

УДК 502.5:625.855.3
DOI 10.17513/use.38380

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЫЛИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Цыганков Д.А., Григорьева М.А.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»
Новосибирск, e-mail: tsygankov@sibstrin.ru

Строительство, реконструкция и эксплуатация автодорог связаны с оказанием воздействия на окружающую среду. При этом изменению подвергаются все составляющие ее элементы – воздух, вода и земли. Цель исследования заключалась в проведении процедуры оценки воздействия на окружающую среду, оказываемого реконструкцией и последующей эксплуатацией 12-километрового участка автодороги Кемерово – Анжеро-Судженск. Расчет интенсивности поступления и приземных концентраций загрязняющих веществ в воздушной среде выполнен посредством программного обеспечения «Эра». Контроль величин полученных расчетом концентраций загрязняющих веществ в воздушной среде осуществлялся посредством натурных измерений одноканальным аспиратором «Бриз». Эквивалентные и максимальные уровни звукового давления измерялись с помощью универсального multifunctional устройства, включавшего в себя шумомер, люксметр, термометр и гигрометр. Путем сопоставления расчетного и экспериментального уровней загрязнения воздушной среды было определено, что сократить воздействие на нее возможно путем замены дизельной электростанции на подключение потребителей к линии электропередач, а также обработки перемещаемых грунтов измельченными или чешуйчатыми по структуре хлоридами. Полученные результаты основаны на количественном и качественном анализе интенсивности поступления и концентраций загрязнителей в воздушной, водной и земельной средах, формирующихся в период выполнения строительно-монтажных работ и эксплуатации реконструированного участка автодороги. Внедрение рекомендаций по профилактике выделения пыли позволило сократить загрязнение атмосферы в период ведения строительно-монтажных работ по реконструкции участка автодороги и связанные с ним природоохранные платежи. Результаты анализа особенностей использования водной среды и земельных ресурсов при реконструкции и эксплуатации участка автодороги говорят об отсутствии их сверхнормативного загрязнения. Порядок образования, а также временного накопления отходов производственной и хозяйственно-бытовой деятельности работников, предусматривающий их передачу специализированной организации для дальнейшего обращения, гарантирует их минимальное воздействие на окружающую среду в пределах рассматриваемого участка автодороги.

Ключевые слова: оценка воздействия, окружающая среда, профилактика, загрязнение, реконструкция, эксплуатация

DEVELOPMENT OF MEASURES TO REDUCE DUST EMISSION DURING THE RECONSTRUCTION OF A SECTION OF A HIGHWAY

Tsygankov D.A., Grigoreva M.A.

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk, e-mail: tsygankov@sibstrin.ru

Construction, reconstruction and operation of highways are associated with the impact on the environment. In this case, all its components are subject to change – air, water and land. The purpose of the study was to carry out a procedure for assessing the impact on the environment caused by the reconstruction and subsequent operation of a 12-kilometer section of the Kemerovo-Anzhero-Sudzhensk highway. Calculation of the intensity of entry and ground concentrations of pollutants in the air was performed using the Era software. Control of the values obtained by calculating the concentrations of pollutants in the air was carried out by means of in-kind measurements with a single-channel aspirator “Breeze”. Equivalent and maximum sound pressure levels were measured using a universal multifunctional device that included a noise meter, lux meter, thermometer and hygrometer. By comparing the calculated and experimental levels of air pollution, it was determined that it is possible to reduce the impact on it by replacing the diesel power plant with connecting consumers to the power line, as well as treating the moved soils with crushed or flaky chlorides. The results obtained are based on a quantitative and qualitative analysis of the intensity of receipt and concentrations of pollutants in the air, water and land environments formed during the period of construction and installation work and operation of the reconstructed section of the highway. Implementation of recommendations for the prevention of dust emission made it possible to reduce air pollution during construction and installation work on the reconstruction of the highway section and the associated environmental payments. The results of the analysis of the features of the use of the aquatic environment and land resources during the reconstruction and operation of the highway section indicate the absence of their excess pollution. The procedure for the formation and temporary accumulation of waste from industrial and household activities of workers, which provides for their transfer to a specialized organization for further handling, guarantees their minimal impact on the environment within the considered section of the highway.

