

В. В. Рыбкин, д.т.н., проф. (ДНУЗТ), Каленик К. Л. (ДонІЗТ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ В ПЛАНЕ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Положение пути в плане в пределах бокового направления стрелочных переводов, согласно действующих в Украине нормативных документов[4], характеризуется ординатами измеренными от рабочего канта внешней рельсовой нити прямого направления. Данная методика измерений была введена в 50-х годах 20 века[5], тогда как первая математическая модель позволяющая анализировать влияние горизонтальных неровностей в пределах кривых участков пути была разработана Ю.С. Роменом в 1967 г[6], а в пределах бокового направления стрелочных переводов в 1985 г [7]. Первый натурный эксперимент по определению влияния отступлений в плане по боковому направлению стрелочных переводов на безопасность движения был проведен под руководством А. П. Татуевича в 1988 г [18]. По сей день точность определения положения в плане бокового направления стрелочных переводов по существующей методике не анализировалась.

Наличие погрешностей в существующей методике контроля положения в плане бокового направления стрелочных переводов может создавать прямую угрозу безопасности движения, кроме того необоснованно может увеличиваться объем работ по текущему содержанию стрелочных переводов. Кроме того, в пределах бокового направления стрелочных переводов уровень горизонтального воздействия подвижного состава выше в сравнении с кривым участками пути того же радиуса[1-3]. Известно, что преобладающим фактором влияющим на взаимодействие пути и подвижного состава в горизонтальной плоскости, наряду с состоянием ходовых элементов подвижного состава, есть положение пути в плане. Поэтому определение положения в плане бокового направления стрелочных переводов, с необходимой для текущего содержания точностью, есть залог безопасности движения, а также повышение эффективности содержания стрелочных переводов.

Целью данной работы является анализ точности определения положения в плане стрелочного перевода по действующим в Украине и за рубежом методикам контроля.[8]. Рассмотрим вначале зарубежные методики [8], приведенные в таблице 1

Методики контроля положения в плане стрелочных переводов

Страна	Методика контроля положения в плане бокового направления	Методика контроля ширины колеи
Словакия	Метод стрел (длина хорды 10 и 20 м)	Фиксированные сечения (частичная диагностика)
	Непрерывный контроль путеизмерительными тележками и вагоном	
Литва	Метод ординатного контроля	Фиксированные сечения
Болгария	- Метод стрел (длина хорды 10 и 20 м) - Непрерывный контроль (главный путь)	- Шаг промера 1 м - Непрерывный контроль (главный путь)
Россия	Метод ординатного контроля	Фиксированные сечения
Латвия	Метод ординатного контроля	Фиксированные сечения
Украина	Метод ординатного контроля	Фиксированные сечения

Из таблицы 1 видно, что в Болгарии и Словакии ручной контроль положения в плане бокового направления выполняется методом стрел в то время как в Украине, Латвии, Литве, России с помощью ординат.

Проанализируем точность метода стрел. Теоретическими и экспериментальными исследованиями ВНИИЖТа [9 – 11] установлено, что длина хорды является фильтром, не позволяющим точно определить кривизну и форму неровностей короче длины хорды. Согласно натурным исследованиям [12] длина горизонтальных неровностей по боковому направлению составляет 3 – 6 м, что меньше длины 10-и метровой хорды. С целью экспериментальной проверки выводов работ [9-11] нами был выполнен измерения положения в плане стрелочного перевода марки 1/11 с помощью способа стрел при длине хорды 10 и 5 м. Далее по общеизвестной зависимости рассчитывали радиус переводной кривой

$$R = \frac{1000 \cdot a^2}{8 \cdot f} \quad (1)$$

где: f – стрела при соответствующей хорде, мм; a — длина хорды, м; R – расчетный радиус, м.

Рассчитанные радиусы по результатам натурных промеров приведены на рисунке 1.

Рис. 1. Натурный радиус переходной кривой при различной длине хорды.

Из рис.1 видно, что при длине хорды 10 м отфильтровывается короткая неровность между сечением 10 и 15 м от начала остря, также видим что отступления натурального радиуса от проектного в пределах переходной кривой при хорде 10 м уполаживается против хорды длиной 5 м. Такой же характер результатов получен в работах [9-11]. Полученные результаты свидетельствуют о нецелесообразности использования контроля бок направления методом стрел из-за низкой точности.

