Таким образом, проведенный мониторинг позволит осуществлять качественную подготовку аэродрома к эксплуатации в зимний период.

Список литературы

1 **Горецкий, Л. И.** Эксплуатация аэродромов : учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1986. – 280 с.
2 Эксплуатация аэродромов : учеб. пособие / Д. Ю. Мягков [и др.]. – Минск : ВА РБ, 2021. – 273 с.

УДК 625.17

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА КОНТИНГЕНТА МОНТЕРОВ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПУТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В. А. МУСИЛОВИЧ, О. В. ОСИПОВА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Н. Н. КРАВЧЕНКО
Белорусская железная дорога, г. Могилев

В настоящее время активно развивается автоматизация в путевом хозяйстве. В дистанциях пути применяются автоматизированные системы регистрации «окон» АС «Окна», регистрации предупреждений поездам АС «Пред» и др. Автоматизирована система оценки состояния рельсовой колеи по показаниям путеизмерительных вагонов [1]. Внедрена автоматизированная система комплексной диагностики объектов инфраструктуры АСКД-И «ЭКСПЕРТ» и ПГРК УРРАН «Управление развитием рисков и анализ надежности [2, 3]. Рассматриваются возможности по созданию автоматизированной системы текущего содержания железнодорожного пути. Актуальным направлением является автоматизация инженерных расчетов в путевом хозяйстве. На данный момент расчет численности работников, занятых текущим содержанием пути и искусственных сооружений на Белорусской железной дороге выполняется преимущественно ручным способом, что является весьма трудоемким процессом.

Расчет численности работников, занятых текущим содержанием пути и искусственных сооружений производится в соответствии с приказом № 235Н «Об утверждении нормативов численности работников, занятых текущим содержанием пути и искусственных сооружений» от 28.07.2017 [4]. Нормативы численности разработаны на основе применяемых методических и нормативных документов, технологической документации, рабочих инструкций, фотохронометражных наблюдений, статистических данных. При разработке нормативов численности обработка исходных данных производилась методами корреляционного и регрессивного анализа, в качестве показателей, характеризующих взаимосвязь величин, использовался коэффициент корреляции Пирсона и коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

На первом этапе разработки автоматизированной программы составляется алгоритм расчета численности работников, занятых текущим содержанием главных путей. В первую очередь определяется значение нормативной численности работников, занятых текущим содержанием главных путей, которое выбирается из таблицы № 1 «Нормативы численности работников, занятых текущим содержанием главных путей» приказа [5] в зависимости от конструкции пути, класса пути и грузонапряженности. Для этого путь необходимо разделить на участки с одинаковыми показателями грузонапряженности, класса и конструкцией верхнего строения пути (ВСП).

Грузонапряженность (G) вводится в численном виде в млн т·км бр. на 1 км в год. Класс пути ($K_п$) выбирается из значений 1, 2, 3, 4, 3-4, 5. Конструкция ВСП характеризуется следующими показателями: конструкция пути ($t_п$), длина рельса (плети) ($l_р$), тип рельс ($t_р$), тип шпал ($t_ш$), тип скрепления ($t_с$), тип балласта ($t_б$) и протяженности участка ($l_у$).

Конструкция пути ($t_п$) определяется двумя значениями: «звеньевой» и «бесстыковой». При выборе конструкции пути ($t_п$) = звеньевой необходимо ввести длину рельса ($l_р$), которая выбирается из значений «12,5 м» и «25 м». При выборе конструкции пути ($t_п$) = бесстыковой необходимо ввести среднюю длину плети ($l_п$), которая вводится в численном значении в метрах. Тип рельс ($t_р$) выбирается из значений «Р50», «Р65» и «Р75». Тип шпал ($t_ш$) определяется значениями «железобетонные»

и «деревянные». При типе шпал ($t_ш$) = железобетонные тип скрепления ($t_с$) может выбираться из значений «КБ», «СБ» и «Другое». При типе шпал ($t_ш$) = деревянные тип скрепления ($t_с$) может быть выбран из значений «До» и «Другое». Тип балласта ($t_б$) принимается из значений: «щебеночный», «гравийно-песчаный», «гравий карьерный» и «песчаный». В конце вводится протяженность участка ($l_у$), которая является развернутой длиной в км.