Keywords: impact assessment, environment, prevention, pollution, reconstruction, operation

Введение

Реконструкция автодорог связана с оказанием временного воздействия на окружающую среду. Изменение компонентов окружающей среды при ведении строительно-монтажных работ (СМР) выражается в загрязнении атмосферного воздуха выбросами загрязняющих веществ, а также физическом воздействии на него шумом и вибрацией. Одновременно с этим воздействие на земли оказывается путем перемещения и уплотнения грунтов, а также занятия площадей под размещение строительной техники, помещений для работников, материалов, изделий, конструкций и площадки для накопления и временного удерживания отходов. При эксплуатации реконструированных участков автодорог происходит загрязнение атмосферного воздуха выбросами пыли, газов и шумом при движении автотранспорта. При этом происходит изменение направлений естественного стока воды, вызванное трансформацией рельефа, связанной с планированием поверхности участка, предназначенного для выполнения СМР. Это обуславливает необходимость проведения процедуры оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при реконструкции автодорог и разработки мероприятий по его снижению [1, с. 12].

Цель исследования заключалась в проведении процедуры оценки воздействия на окружающую среду, оказываемого реконструкцией и эксплуатацией 12-километрового участка автодороги Кемерово – Анжеро-Судженск.

Материалы и методы исследования

Данными для проведения ОВОС послужили результаты анализа всех видов и объемов СМР, выполняемых в период реконструкции участка автодороги, а также связанных с ними загрязнений окружающей среды. При этом учитывались нормативные требования к геометрическим параметрам автодороги, предусматривающие расчетную скорость движения 80 км/ч с целью обеспечения безопасности движения автотранспорта при ее эксплуатации. Расчет интенсивности выбросов, сбросов и концентраций загрязняющих веществ в окружающей среде проводился с использованием программного обеспечения «Эра», разработанного научно-производственным предприятием «Логос-Плюс» (г. Новосибирск) с учетом рекомендаций

[2, 3]. Экспериментальная проверка концентраций загрязняющих веществ в воздухе осуществлялась с помощью аспиратора «Бриз», а измерение эквивалентных и максимальных уровней звукового давления посредством шумомера, встроенного в универсальное многофункциональное устройство РСЕ-ЕМ882 по стандартным методикам.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматриваемый участок находится в пределах автодороги Кемерово – Анжеро-Судженск и представляет собой отдельный участок длиной 12 км (47–59 км), который проходит через населенные пункты, характеризующиеся качеством окружающей среды с нормируемыми показателями. Ближайшая застройка представлена одноэтажными жилыми домами, а наименьшее расстояние от них до границ исследуемого участка составляет 450 м (пос. Сосновка, 50 км), 120 м (пос. Арсентьевка, 52 км) и 80 м (пос. Ровенский, 59 км).

В подготовительный период выполняется восстановление и закрепление полосы отвода в соответствии с требованиями [4]. Технология ведения СМР предусматривает ликвидацию имеющихся дорожных знаков, а также сигнальных столбов и железобетонных водопропускных труб с выводом на полигон твердых бытовых отходов. Конструкции дорожного полотна имеют толщину 0,6 м, ширина проезжей части составляет 6 м, а ее уклон – 15%. Работы по укреплению обочин с уклоном 35% предусматривают применение щебеночно-песчаной смеси С-11, укладываемой слоем толщиной 0,12 м.

В период производства СМР воздействие на воздушную среду будет носить локальный и ограниченный по времени характер. Расчет количества выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ произведен с применением программного обеспечения «Эра» (табл. 1).

В период эксплуатации восстановленного участка автодороги воздействие на атмосферу будет носить постоянный характер и проявляться в виде его загрязнения выбросами автотранспорта (табл. 2).

Уровень воздействия проводимых СМР на состояние поверхностных, а также подземных природных водных объектов зависит от режима потребления чистой воды и условий отведения ее стока.