Рассмотрим приведенную на рисунке 2 методику ординатного контроля используемую в Украине, России, Латвии, Литве

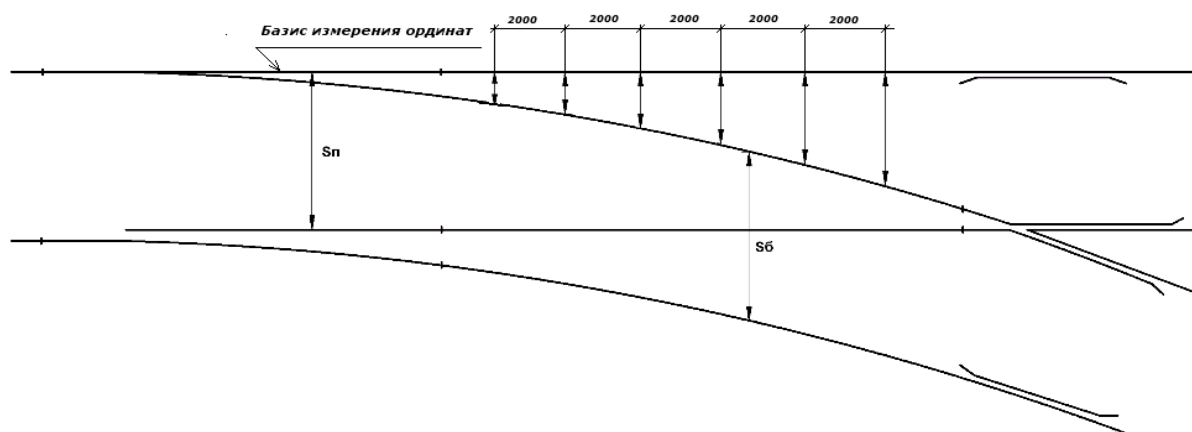


Рис. 2. Методика ординатного контроля

Одним из недостатков данной методики является использование в качестве базиса внешней рельсовой нити прямого направления, так как при движении подвижного состава она испытывает силовое горизонтальное воздействие, которое под груженным полувагоном может достигать 80 кН и более [13], что в свою очередь вызывает остаточные деформации базиса, приводящее к неточности определения ординат бокового направления. Впервые на это обстоятельство обратили внимание в работе [14]. Для экспериментального

определения влияния геометрии внешней нити прямого направления нами были выполнены промеры геометрии в плане стрелочных переводов марки 1/11 по представленной на рисунке 3 методике



Рис. 3. Методика определения положения в плане стрелочного перевода

Из рисунка 3 видно, что базисом является постоянный зафиксированный отрезок не подверженный воздействию подвижного состава, что обеспечивает необходимую точность измерений.

На рисунке 4 приведено натурное положение внешней нити прямого направления одного из промеренных по предложенной методике стрелочного перевода.

