

Следовательно, в настоящее время необходимо либо кардинальным образом выполнить пересмотр представленных в ТКП 45-3.03-112-2008 (02250) «Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования» значений коэффициентов надежности и требуемых коэффициентов запаса прочности, либо использовать при расчете нежестких дорожных одежд современные, более сложные методы, например, совместный термо-гидромеханический подход, который подразумевает взаимное влияние температурного, гидравлического и механического (напряженно-деформированного) полей на прочность и деформативность дорожной конструкции.

Список литературы

- 1 ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. – М. : Минтрансстрой СССР, 1985. – 157 с.
- 2 ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике. Термины и определения. – Введ. 01.03.2017. – М. : Стандартинформ, 2016. – 24 с.
- 3 **Моисеенко, Р. П.** Лекции по теории надежности автомобильных дорог : учеб. пособие / Р. П. Моисеенко. – 2-е изд., испр. и доп. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2022. – 154 с.
- 4 Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности : Закон Республики Беларусь от 2 декабря 1994 г. № 3434-ХП : ред. от 05.01.2022 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 19.03.2001, 2/463. – URL : <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=V19403434> (дата обращения : 23.08.2025).
- 5 **Веренько, В. А.** Надежность дорожных одежд : учеб. пособие / В. А. Веренько. – Минск : БГПА, 2002. – 120 с.
- 6 ТКП 45-3.03-112-2008 (02250). Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. – Введ. 19.11.2008. – Минск : БелдорНИИ, 2008. – 114 с.
- 7 Проект ТКП Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. – URL : <https://www.mintrans.gov.by/images/2025/05-05-25-6.pdf> (дата обращения: 14.09.2025).
- 8 Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд / под ред. Н. Н. Иванова. – М. : Транспорт, 1973. – 328 с.
- 9 Оценка надежности дорожной одежды на стадии эксплуатации / А. Н. Тиратуриян, А. А. Симакова, И. В. Бодров, М. В. Фарниева // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 196. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-nadezhnosti-dorozhnoy-odezhdy-na-stadii-ekspluatatsii/viewer> (дата обращения : 27.08.2024).
- 10 **Жуковский, Е. М.** Обеспечение надежности автомобильных дорог с нежесткими дорожными одеждами на стадии проектирования / Е. М. Жуковский // Автомобильные дороги и мосты. – 2024. – № 2. – С. 15–24.

УДК 624.9

УСТРОЙСТВО ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ ПУТЕЙ ПОДВОЗА И ЭВАКУАЦИИ ОТ ОГНЕВЫХ УДАРОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В. В. ЗИКРАТЬЕВ

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В. Ю. ПИСКУН

Внутренние войска Министерства внутренних дел Республики Беларусь, г. Минск

Габариты искусственной системы пассивной защиты (ИСПЗ) (рисунок 1) зависят от габаритов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), перемещающихся по путям подвоза и эвакуации (ППиЭ), а также самих ППиЭ.

Для дальнейших расчетов габариты ИСПЗ будут приняты в соответствии с рисунком 2. Следует отметить, что конструктивные решения варианта ИСПЗ, представленного в данной работе, обеспечивают пассивную защиту автомобильных дорог, относимых в соответствии с таблицей 1 СН 3.03.04-2019 «Автомобильные дороги» к VI классу дорог низшей категории и ко II–V классам обычных дорог, в то время как организация пассивной защиты дорог I класса требует дополнительной проработки и не является предметом рассмотрения данной работы.

Технологически ИСПЗ состоит из секций, таких как типовая, торцевая и проездная.

Рассмотрим подробнее технологические решения каждой из секций ИСПЗ.

Типовая секция (рисунок 3) является основной составляющей ИСПЗ и используется на прямолинейных (в том числе и поворотах) участках ППиЭ. Торцевая секция используется в концевых участках ППиЭ, ее основным отличием от типовой секции является наличие противоосколочного элемента (шторы, завесы) в осях 1/А-Е на въезде (выезде) из нее.