Таблица 1

Воздействие на воздушную среду в период проведения реконструкции участка автодороги

№	Загрязняющее вещество	Критерий оценки	Значение критерия, мг/м ³	Загрязнение воздуха, доли ПДК	Класс опасности	Суммарный выброс, т/г
1	Железа оксид в пересчете на железо	ПДКсс	0,040	0,750	3	0,005725
2	Марганец в пересчете на марганца (IV) оксид	ПДКмр	0,010	0,784	2	0,000192
3	Азота (IV) оксид	ПДКмр	0,200	1,252	3	2,556956
4	Азота (II) оксид	ПДКмр	0,400	1,122	3	0,423987
5	Углерод (сажа)	ПДКмр	0,150	1,306	3	0,440996
6	Сера диоксид	ПДКмр	0,500	1,020	3	0,307918
7	Дигидросульфид	ПДКмр	0,008	0,758	2	0,000057
8	Углерода (II) оксид	ПДКмр	5,000	0,112	4	2,771052
9	Диметилбензол	ПДКмр	0,200	0,788	3	0,020250
10	Бенз-α-пирен	ПДКсс	0,000001	0,885	1	0,000001
11	Хлорэтэн	ПДКсс	0,040	0,756	4	0,000006
12	Формальдегид	ПДКмр	0,050	0,904	2	0,007968
13	Бензин	ПДКмр	5,000	0,686	4	0,022279
14	Керосин	ОБУВ	1,200	1,214	—	0,786245
15	Уайт-спирит	ОБУВ	1,000	0,512	—	0,020250
16	Алканы C ₁₂ –C ₁₉ в пересчете на С	ПДКмр	1,000	0,568	4	1,327409
17	Взвешенные вещества	ПДКмр	0,500	0,722	3	0,005940
18	Пыль неорганическая 70–20 % SiO ₂	ПДКмр	0,300	1,425	3	0,902817

Примечание: ПДКсс – предельные допустимые концентрации, среднесуточные; ПДКмр – предельные допустимые концентрации, максимальные разовые; ОБУВ – ориентировочные безопасные уровни воздействия.

Источник: составлено авторами по результатам расчета программным комплексом «Эра».

Таблица 2

Воздействие на воздушную среду в период эксплуатации участка автодороги

№	Загрязняющее вещество	Критерий оценки	Значение критерия, мг/м ³	Загрязнение воздуха, доли ПДК	Класс опасности	Суммарный выброс, т/г
1	Азота (IV) оксид	ПДКмр	0,200	1,312	3	4,868354
2	Азота (II) оксид	ПДКмр	0,400	1,056	3	2,584326
3	Углерод (сажа)	ПДКмр	0,150	1,228	3	0,960512
4	Углерода (IV) оксид	ПДКмр	5,000	1,412	4	5,486596
5	Бензин	ПДКмр	5,000	1,236	4	0,044656
6	Сера диоксид	ПДКмр	0,540	1,128	3	0,726314

Примечание: как в табл. 1.

Источник: составлено авторами по результатам расчета программным комплексом «Эра».

В пределах строительной площадки емкости для хранения воды устанавливаются на возвышенностях, а качество находящейся в них воды соответствует рекомендациям [5]. Вода для питья хранится в специально отведенных помещениях и подвозится с частотой один раз в трое суток. Согласно действующим правилам запас воды регулярно обновляется, необходимое количество принимается равным 25 л на человека в сутки, включая 3,5 л питьевого качества [6]. Использованная вода собирается в пластиковые баки объемом 10 м³ с последующим вывозом автотранспортом.

Техническая вода, предназначенная для использования в ходе выполнения основных видов СМР, расходуется в полном объеме.

Собираемые ливневые стоки направляются в водоприемные решетки по двухслойным полиэтиленовым трубам, предусматривается их последующее отведение на очистные сооружения. Для реконструируемого участка предусматриваются шесть накопительных резервуаров объемом 500 м³.

Категории земель в результате реконструкции участка автодороги не изменятся. Воздействие на земельную среду будет производиться посредством ведения СМР и выражаться в виде физического разрушения поверхности при ее планировании, а также загрязнения воздуха выбросами двигателей внутреннего сгорания строительной техники и пылью от ведения работ по перемещению грунта. Токсичные вещества будут проникать в почвенные слои посредством своего оседания под действием атмосферных осадков [7, с. 32].