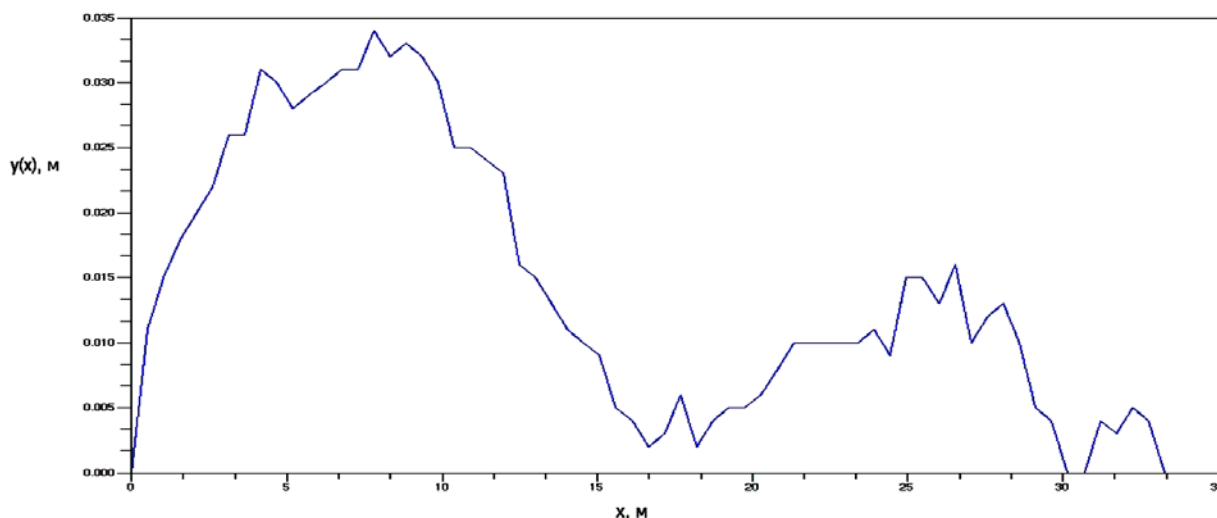


Рис. 4. Натурное положение внешней рельсовой нити прямого направления

Влияние геометрических неровностей представленных на рис. 4 на точность определения отступлений натуральных ординат от проектных представлено на рисунке 5.

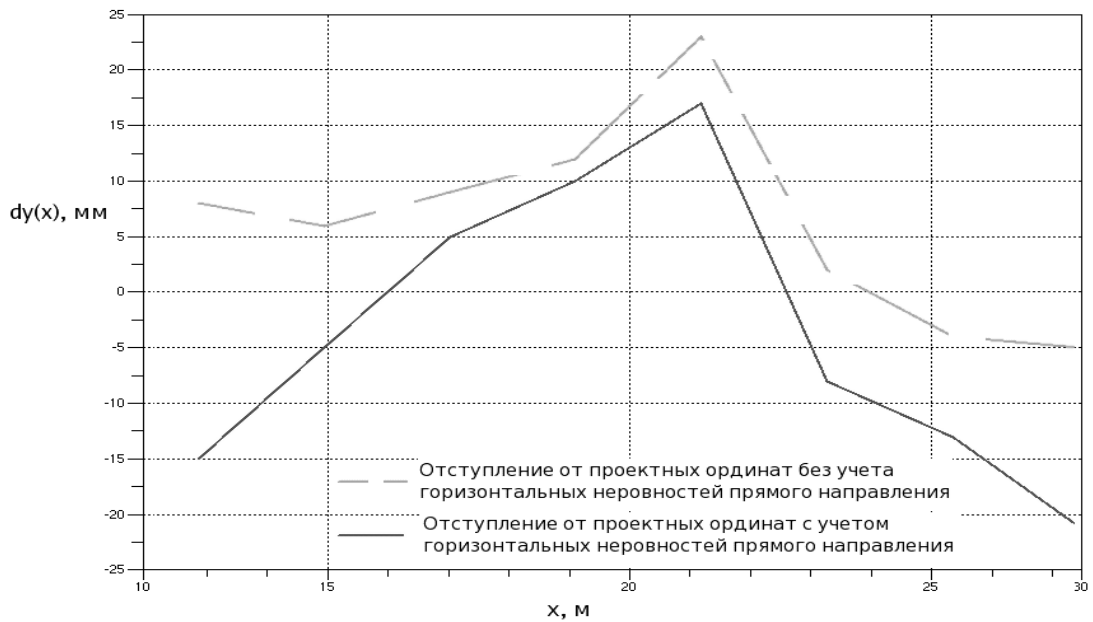


Рис. 5. Отступление натуральных ординат от проектных с учетом горизонтальных неровностей прямого направления и без него

Как видим (рис. 5) натурное положение внешней нити прямого направления вносит существенные коррективы при определении отступлений натуральных ординат от проектных.

Теперь установим влияние установленного ещё в 50-х годах 20-го века шага определения ординат 2 м на точность определения геометрии упорной нити бокового направления. Для этого нами были выполнены промеры ординат бокового направления по представленной на рис. 3 методике с шагом 0.5, 1 и 2 м соответственно, из полученного натурального положения были выделены горизонтальные неровности как разность натурального и проектного положений, представленные на рисунке 6.

