia, Moscow, Kazakova st.,15), valentin.skobelev@mail.ru

Larionov Maxim Viktorovich, Doctor of Biological Sciences, docent, professor of the Department of Agriculture and Crop Production, Department of Land

Management, State University of Land Management (105064 Russia, Moscow, Kazakova st.,15), m.larionow2014@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена обзорному рассмотрению основных направлений влияния строительства автодорог на окружающую среду. Показано множество доказательств негативного воздействия транспортной инфраструктуры на различные элементы экосистем и ландшафтов: микроклимат, гидрография, почва, вода. Приведены последствия строительства автодорог на окружающую среду, включая зарубежные примеры.

Abstract. The article is devoted to the consideration of the main directions of the impact of road construction on the environment. There is a lot of evidence of the negative impact of transport infrastructure on various elements of ecosystems: microclimate, hydrography, soil, water. The consequences of the construction of roads on the environment, including foreign examples, are given.

Ключевые слова: *транспортная инфраструктура, автодорога, экосистемы, почва, химическое загрязнение, фрагментация, окружающая среда*

Keywords: *transport infrastructure, highway, ecosystems, soil, chemical pollution, fragmentation, environment*

Развитие автотранспортной инфраструктуры неразрывно связано с повышающимися хозяйственными и с развитием урбанизации. Практически всеобщий принцип постоянного роста потребностей в природных ресурсах является результирующим вектором народного хозяйства, отражением которого является логистическая сеть и, в том числе, автотранспортное хозяйство.

Дорожное строительство является ключевой причиной ухудшения состояния окружающей среды. Оно приводит [1]:

- к разрушению и прямому уничтожению водно-болотных угодий в результате высыхания почв, что приводит к нехватке доступной влаги для растительности.

- к реконфигурации форм местного рельефа, усилению эколого-деградационных процессов в них.

- к загрязнениям (химическим, пылью, в том числе из выхлопных газов строительной техники).

- физическим нарушениям почв, рельефа, поверхностных и подземных потоков.

- к изменениям растительности, в частности, в результате движения транспортных средств вне установленных дорожных покрытий и самих выделенных дорог (в случае грунтовых автодорог, например, поселковых). Безусловно, этот перечень крайне краток, но обобщенно отражает основной ход преобразования ландшафтных комплексов и, к сожалению, биокосных и биотических компонентов природных и природно-хозяйственных экологических систем.

В разных регионах мира в последние годы обращается всё большее внимание к негативному процессу деградации природной среды от деятельности автотранспортных хозяйств. К примеру, в Испании влияние автомагистрали на находящийся под угрозой исчезновения вид, дрофу, изучалось до, во время и после строительства дороги. С начала строительства дорог дрофы, как правило, избегали близости к автомагистрали на расстоянии от 560 до 750 м от нее. Однако несколько семейств дрофы были менее устойчивы к нарушениям эксплуатации автострад, поскольку зона воздействия составляла 1300 м. После того, как дорога была введена в эксплуатацию, количество дроф постепенно сократилось до 50% в зоне воздействия и увеличилось на больших расстояниях по сравнению с автомагистралью [2]. Это лишь малый (локальный по территории) пример количественного выражения роли автодорожного строительства на местную биоту на популяционном уровне.

Дороги изменяют абиотические элементы ландшафтов и экосистем: микроклимат, гидрологию, качество воды и почвы. Степень и интенсивность воздействия варьируются в зависимости от положения дороги относительно

склонов, геоморфологического профиля, геологического строения, преобладающих ветров и растительного покрова и, в целом, от эволюционно-генетических и экологических особенностей самих ландшафтов. Во многом трансформация затрагивает в достаточных пределах окружающую среду.

1. Нарушения микроклимата

Дороги влияют на направление и скорость ветра, температуру, относительную влажность и солнечный свет. В целом, дороги представляют собой ветреные и бурные коридоры с более сухим и пыльным воздухом. Пыль воздействует на близлежащую растительность, покрывая верхний слой листьев, и, таким образом, меняя фотосинтез. Эта пыль насыщена воздушными загрязнителями, поступающими из выхлопных труб. Некоторые загрязнители являются фитотоксичными. Они откладываются непосредственно на растительности и почве, всасываются и попадают в ткани растений. Эта пыль приводит к повреждению, снижению продуктивности и изменению структуры растений на больших расстояниях от дороги. Фитотоксины также являются причиной проблем с дыханием у животных.