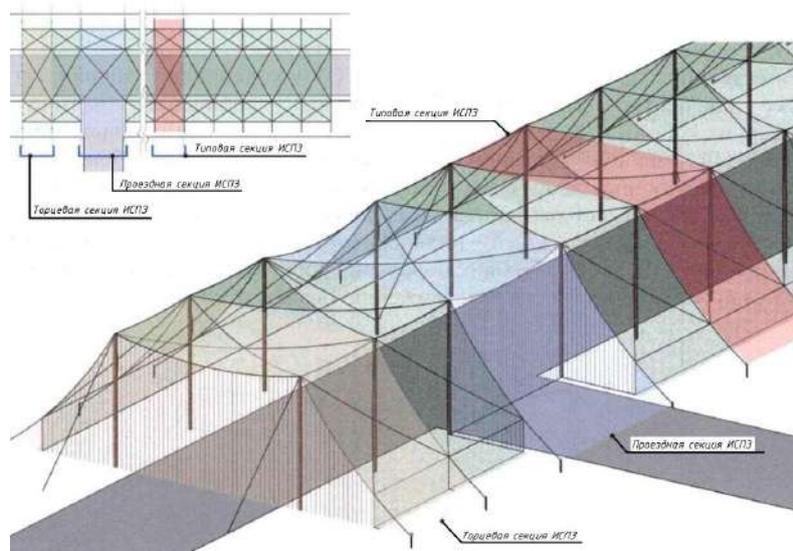


Рисунок 1 – Общий вид ИСПЗ

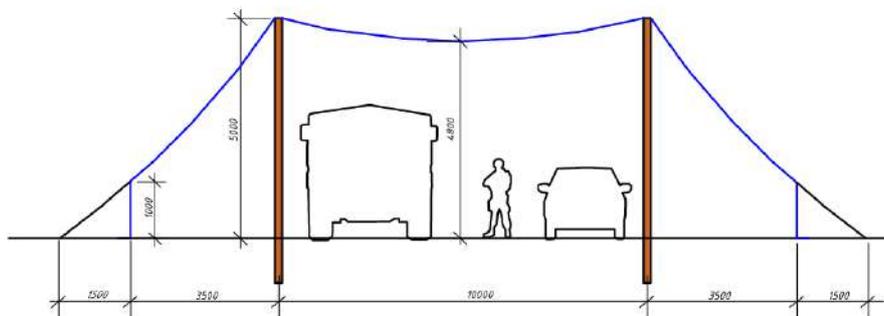


Рисунок 2 – Типовой разрез ИСПЗ

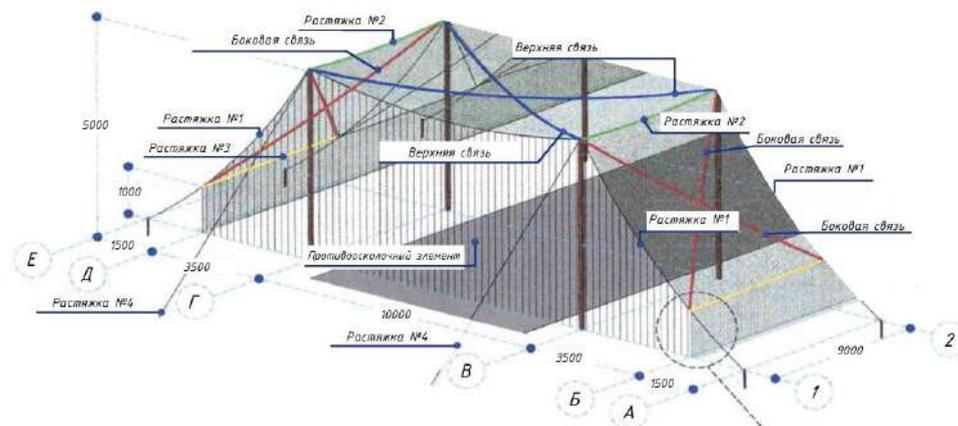


Рисунок 3 – Общий вид типовой, торцевой и проездной секций ИСПЗ

Проездная секция используется для устройства перекрестков различной конфигурации. При этом при наличии перекрестков с круговым движением целесообразно использовать типовую секцию. Отличием проездной секции от типовой является наличие противоосколочного элемента (шторы, завесы) в осях В/1-2 или Г/1-2 (в месте устройства перекрестка), а также более широкий шаг стоек каркаса в тех же осях (при необходимости).