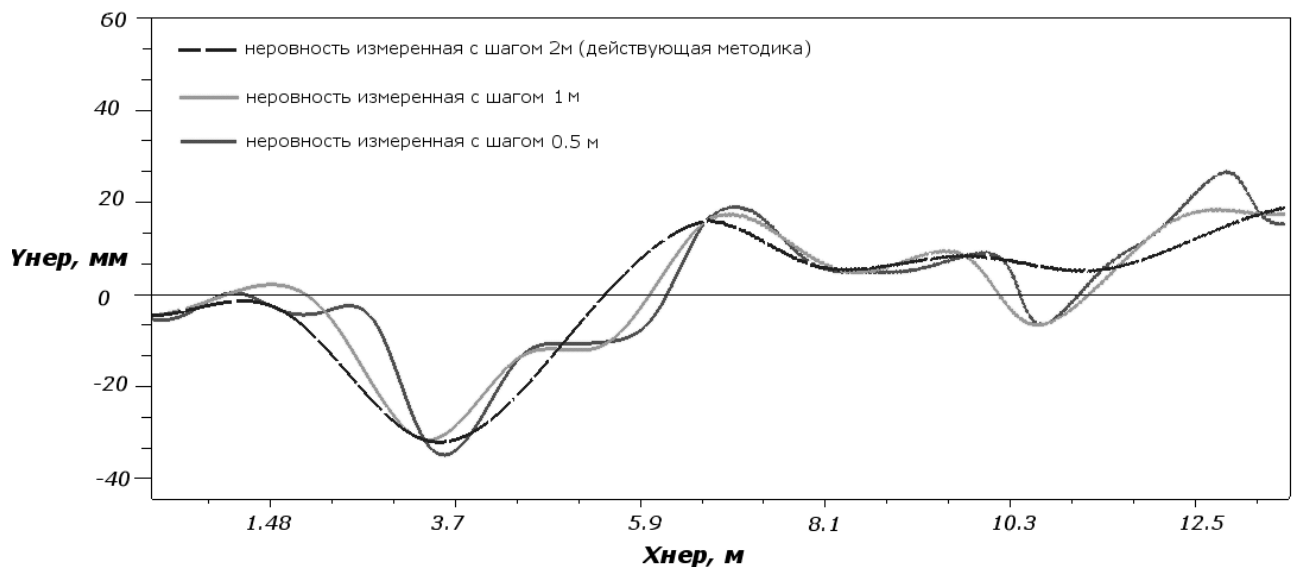


Рис. 6. Горизонтальные неровности в пределах упорной нити

Как видим шаг промера ординат имеет значительное влияние на точность определения параметров неровности (уклона и длины). С увеличением дискретности шага очертание неровности упрощается и становится невозможным определение действительного её очертания. Как известно из теории и практики взаимодействия пути и подвижного состава [15] наибольший интерес представляют не неровности (неисправности) пути сами по себе, а их влияние на безопасность движения. Поэтому необходимо проанализировать, как влияет на показатели безопасности движения неровности не контролируемые существующим на сегодняшний день шаге промера ординат 2м.

Влияние коротких неровностей не контролируемых существующей методикой на взаимодействие пути и подвижного состава оценивалось на ранее разработанной пространственной математической модели взаимодействия грузового полувагона на тележках 18-100 и стрелочного перевода [16], схема модели представлена на рисунке 7.