После ввода вышеперечисленных данных производится расчет нормативной численности работников, занятых текущим содержанием главных путей. Расчет нормативной численности производится в следующей последовательности:

1 Определение конструкции пути ($t_п$). Производится сортирование значений нормативов, так как при различных типах конструкции пути ($t_п$) имеются разные численные показатели нормативов численности. При любом из двух значений («звеньевой» и «бесстыковой») типа пути ($t_п$) имеется 5 классов пути (1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 3–4-й).

2 Определение класса пути ($K_п$). После определения конструкции пути ($t_п$), значения нормативов сортируются по значению класса пути ($K_п$) и грузонапряженности.

3 Определение грузонапряженности (G). Грузонапряженность ранжируется показателями: до 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80 и выше. Если значения заданной грузонапряженности не равны заданным показателям, то значение норматива определяется путем интерполяции известных значений.

После определения норматива численности работников, занятых содержанием главных путей ($N_{н.гл}$), его значение умножается на протяженность участка ($l_у$). Это произведение даст значение численности работников, занятых содержанием главных путей ($N_{ч.гл}$). Данное действие будет иметь следующий математический вид:

$$N_{ч.гл} = N_{н.гл} l_у. \quad (1)$$

Для последующего упрощения ввода данных все заданные характеристики при расчете численности работников, занятых текущим содержанием главных путей, при необходимости будут использоваться в дальнейших расчетах, что позволит избежать повторного ввода этих характеристик.

По такому же алгоритму определяется численность монтеров пути на текущее содержание приемоотправочных путей (3–4-го класса).

Норматив численности работников пути, занятых текущим содержанием станционных, подъездных и прочих путей (5-го класса) определяется по таблице № 2 [5]. Норматив численности зависит от значений класса пути ($K_п$), типа шпал ($t_ш$), типа балласта ($t_б$) и типа рельс ($t_р$). По аналогии с формулой (1) численность работников, занятых текущим содержанием станционных, подъездных и прочих путей ($N_{ч.ст}$) определяется произведением значений норматива численности ($N_{н.ст}$) и длины участка ($l_у$).

Определение нормативной численности работников, занятых содержанием стрелочных переводов, производится в соответствии с таблицей № 3 «Нормативы численности работников, занятых текущим содержанием стрелочных переводов» [5]. Норматив зависит от показателей значений грузонапряженности (G), класса пути ($K_п$), типа рельсов ($t_р$) и наличия централизации ($t_{пер}$). Далее определяется численность работников ($N_{ч.сп}$), занятых текущим содержанием стрелочных переводов, путем произведения количества стрелочных ($n_{сп}$) на норматив численности ($N_{н.сп}$).

Кроме того, необходимо учесть конструктивные и эксплуатационные факторы с помощью введения поправочных коэффициентов $K_э$ из таблицы № 5 приказа [5]. В итоге общая численность монтеров пути на текущее содержание пути и стрелочных переводов будет рассчитываться как сумма вышеперечисленных значений

$$N = N_{ч.гл} K_э^{гл} + N_{ч.ст} K_э^{ст} + N_{ч.сп} K_э^{сп}, \quad (2)$$

где $K_э^{гл}, K_э^{ст}, K_э^{сп}$ – поправочные коэффициенты на условия эксплуатации для главных, станционных и прочих путей и стрелочных переводов.

Список литературы

1 СТП БЧ 56.361-2017. Система диагностики и оценки состояния объектов инфраструктуры Белорусской железной дороги. Эксплуатационно-технические требования и требования к проведению работ по диагностике сооружений железнодорожного пути : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 06.04.2017 № 388НЗ. – Минск, 2017. – 30 с.

2 Методика расчета, оценки и прогноза предотказного состояния рельсовой колеи : утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 31.07.2014 г. № 1777р. – 22 с.

3 Автоматизированная система комплексной диагностики железнодорожной инфраструктуры (АСКД-И) «ЭКСПЕРТ» / Акционерное общество «Научно-производственный центр информационных и транспортных систем». – 2015. – 29 с.