Для периода строительства были проведены измерения уровней эквивалентного и максимального звукового давления. При использовании в качестве шумомера универсальный прибор РСЕ-ЕМ882 позволяет измерять уровни звукового давления в диапазоне 35–130 дБ, будучи отнесенным ко второму (профессиональному) классу оборудования, разрешенному к применению в производственных условиях. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Уровни звукового давления в пределах территории строительства

№	Эквивалентные, дБ		Максимальные, дБ	
	Измеренный	ПДУ	Измеренный	ПДУ
1	47,8	55	53,4	70
2	45,6	55	49,8	70
3	48,3	55	56,3	70
4	49,4	55	55,7	70
5	47,3	55	52,6	70
6	46,2	55	53,0	70
7	48,4	55	54,3	70
8	47,8	55	52,6	70
9	49,3	55	54,5	70
10	46,6	55	52,8	70
11	47,5	55	53,4	70
12	45,3	55	51,8	70
13	48,2	55	55,1	70
14	46,8	55	53,5	70
15	44,7	55	49,8	70
16	48,3	55	54,2	70
17	46,8	55	53,5	70
18	48,3	55	54,7	70
19	45,7	55	52,4	70
20	47,3	55	53,8	70

Примечание: ПДУ – предельные допустимые уровни.

Источник: составлено авторами по результатам натурных измерений универсальным прибором РСЕ-ЕМ882.

Поскольку характер исследуемого шума являлся проникающим, микрофон шумомера во время измерений ориентировался лицевой частью вверх перпендикулярно поверхности земли, а техник, проводивший измерения, располагался на расстоянии 0,5 м от него. Для выполнения измерений эквивалентного и максимального уровней звукового давления выбирались характерные участки реконструируемой дороги (подъемы, спуски, повороты и ровные поверхности), на каждом из которых проводились измерения в трех или четырех точках. Количество точек принималось в зависимости от длины участков, а измерения в каждой из них проводились до тех пор, пока в течение 30 с исследуемые уровни звукового давления не изменялись на величину более чем 0,5 дБ. Во всех контрольных точках эквивалентные и максимальные уровни звукового давления не превысили своих предельно допустимых значений (табл. 3).

При общестроительных работах образуются такие виды отходов, как лом бетонных изделий, а также отходы бетона в кусковой форме, нефтяного битума, древесины, цемента и металлов. Дополнительно к этому

образуется мусор от бытовых помещений, исключая крупногабаритный.

При использовании лакокрасочных материалов: эмалей, лаков и грунтовок – образуются отходы в виде загрязненной ими полиэтиленовой тары, а при монтажных работах, проводимых в ходе обустройства коммуникаций, – отходы изоляции проводов и кабелей.

При техническом обслуживании строительных машин образуется непригодный для повторного использования обтирочный материал, загрязненный нефтепродуктами, а при ведении сварочных работ – остатки электродов и сварочный шлак.

При ведении земляных работ образуется грунт, свободный от загрязнения токсичными веществами.

Затраты на охрану окружающей среды при реконструкции участка автодороги сводятся к платежам за выброс загрязняющих веществ в атмосферу и расходам по организации вывоза отходов 4 и 5 классов опасности с территории строительства. Расчет платежей за выброс загрязняющих веществ в атмосферу представлен в табл. 4 и соответствует [8].

Таблица 4

Платежи за выбросы загрязняющих веществ
при реконструкции участка автодороги

№	Загрязняющее вещество	Ставка платы, руб./т	Объем выбросов, т/г	Платежи, руб./г
1	Железа оксид в пересчете на железо	116,64	0,005725	0,67
2	Марганец в пересчете на марганца (IV) оксид	82,16	0,000192	0,02
3	Азота (IV) оксид	149,91	2,556956	383,31
4	Азота (II) оксид	100,98	0,423987	42,81
5	Углерод (сажа)	39,53	0,440996	17,43
6	Сера диоксид	49,03	0,307918	15,10
7	Дигидросульфид	125,14	0,000057	0,01
8	Углерода (II) оксид	1,73	2,771052	4,79
9	Диметилбензол	1969,49	0,020250	39,88
10	Бенз-α-пирен	5910806,19	0,000001	5,91
11	Хлорэтэн	238,54	0,000006	0,01
12	Формальдегид	1969,49	0,007968	15,69
13	Бензин	3,46	0,022279	0,08
14	Керосин	7,24	0,786245	5,69
15	Уайт-спирит	108,54	0,020250	2,20
16	Алканы C ₁₂ -C ₁₉ в пересчете на С	741,09	1,327409	983,73
17	Взвешенные вещества	12,46	0,005940	0,07
18	Пыль неорганическая SiO ₂ 70-20%	7,24	0,902817	6,54

Источник: составлено авторами по рекомендациям [8].