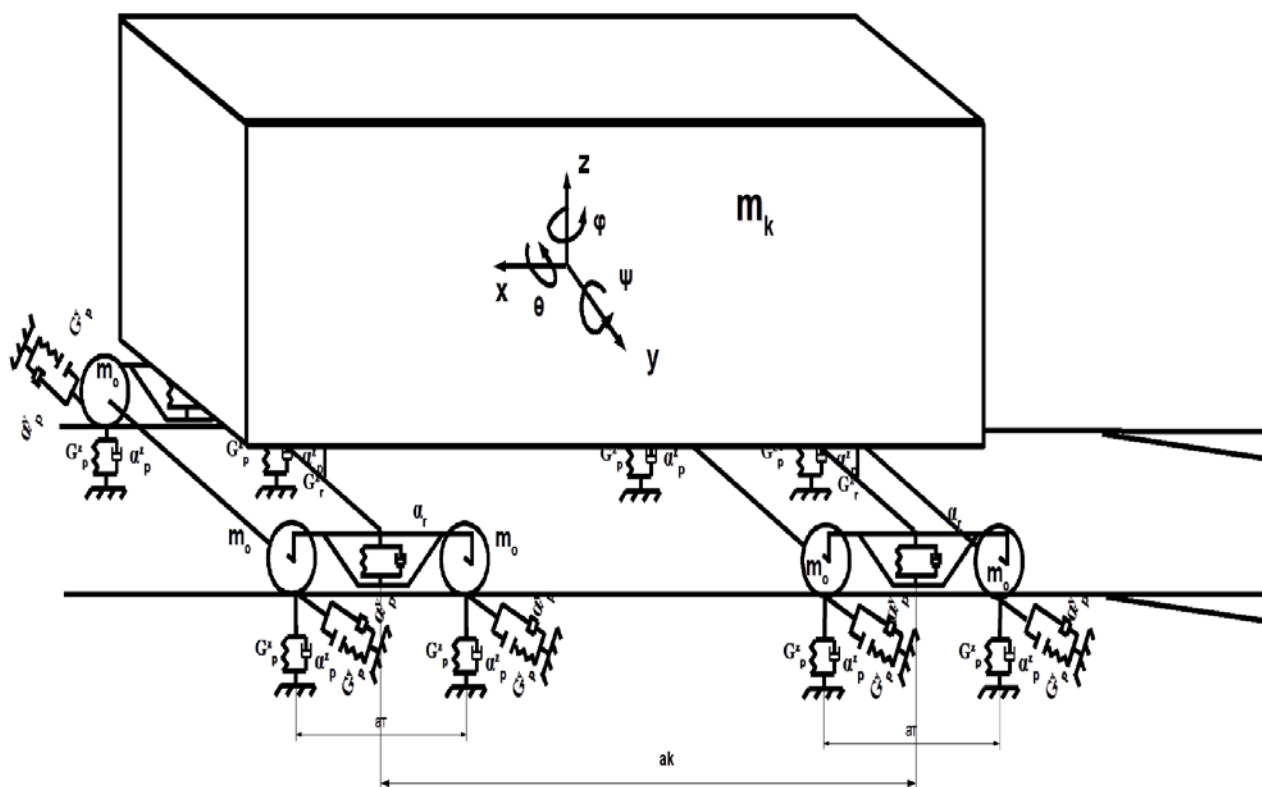


Рис. 7. Схема пространственной математической модели грузового полувагона

В модель вводилось натурное положение бокового направление определенное с помощью ординат с шагом измерений 0.5, 1, 2м. Результаты моделирования взаимодействия по боковому направлению представлены на рисунке 8.