Основу каркаса ИСПЗ составляют стойки из лесоматериалов и пиломатериалов, растяжки и связи из стальной проволоки, а также необходимые метизы. Основу защитных элементов, как уже было сказано выше, составляют полимерные сетки и ткани из композитных материалов

Противоосколочные элементы (шторы, завесы) целесообразно устраивать из плетеных полипропиленовых шнуров неярких цветов диаметром от 5 до 8 мм с сердечником (рисунок 6). Требования к характеристикам шнуров принимаются в соответствии с ГОСТ 30454-97 «Шнуры плетеные. Общие технические условия». Шаг крепления шнуров целесообразно принять до 200–300 мм, а края резов – обжечь.

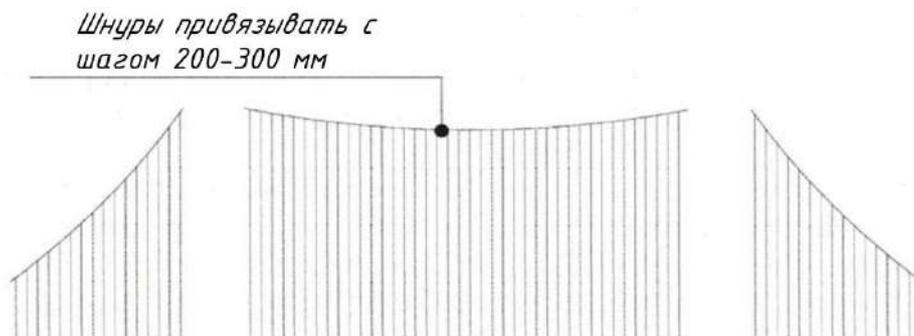


Рисунок 6 – Схема устройства противоосколочного элемента (шторы, завесы)

Применение стальных сеток и стальных изделий в качестве защитных и противоосколочных элементов при устройстве ИСПЗ ППиЭ нецелесообразно по причине их высокой стоимости, повышения эксплуатационных нагрузок на каркас ИСПЗ, а также в связи с возможностью образования вторичных поражающих элементов.

Учитывая простоту конструктивных решений ИСПЗ, монтаж может быть осуществлен силами военнослужащих, в том числе срочной службы. Рассмотрим подробнее возможные организационные решения по монтажу ИСПЗ.

Работы по монтажу ИСПЗ целесообразно осуществлять подразделением до 20 человек, разделенных на 6 расчетов.

Расчет № 1 (группа руководства) отвечает за планирование, организацию и руководство работами, охрану и оборону, а также связь с вышестоящим командованием.

Расчет № 2 (группа подготовки и доставки, до 4 человек) отвечает за наличие, предварительную подготовку и доставку необходимых изделий для монтажа ИСПЗ.

Расчет № 3 (группа монтажа стоек, до 4 человек) отвечает за бурение скважин и установку стоек каркаса ИСПЗ.

Расчет № 4 (группа монтажа растяжек и связей, до 4 человек) отвечает за монтаж растяжек, связей и их закрепление на стойках каркаса.

Расчет № 5 (группа монтажа защитных покрытий, до 4 человек) отвечает за монтаж защитных покрытий, их крепление к стойкам и растяжкам.

Расчет № 6 (группа охраны, до 4 человек) отвечает за безопасность проведения работ. В состав данной группы целесообразно включать военнослужащих, оснащенных средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ) и приборами наблюдения.

Работы целесообразно проводить в 10 этапов.

Этап № 1. Рекогносцировка, оценка ориентировочных объемов работ, подготовка материалов.

Рекогносцировка и оценка ориентировочных объемов работ может быть проведена по карте, с использованием геоинформационных систем, а также при выезде на местность путем реальных промеров. При этом особое внимание необходимо обратить на протяженность ППиЭ, близость леса к ППиЭ, высоту насыпи и выемки, тип обочины, наличие перекрестков, кюветов, мостов и гидротехнических сооружений, пересечение ППиЭ инженерными коммуникациями, возможность использования мощностей местной промышленной и экономической базы.