Таблица 5

Платежи по организации обращения с отходами производства при реконструкции участка автодороги

Отходы	Ставка платы, руб./т	Объем отходов, т/г	Платежи, руб./г
4 класс	716,26	125,1	89604,13
5 класс	18,68	12,8	239,1
Всего:		137,9	89843,23

Источник: составлено авторами по рекомендациям [8].

Расчет платежей по организации обращения с отходами производства представлен в табл. 5 [8].

С целью снижения воздействия СМР на окружающую среду предлагается заменить использование передвижной дизельной электростанции (ДЭС-45) на подключение к действующей линии электропередач.

Расчетные уровни загрязнения воздушной среды при разгрузке автосамосвалов с пылящими строительными материалами, определенные с помощью программного обеспечения «Эра», составили 8 мг/м³, а при перемещении грунтов бульдозерами – 10 мг/м³, что значительно превышает максимальную разовую предельно допустимую концентрацию (ПДК_{мр}) пыли неорганической SiO₂ 70–20%, равную 0,3 мг/м³. В этой связи было принято решение применить дешевые составы, состоящие из дробленых или чешуйчатых по струк-

туре горных пород (хлоридов – галита, сильвинита или карналлита) с расходом 0,7–1 кг/м² обрабатываемой поверхности и сроком действия 25–40 сут для сокращения образования пыли при разгрузке автосамосвалов и перемещении грунтов бульдозерами. Поскольку СМР проводятся вне населенных пунктов, водоохранных зон и сельскохозяйственных угодий, то применение данных обеспыливающих составов будет разрешено.

Для контроля эффективности предлагаемых мероприятий на каждом из характерных участков ведения указанных видов СМР было выбрано по десять контрольных точек в которых, после обработки грунтов обеспыливающими составами, велись натурные замеры концентраций пыли неорганической SiO₂ 70–20% с применением аспиратора «Бриз». Результаты представлены на рис. 1 и 2.

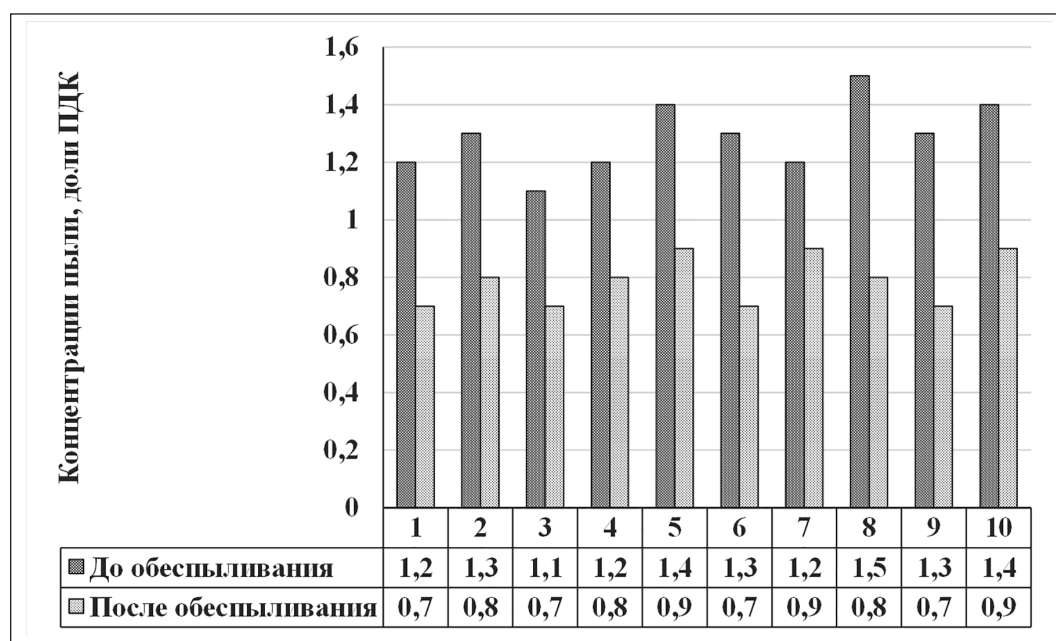


Рис. 1. Эффективность обеспыливания при разгрузке автосамосвалов

Источник: составлено авторами по результатам натурных измерений аспиратором «Бриз»