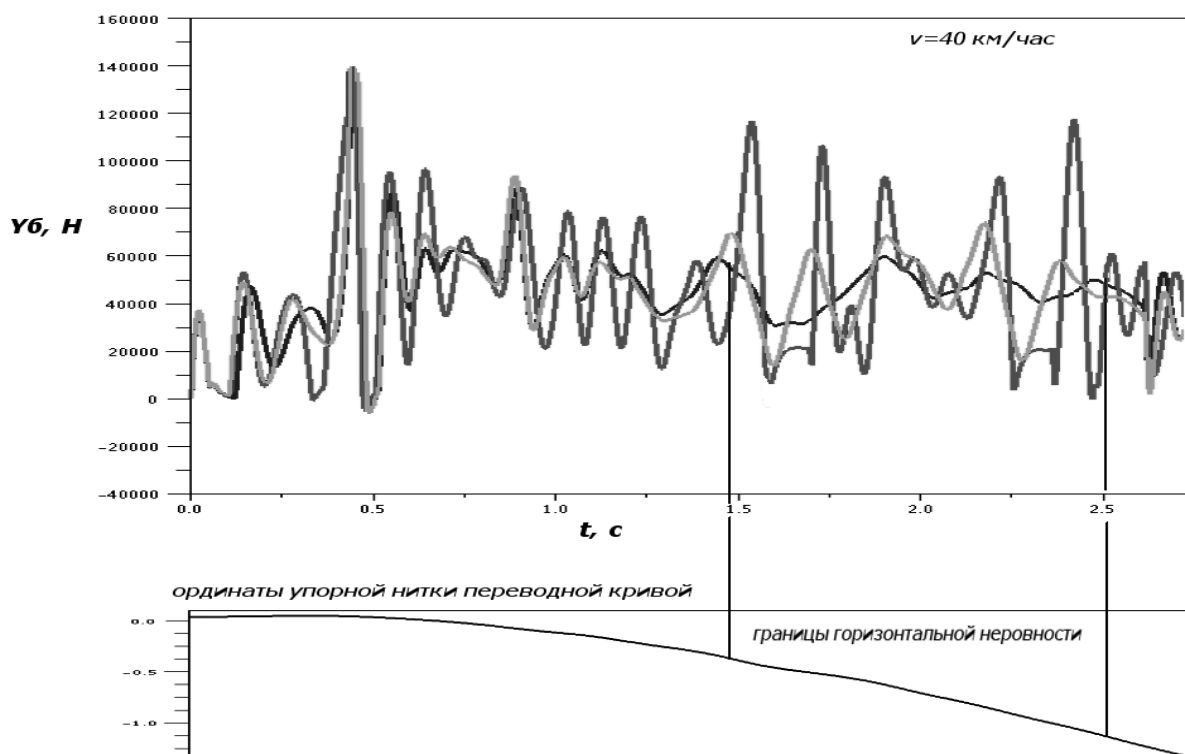


Рис. 8. Результаты моделирования при различном шаге промера ординат

Анализ результатов моделирования показывает, что параметры неровностей, которые не контролируются действующей методикой контроля существенно влияют на величины боковых сил. Рассмотрим максимальные значения боковых сил Y_b , а также коэффициентов устойчивости $K_{уст}$, в пределах горизонтальной неровности по боковому направлению, определенных согласно [17] представленных на рисунке 9.

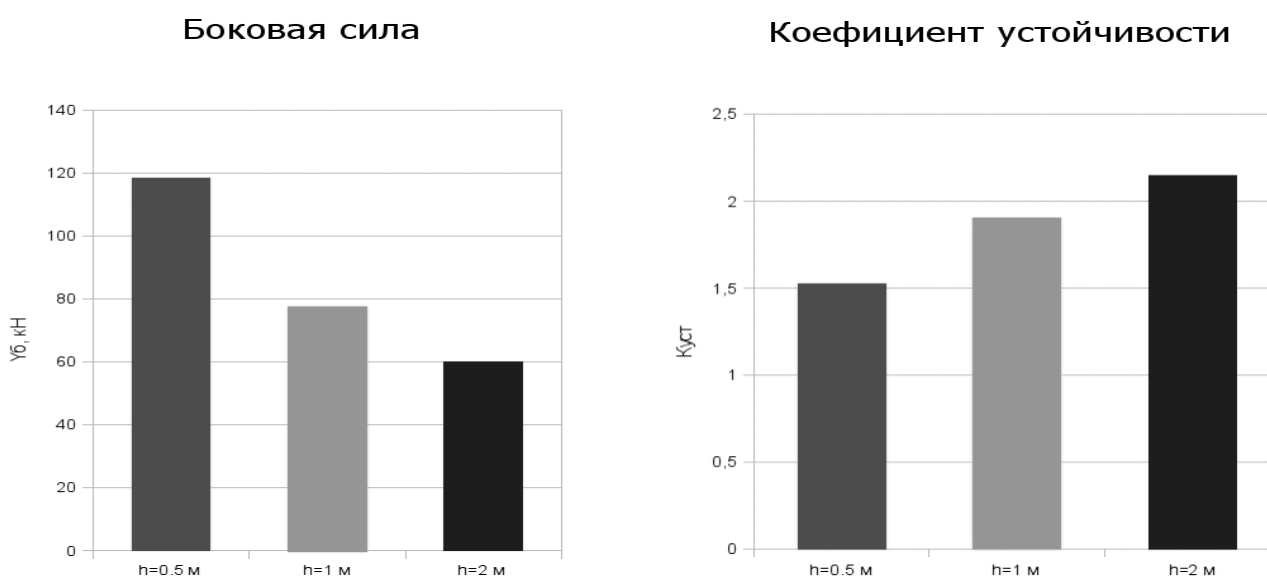


Рис. 9. Боковые силы и коэффициент устойчивости в пределах горизонтальной неровности при различном шаге определения ординат.