Искусственное освещение, вызванное ночным движением транспортных средств, влияет на рост растений и является проблемой для дикой природы. В ночных условиях искусственный свет вблизи дороги приводит к поведенческим расстройствам у ночной фауны, особенно у летучих мышей. Световое загрязнение от уличного освещения дезориентирует птиц, что приводит к столкновениям с транспортными средствами.

2. Изменения в гидрологии и качестве воды

Взаимодействие дорожной инфраструктуры с водными системами зависит от их расположения по отношению к дренажной сети и от уклона. Дороги являются барьерами для стока воды, но при этом ускоряют отток воды. Дренажные трубы приводят к более быстрому потоку воды в системах водотоков, которые размывают берега, увеличивая риски затопления ниже по течению. Сочетание непроницаемой для воды конструкции дорог с агрономическим использованием земель вызывает эрозию почвы и отложение

осадков в реках. Небольшая глубина воды в сочетании с повышенной ее мутностью и слабой водной растительностью приводит к повышению температуры воды в ручьях. В масштабах всей страны дорожные сети взаимодействуют с гидрографическими системами, увеличивая приток и отложения в реках.

3. Попадание химических загрязнителей в гео- и экосистемы

Загрязнение воздуха и воды оказывает наибольшее воздействие на окружающую среду человека. Экологические последствия химического загрязнения в результате движения автомобильного транспорта изучены недостаточно, однако ясно, что это загрязнение проникает в окружающую среду, сохраняется в ней и взаимодействует с биоценозом. Источниками загрязнения, в частности, в зоне химико-токсического воздействия дорожной инфраструктуры являются транспортные средства, работы по техническому обслуживанию проезжей части, сельскохозяйственная растениеводческая деятельность (применение пестицидов и прочих средств химизации) и в меньшей мере уход за магистральными зелеными насаждениями – линейными компонентами защитно-экологических каркасов вдоль автомобильных дорог и трасс.

Транспортные средства являются источниками химических загрязнителей, таких как углеводороды, свинец, кадмий, и медь, а также летучих соединений, таких как окись углерода, оксиды азота, летучие органические соединения, диоксид серы, частицы выхлопных газов, дорожная пыль, метан и токсичные вещества, такие как бензол, бутадиен и формальдегиды [3]. Они попадают в окружающую среду в результате стока с дорог. В дополнение к этим первичным выбросам некоторые загрязнители воздуха вступают в реакцию с образованием вторичных загрязнителей. Например, озон образуется при соединении оксидов азота с летучими органическими соединениями. Попадание всех этих химических загрязнителей ухудшает качество воды и почвы в природных зонах, наиболее близких к дороге. Эти загрязнители также переносятся водой или ветром на большие

расстояния. В частности, они попадают в водные системы напрямую или через сток.

Например, отложения свинца, кадмия, меди и соединений полициклических ароматических углеводородов были обнаружены на расстояниях от 3,8 до 220 м от автомагистрали в Англии. Близость к скоростной дороге (90 000 транспортных средств в сутки) увеличила количество ПАУ в почве на глубине 5-15 см с 106 нг/г в прериях и до 3095 нг/г в сухой почве вблизи автомагистрали. Обилие бактерий и микробных разлагающих грибов в непосредственной близости от автомагистрали является следствием отложения углеводородов в почве. Что касается тяжелых металлов и органических соединений, то они часто адсорбируются частицами глины, ила и песка [4].

Дорожное загрязнение оказывает негативное воздействие на различные виды растений. Токсичность загрязняющих веществ зависит от того, как твердые частицы влияют на организмы, а также от уровня воздействия токсина. Эпифитные лишайники чувствительны к дорожному загрязнению, и их богатство заметно уменьшается вблизи дорог [5]. Прямое и косвенное воздействие загрязняющих веществ транспортных средств специфично для данного вида. Влияние дороги на местную растительную популяцию оценивалось примерно в 100 м. Состав сосудистых растений указывает на тенденцию к появлению видов, адаптированных к близости к автомагистрали [6]. Было выявлено значительное влияние на рост мохообразных, их мембрану, хлорофилл и содержание азота. Полученные результаты свидетельствуют о том, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу могут иметь серьезные экологические последствия для чувствительных территорий в пределах 100 м от основных дорог. Выбросы азота в результате дорожного движения оказывают более неблагоприятное воздействие на состав насаждений лишайников, чем на сельское хозяйство.