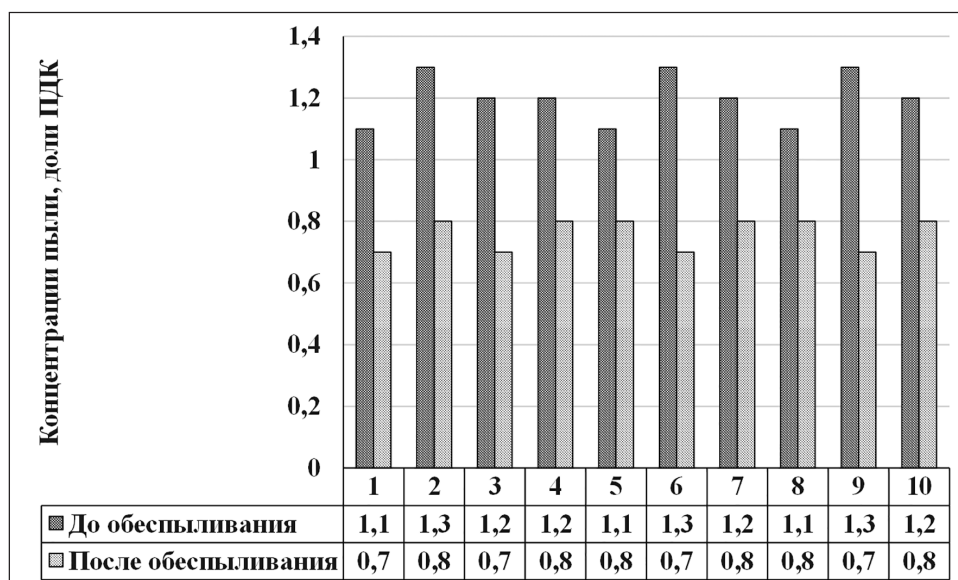


Рис. 2. Эффективность обеспыливания при перемещении грунтов бульдозерами
 Источник: составлено авторами по результатам натурных измерений аспиратором «Бриз»

Практическое значение проделанной работы заключается в разработке профилактических мероприятий по снижению выделения пыли при проведении СМР по реконструкции участка автодороги. Полученные результаты могут быть полезны дорожно-строительным и дорожно-ремонтным предприятиям, занимающимся реконструкцией и эксплуатацией автодорог.

Выводы

1. По результатам выполненных исследований воздействие на воздушную среду в период строительства можно сократить за счет замены ДЭС-45 на подключение к линии электропередач и применения обработки пылящих строительных материалов измельченными или чешуйчатыми по структуре горными породами (хлоридами) при ведении работ по погрузке-разгрузке и перевалке земли. В результате этого выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сократятся на 41,6% (5,5 т/г), а платежи за ее загрязнение – на 878,45 руб./г.

2. В период эксплуатации восстановленного участка автодороги рекомендуется снизить скорость движения транспорта в пределах рассматриваемых населенных пунктов до 40 км/ч, что приведет к резкому сокращению выбросов токсичных веществ и снижению шумового воздействия на атмосферу.

3. В результате проведения восстановительных работ земельная и водная среды не будут затронуты, поскольку в ходе строительства не предполагается изъятие допол-

нительных земельных площадей, а водозабор и сброс стоков в природные водные объекты отсутствует.

4. Поскольку все образующиеся в ходе строительства отходы относятся к 4 и 5 классу опасности (малоопасные) и передаются специализированной организации для дальнейшего обращения в виде размещения на полигоне твердых бытовых отходов, то их временное воздействие на окружающую среду в пределах рассматриваемого участка автодороги будет значительно сокращено.

Список литературы

1. Колесников Е.Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2023. 471 с.
2. МРР-2017. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. М.: ГАУ НИИЦ, 2017. 73 с.
3. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. М.: ЦКБ ГМП, 2003. 26 с.
4. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. М.: Стандартинформ, 2018. 58 с.
5. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М.: Эксмо, 2021. 143 с.
6. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: Стандартинформ, 2017. 93 с.
7. Васильева Н.В. Основы землепользования и землеустройства. М.: Юрайт, 2024. 401 с.
8. Постановление Правительства РФ от 31.05.2023 № 881 «Об утверждении правил исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду» [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=449752> (дата обращения: 10.02.2025).