Как видим из рис. 9 при измерении ординат с шагом 0.5 м полученные Y_6 увеличились на 60 кН, а $K_{уст}$ соответственно уменьшается на 0.7 против геометрии бокового направления измеренного по действующей методике с шагом 2 м. Полученные результаты свидетельствуют о недостаточной точности действующей методики, возраст которой более 50 лет.

Выводы. Контроль положения в плане стрелочного перевода необходимо производить относительно постоянного базиса.

Метод контроля положения в плане бокового направления стрелочного перевода способом стрел неприемлем из-за низкой точности.

Шаг промера ординат необходимо уменьшить с целью повышения точности определения положения в плане бокового направления, что позволит повысить безопасность движения и обосновать допустимые скорости движения в зависимости от степени отступлений в плане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Условия обращения опытного образца маневрового тепловоза ТЭМ103, разработанные на основе результатов экспериментальных и теоретических исследований его влияния на путь и стрелочные переводы // Отчет о НИР. ДИИТ, КГНДЛ. 2008. – 102 с.
2. Экспериментальные исследования воздействия на путь и стрелочные переводы опытных полувагонов на тележках 18-4129 с нагрузкой на ось 25 т // Отчет о НИР. ДИИТ, КГНДЛ. 2007. – 109 с.
3. Протокол №795 ИЦ ЖТ ГУП ВНИИЖТ приемочных комплексных динамических (ходовых) по воздействию на путь и стрелочные переводы испытаний электровоза переменного тока 2ЭС5К.
4. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП/0138 / Е.І. Даніленко, В.О. Яковлев, А.М. Орловський, М.І. Карпов та інші. – К.: Транспорт України, 2006. – 336 с.
5. Справочная книга железнодорожника. Под редакцией В.А. Гарныка. Трансжелдориздат., Москва 1956. – 1105с.
6. Ромен Ю. С. О нелинейных колебаниях железнодорожного экипажа в кривых произвольного очертания // Сб. науч. трудов ВНИИЖТа, 1967, вып. 347. – С 5-26.
7. Николаев Е. В. Моделирование взаимодействия железнодорожного экипажа и стрелочного перевода при движении на боковое направление // Вестник ВНИИЖТа/ 1985, вып. 4. – С 62 – 68.
8. Протокол совещания экспертов Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу по подтеме №2.4 «Железобетонные шпалы, брусья, стрелочные переводы и их диагностика» темы №2 «Железнодорожный путь и искусственные сооружения».
9. Зубец Б.М. Методика спектрального анализа неровностей пути в плане // Вестник ВНИИЖТа, 1975 №1. – С 52 – 55.
10. Зензинов Б.Н. Оценка влияние неровностей, не контролируемых

устройствами измерения стрел, на взаимодействие пути и экипажа // Вестник ВНИИЖТа, 1979, №6. – С. 48 – 51.

11. Зензинов Б.Н. Экспериментальные исследования инерционного устройства измерения кривизны рельсовых нитей в плане // Вестник ВНИИЖТа, 1977 №8, с 48-50

12. К. В. Мойсеэнко, Т. А. Сенченко, М. Б. Курган Положення суміжних стрілочних переводів у плані й поздовжньому профілі // Сб. тр. ДИИТа 2009 №26, с 75-78

13. Отчет про научно-исследовательскую работу. Исследование и разработка рекомендаций по допустимым скоростям по прямому направлению стрелочных переводов, уложенных с несоблюдением требований технических условий. ДИИТ, КГНДЛ. 2007, 109 с.

14. Радыгин Ю.Н., Глюзберг Б. Э. Содержание стрелочных переводов с отступлениями в ординатах переводной кривой. Путь и путевое хозяйство, 2000 № 1, С. 10-14

15. Грачева, Певзнер // Труды ВНИИЖТа, 1976 №549. – С. 10 – 32.

16. К.Л. Каленик, В. В. Рыбкин. Особливості математичної моделі взаємодії колії та рухомого складу в межах стрілочного переводу. Сб. тр. ДИИТа, 2009 №27, С. 108 –112.

17. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества. РД 24.050.37.95.

18. Разработать нормативы скоростей движения по стрелочным переводам с учетом их фактического состояния. // Отчет о НИР. ДИИТ, КГНДЛ. 1988, 147 с.