Этап № 2. Провешивание трассы.

На выбранном участке ППиЭ расчетами № 1 и № 3 проводится провешивание трассы под стойки, которое осуществляется путем забивки кольев с установленным шагом до 9 000 мм, при этом целесообразно использовать шаблон.

Этап № 3. Бурение скважин под стойки каркаса.

После провешивания участка трассы расчетом № 3 осуществляется бурение скважин необходимой глубины и диаметра. Рекомендуется бурение минимум 16 скважин в целях создания необходимого фронта работ для расчета № 4.

Этап № 4. Подготовка стоек каркаса к монтажу.

После завершения работ по бурению расчетами № 3 и № 4 проводится подготовка стоек каркаса к монтажу, которая включает в себя:

- размещение стоек на обочине вдоль ППиЭ двумя блоками по 4 стойки на каждой обочине;
- протяжку растяжек через рым-гайки на стойках каркаса.

Этап № 5. Монтаж стоек каркаса.

После подготовки блока стоек расчетами № 3 и № 4 проводится их монтаж в проектное положение и уплотнение грунта в скважине, при монтаже обеспечивается протяжка растяжки № 2 через рым-гайки, а также установка одной стойки следующего блока.

Этап № 6. Монтаж растяжек № 2.

После монтажа стоек расчетом № 4 проводится окончательная протяжка и натяжение растяжки № 2 через все опоры секции (рисунок 7), при этом окончательная фиксация растяжки № 2 на стойке следующей секции не производится для обеспечения возможности настройки всего блока стоек (при необходимости).

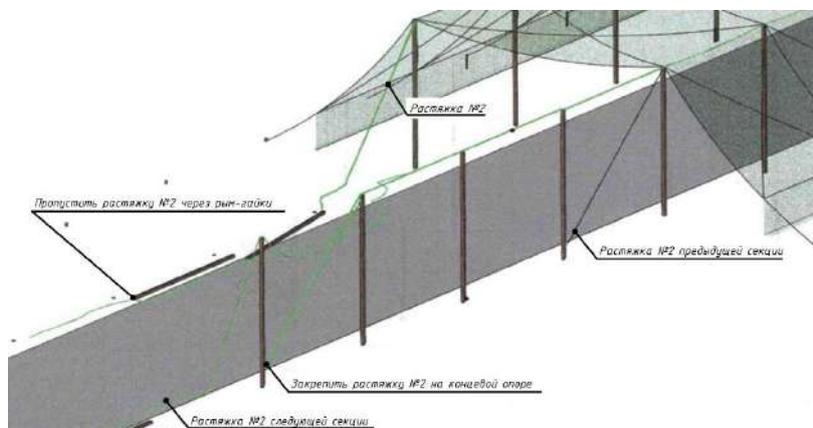


Рисунок 7 – Схема монтажа растяжек № 2

Этап № 7. Монтаж растяжек № 1.

После монтажа растяжек № 2 расчетом № 4 проводится протяжка и крепление растяжки № 1, при этом на растяжке № 1 целесообразно сделать загибы для удобства последующего монтажа растяжки № 3. Растяжка № 1 крепится к земле с помощью заостренных кольев.

Этап № 8. Монтаж растяжек № 3.

После монтажа растяжек № 1 расчетом № 4 проводится протяжка и закрепление растяжки № 3 к растяжкам № 1 (рисунок 8), обеспечивая тем самым точки для крепления в последующем защитных покрытий.