4 Об утверждении нормативов численности работников, занятых текущим содержанием пути и искусственных сооружений : приказ Бел. ж. д. от 28.07.2017 № 235Н.

5 СТП БЧ 56.388-2022. Положение о системе ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 14.05.2022 № 370НЗ. – Минск, 2022. – 30 с.

УДК 624.154.5:691.32

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ НАСЫПИ МИНИМАЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ИЗ УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЕЕ ОТКОСОВ

А. Н. НЕВЕЙКОВ

Государственное предприятие «Институт “Белжелдорпроект”», г. Минск, Республика Беларусь

А. В. ЛУКАСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Устройство земляного полотна входит в перечень объектов, подлежащих подтверждению соответствия требованиям безопасности ТР ТС 003/2011 [1]. В соответствии с данным техническим регламентом «выбранные проектировщиком (разработчиком) конструкции объектов технического регулирования настоящего технического регламента должны быть безопасны в течение назначенного срока службы и (или) до достижения назначенного ресурса, в течение назначенного срока хранения, а также должны выдерживать воздействия и нагрузки, которым они могут подвергаться в процессе эксплуатации». Таким образом, при проектировании и строительстве земляного полотна необходимо обеспечить требуемый уровень его надежности по прочности, устойчивости и деформативности от движения поездов в течение срока эксплуатации при минимальных затратах, максимальном сохранении ценных пахотных земель и минимальном ущербе окружающей среде. Этим требованиям удовлетворяет проектирование насыпи минимального очертания.

Проектирование земляного полотна железных дорог в Республике Беларусь осуществляется с учетом требований ТКП 45-3.03-163-2009 «Железные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования» [2] и СНБ 3.03.01-98 «Железные дороги колеи 1520 мм» [3].

Пробелом отмеченных ТНПА является то, что проектировщик, по сути, не отвечает за принятые проектные решения по земляному полотну, применяя типовые решения, отраженные в ТНПА, что совершенно недопустимо, так как не требуется их дополнительное обоснование расчетами по устойчивости, прочности, допустимым осадкам. Это создает неопределенность в проектировании и противоречит требованиям безопасности [1], как будет показано ниже. Такой подход к проектированию нуждается в пересмотре, и все проектные решения по земляному полотну должны подкрепляться расчетами. Однако согласно ТНПА этого не требуется. При однородном грунте, отсутствии сложных инженерно-геологических условий и подтопления, высоте насыпи или глубине выемки до 12 м проектировщик обязан принять следующую крутизну откосов, укрепленных посевом трав [2, 3]:

– для дренирующих грунтов (крупнообломочные грунты, пески крупные и средние) – 1:1,5;

– пески мелкие и пылеватые – 1:1,5 при высоте откоса до 6 м; 1:1,75 в нижней части откоса (высота до 6 м) и 1:1,5 в верхней части откоса (высота от 6 до 12 м);

– глинистые грунты – 1:1,75 при высоте откоса до 6 м; 1:2 в нижней части откоса (высота до 6 м) и 1:1,75 в верхней части откоса (высота от 6 до 12 м).

В иных случаях, а также при применении указанных выше однородных грунтов с повышенным их влагосодержанием требуется индивидуальное проектирование земляного полотна [2, 3].

Нами выполнены поверочные расчеты устойчивости откосов насыпи из дренирующих грунтов под однопутную железную дорогу с крутизной откосов 1:1,5 и шириной основной площадки 6,6 м в программах «SLIDE-БАЛТПРОЕКТ», «ГЕО5-УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСА», «ГЕО5-МКЭ». Насыпь принята сложенной из песков крупных с характеристиками $\gamma_I = 18{,}1$ кН/м^3; $\varphi_I = 36^o$; $c_I = 1$ кПа; $E = 38$ МПа. Основанием насыпи приняты пески мелкие с характеристиками $\gamma_I = 18{,}5$ кН/м^3; $\varphi_I = 32^o$; $c_I = 2$ кПа; $E = 28$ МПа и уровнем грунтовых вод на 2 м ниже подошвы насыпи. При расчетах варьировали высоту насыпи от 4 до 12 м с шагом по высоте 1 м для определения высоты насыпи, при которой не обеспечены требования нормативных документов в части коэффициента устойчивости.