Загрязнение напрямую влияет и на фауну придорожной почвы. Показано, что мертвая и разлагающаяся растительность на обочинах дорог накапливает

больше свинца из выхлопных газов автомобилей, чем живые материалы фауны [7]. В другом исследовании подчеркивается важность использования популяций малощетинковых червей для биологического мониторинга загрязнения тяжелыми металлами [8].

Засоление дорог ухудшает качество грунтовых вод [9]. Соли для расщепления льда распространяются в системах ливневого стока. Сравнение свойств грунта обочин дорог автомагистралей, городских дорог и сельских дорог показывает, что щелочность увеличивается с увеличением размера дороги из-за размораживания основных дорог и автомагистралей [10]. Нанесение соли на дороги зимой влияет на рост растений и состав сообществ вдоль обочин дорог. Считается, что влияние отмирания растительности вблизи дороги связано с гидрологическими изменениями или токсичностью дорожной соли для размораживания.

Очень немногие исследования посвящены воздействию средств защиты растений, специально используемых на обочинах дорог. Гербициды, применяемые на обочинах дорог, неизбежно распространяются по экосистемам либо напрямую через сток, либо косвенно через вымывание в поверхностные воды, ручьи и озера. Атразин - один из наиболее часто используемых гербицидов. Атразин часто обнаруживается в водных средах и, как известно, влияет на продуктивность флоры и фауны водных организмов, а также на структуру всего сообщества.

4. Фрагментация экосистем

Степень экологического воздействия дорог на прилегающие территории является переменным явлением, изменяющимся как в пространстве, так и во времени. Зона воздействия дороги определяется как зона, прилегающая к дороге, где выявляется одно или несколько прямых экологических воздействий дороги. Несмотря на сложность точного определения зоны воздействия, очевидно, что площадь экологически загрязненных участков, затронутых дорогами, велика, как можно было заметить из вышеупомянутых примеров. Фрагментация среды обитания приводит к разделению популяций на

изолированные и ограниченные среды обитания, где они могут получить доступ к системным ресурсам, расположенным через дорогу. В результате их способность сохранять свое первоначальное биоразнообразие снижается. Фрагментация районов размножения популяций является одним из наиболее часто отмечаемых эффектов. Фрагментация поражает крупных млекопитающих, мелких млекопитающих, включая летучих мышей, насекомых и рептилий.

К сожалению, полностью исключить техногенно-преобразующего действия автотранспортного хозяйства на окружающую среду, на ее косные, биокосные и биотические компоненты, невозможно. Тем не менее, выработаны уже определенные правила и нормы транспортного природопользования, которые требуют неукоснительного исполнения. Важно понимать, что помимо исполнения формальных критериев экологической безопасности требуется в большей мере обращать внимание на биологические показатели качества экологической обстановки. В данном случае ответные проявления биотических систем позволяют проводить, как инициативные экологические анализы, так и явиться определенной основой для экспертных экологических оценок на этапах планирования, испытания, эксплуатации, сопровождения и эффективного контроля деятельности автотранспортных объектов. Ответные проявления компонентов экосистем, подвергающихся техногенным воздействиям, представляют естественнонаучный базис для комплексного экологического мониторинга и экологического контроля. Также биологические показатели эксплуатируемых экосистем и ландшафтов могут явиться иницирующим началом для модернизации подходов в дорожно-строительных правилах, эксплуатационных регламентах, эколого-гигиеническом нормировании и в управлении транспортного землепользования. Полезно, с учетом принципов устойчивого развития, чтобы зонирование преимущественных геоэкологических ситуаций приобрело всеобщий характер. Особенно это важно для повышения объективности и обеспечения информативности

экологического контроля за автодорогами междугороднего и межрегионального значений.