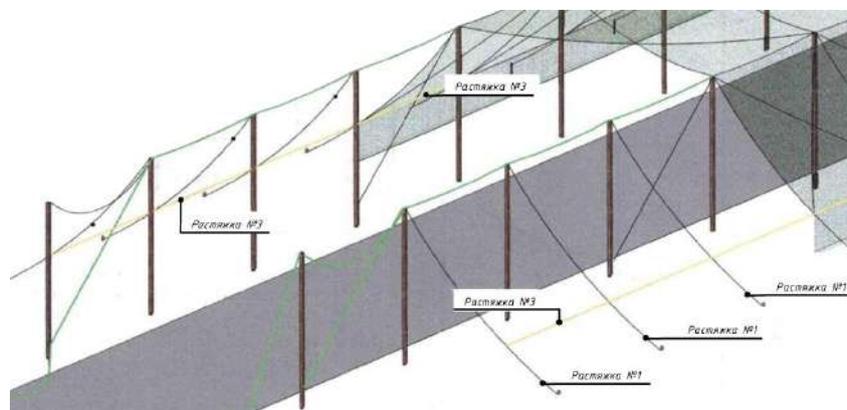


Рисунок 8 – Схема монтажа растяжек № 3

Этап № 9. Монтаж связей.

После монтажа растяжек расчетом № 4 проводится протяжка и закрепление верхних и боковых связей к стойкам (рисунок 9), обеспечивая тем самым несущую способность каркаса от эксплуатационных нагрузок и точки для крепления в последующем защитных покрытий.

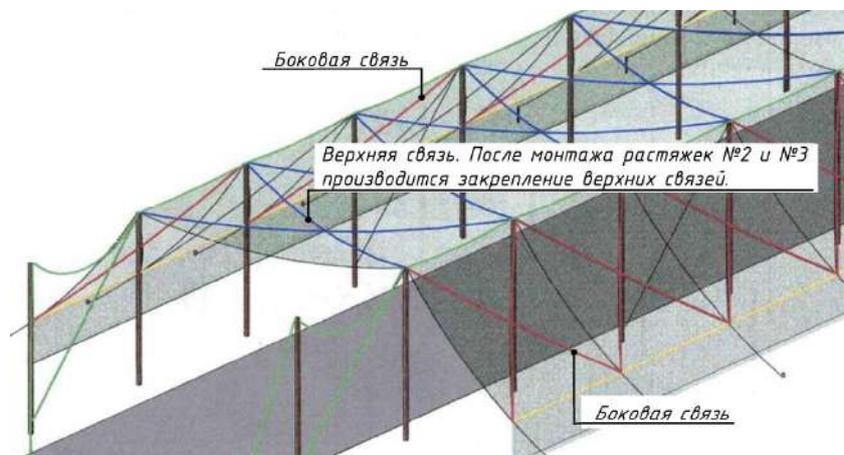


Рисунок 9 – Схема монтажа связей

Этап № 10. Монтаж защитных покрытий.

После монтажа связей и растяжек расчетом № 5 проводится разматывание полотен полимерных сеток и их закрепление к растяжкам и связям, при этом разматывание полотен целесообразно осуществлять снизу вверх.

Следует отметить, что в целях технико-экономического обоснования предлагаемых конструктивных и организационных решений по устройству ИСПЗ авторами была проведена работа по разработке сметной документации с целью определения ориентировочной потребности в финансовых и трудовых ресурсах, строительных материалах, машинах и механизмах на 100 м защищаемого прямолинейного участка ППиЭ. Расчет производился в соответствии с требованиями постановления Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 19.04.2023 № 39 «О порядке определения сметной стоимости строительства, пусконаладочных работ и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении» [2] исходя из следующих исходных данных и допущений:

- расчет цены осуществлен в ценах на 1 июня 2025 года для Гомельской области в зоне № 2 (сельское строительство);
- стоимость отдельных материалов взята исходя из данных ГИС «Госстройпортал», часть – из анализа розничных цен в сети Интернет;
- выбор видов работ осуществлен путем подбора работ, ближайших по составу работ, с использованием теоретических коэффициентов к нормам затрат труда рабочих и механизмов;
- в цену работ и их трудоемкость и не входят стоимость и трудозатраты:
 - по распиловке круглых лесоматериалов, однако их доставка к месту производства работ учтена в виде средств на доставку грузов 4 класса на дальность до 20 км;
 - сборке и монтажу противоосколочных элементов (шторы, завесы);
 - разборке покрытия дорог (их обочин) перед устройством скважин;
- в цену работ не входит приобретение используемого при монтаже оборудования;
- ко всем выполняемым работам, независимо от их вида и принадлежности разным сборникам, применены единые нормы общехозяйственных и общепроизводственных расходов, а также плановой прибыли (для дорожного строительства);
- затраты, связанные с применением прогнозных индексов цен в строительстве, не учитывались;
- в цене учтены затраты на использование временных (титульных) зданий для проживания рабочих;
- в цену работ входят все обязательные налоги и отчисления.

Принимая во внимание вышеизложенные сведения, общая цена устройства 100 м ИСПЗ составила 5 803,00 белорусских рубля, а общие ориентировочные трудозатраты – 72,32 чел.ч. Вместе с тем, в случае выполнения работ силами военнослужащих в расчет стоимости допустимо включение только стоимости материальных ресурсов в размере 2 639,00 рублей без НДС и без учета средств на транспортные расходы.

Также дополнительно представлен расчет материалов и изделий для устройства типовой секции, а также перечень оборудования, необходимого для его монтажа (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Перечень оборудования, необходимого для монтажа ИСПЗ, для одного подразделения

Оборудование	Количество, ед.
1 Мотобур, шнек диаметром от 200 до 240 мм	1
2 Стремянка до 5,5 м	1
3 Степлер садовый	2
4 Плоскогубцы и пассатижи	2
5 Большая саперная лопата	2
6 Топор плотничный	2
7 Молоток	2
8 Киркомотыга	2

Таблица 2 – Расчет материалов и изделий, необходимых для монтажа типовой секции ИСПЗ

Материалы и изделия	Количество	Единица измерения
1 Лесоматериалы круглые хвойных пород, длина 6 000 мм, диаметр до 240 мм (четверть)	0,27 (4)	м ³ (ед.)
2 Бруски обрезные хвойных пород, 50 × 50 × 1000 мм (для крепления растяжек)	2	ед.
3 Гвозди строительные, до 100 мм	0,4	кг
4 Шпилька резьбовая оцинкованная М10 DIN975, 1000 мм	0,5	ед.
5 Рым-гайка оцинкованная М10 DIN582	8	ед.
6 Проволока стальная низкоуглеродистая термически необработанная оцинкованная, диаметр до 3 мм	71	м.п.
7 Полимерная шпалерная сетка с ячейкой до 150 × 150 мм	259	м ²
8 Хомут-стяжка нейлоновый	50	ед.
9 Плетеный полипропиленовый шнур неярких цветов диаметром от 5 до 8 мм с сердечником (для торцевой или проездной секции)	390	м.п.

Следует, однако, отметить, экологические риски использования ИСПЗ. Согласно информации, опубликованной в открытых источниках СМИ Российской Федерации и Украины, массированное использование ИСПЗ в период гнездования и развития птиц может приводить к их запутыванию и гибели в защитных покрытиях, в связи с чем для снижения экологических последствий при проведении мероприятий боевой подготовки рекомендуется ограничить применение ИСПЗ в зонах, относящихся к особо охраняемым природным территориям в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Как показывает история и накопленный опыт, залогом успеха на поле боя является качественное и своевременное материально-техническое обеспечение боевых действий, которое на сегодняшний день невозможно без обеспечения защиты ППиЭ, а также ВВСТ и транспортных средств подвоза от огневого воздействия с использованием БПЛА.

Совокупность решений, предложенных авторами, позволяет запланировать и осуществить полный комплекс инженерных мероприятий по пассивной защите ППиЭ, а внедрение их в практику учебно-боевой деятельности войск позволит существенно уменьшить потери личного состава и ВВСТ при сохранении темпа ведения боевых действий.

Список литературы

1 СП 542.1325800.2024. Свод правил. Защитные ограждающие конструкции от беспилотных летательных аппаратов. Правила проектирования : утв. и введен в действие приказом Минстроя России от 25.12.2024 N 910/пр2 // Консультант-Плюс. Россия. – URL : <https://www.consultant.ru/> (дата обращения : 03.09.2025).

2 О порядке определения сметной стоимости строительства, пусконаладочных работ и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении : постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, 19.04.2023 г. № 39 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 19.03.2001, 8/40166. – URL : <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W22340166> (дата обращения : 03.09.2025).