Литература

1. Макарова Ю.А., Мануковский А.Ю. Экологическое воздействие на окружающую среду при строительстве и эксплуатации лесовозных автомобильных дорог. Наука. Мысль: электронный периодический журнал, no. 7-1, 2016 – 86 с.
2. Torres A., Palacín C., Seoane J., Alonso J.C., 2011. Assessing the effects of a highway on a threatened species using Before–During–After and Before–During–After–Control–Impact designs. *Biol. Conserv.*, p. 144.
3. Пепина Л.А., Созонтова А.Н., Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом – *Alfabuild*. 1 (1). 2017. 99-110– 101 с.
4. Coffin A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *J. Transp. Geogr.*, 15, p. 396-406.
5. Толпышева Т.Ю. Эпифитные лишайники некоторых антропогенных местообитаний сельской местности (Зубцовский район, Тверская область) // *Социально-экологические технологии*. 2019. Т. 9. № 4. С. 467–480.
6. Bignal K.L., Ashmore M.R., Headley A.D., Stewart K., Weigert K., 2007. Ecological impacts of air pollution from road transport on local vegetation. *Appl. Geochem.*, 22, p. 1265–1271.
7. Тищенко М.П. Растительный покров обочин автомобильных дорог в тундровой и таежной зонах Западной Сибири // *Journal of Siberian Federal University. Biology* 1 (2011) 36-53 с.
8. Tosza E., Dumnicka E., Niklinska M., Rozen A., 2010. Enchytraeid and earthworm communities along a pollution gradient near Olkusz (southern Poland). *Eur. J. Soil Biol.*, 46, p. 218–224.
9. Каюмов А. Д., Худайкулов Р. М., Дорожные насыпи из засоленных грунтов и методы улучшения их расчетных характеристик. // *К. Транспорт шелкового пути*, 2019, (3-4), 77-84 с.

10. Saارينen K., Valtonen A., Jantunen J., Saarnio S., 2005. Butterflies and diurnal moths along road verges: Does road type affect diversity and abundance? *Biol. Conserv.*, 123, p. 403-412.

References

1. Makarova YU.A., Manukovskii A.YU. *Ehkologicheskoe vozdeistvie na okruzhayushchuyu sredu pri stroitel'stve i ehkspluatatsii lesovoznykh avtomobil'nykh dorog*. Nauka. Mysl': ehlektronnyi periodicheskii zhurnal, no. 7-1, 2016 – 86 s.

2. Torres A., Palacín C., Seoane J., Alonso J.C., 2011. Assessing the effects of a highway on a threatened species using Before–During–After and Before–During–After–Control–Impact designs. *Biol. Conserv.*, p. 144.

3. Pepina L.A., Sozontova A.N., *Zagryaznenie atmosfernogo vozdukha avtomobil'no-dorozhnym kompleksom – Alfabuild*. 1 (1). 2017. 99-110– 101 s.

4. Coffin A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *J. Transp. Geogr.*, 15, p. 396-406.

5. Tolpysheva T.YU. *Ehpifitnye lishainiki nekotorykh antropogennykh mestoobitanii sel'skoi mestnosti (Zubtsovskii raion, Tverskaya oblast') // Sotsial'no-ehkologicheskie tekhnologii*. 2019. T. 9. № 4. S. 467–480.

6. Bignal K.L., Ashmore M.R., Headley A.D., Stewart K., Weigert K., 2007. Ecological impacts of air pollution from road transport on local vegetation. *Appl. Geochem.*, 22, p. 1265–1271.

7. Tishchenko M.P. *Rastitel'nyi pokrov obochin avtomobil'nykh dorog v tundrovoi i taezhnoi zonakh Zapadnoi Sibiri // Journal of Siberian Federal University. Biology* 1 (2011) 36-53 s.

8. Tosza E., Dumnicka E., Niklinska M., Rozen A., 2010. Enchytraeid and earthworm communities along a pollution gradient near Olkusz (southern Poland). *Eur. J. Soil Biol.*, 46, p. 218–224.

9. Kayumov A. D., Khudaikulov R. M., *Dorozhnye nasypi iz zasolennykh gruntov i metody uluchsheniya ikh raschetnykh kharakteristik. // K. Transport shelkovogo puti*, 2019, (3-4), 77-84 c.

10. Saarinen K., Valtonen A., Jantunen J., Saarnio S., 2005. Butterflies and diurnal moths along road verges: Does road type affect diversity and abundance? *Biol. Conserv.*, 123, p. 403-412.

© Скобелев В.А., Ларионов М.В., 2023. *International agricultural journal*, 2023, № 3, 636-646

Для цитирования: Скобелев В.А, Ларионов М.В. ВОЗДЕЙСТВИЕ ОБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПОНЕНТОВ//*International agricultural journal*, 2023, № 3, 636-646