

Исследования накопления деформаций железнодорожного пути на участке испытаний вагонов с осевой нагрузкой 27 тс

К. В. ШАПЕТЬКО

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

Аннотация. Повышение провозной способности сети железных дорог влечет за собой повышение осевых нагрузок и масс поездов. Для этого требуется подготовка линий, поскольку движение тяжеловесных поездов по земляному полотну, спроектированному в конце XIX — начале XX в. совсем для других нагрузок, может вызвать возникновение деформаций пути. В рамках испытаний, проводимых на участке Ковдор— Мурманск Октябрьской железной дороги в 2014–2016 гг., был апробирован и применен метод численного расчета параметров длинных неровностей, получаемых по данным путеизмерителей, позволяющий производить мониторинг участков с нестабильным земляным полотном без применения трудоемких геодезических работ.

Ключевые слова: длинные неровности в профиле; натурные неровности; параметры длинных неровностей; деформация; тяжеловесное движение; повышенные осевые нагрузки

Введение. В течение длительного времени на ряде основных направлений сети наблюдается устойчивая нехватка провозной и пропускной способности вследствие недостаточного развития инфраструктуры и ее неполного соответствия потребностям перевозочного процесса. Для освоения растущего объема перевозок МПС СССР неоднократно прибегало к повышению весов поездов и осевых нагрузок вагонов сверх предельных норм.

В 1976 г. были подняты максимальные допустимые осевые нагрузки вагонов [1] с 21,0–21,5 до 22 тс, в середине 1978 г. — до 23,0 тс, в 1980 г. — до 23,5 тс, а в 1985 г. — до 25,75 тс в качестве эксперимента (в дальнейшем от него отказались в 1990 г.). В 2014 г. было принято решение Научно-технического совета ОАО «РЖД» о повышении унифицированной осевой нормы грузовых поездов до 7100 т при использовании вагонов с осевой нагрузкой 25 тс [2] и рассматривались вопросы по повышению осевой нагрузки до 27 тс. В настоящее время идет насыщение сети вагонами нового поколения с осевой нагрузкой 25 тс, что требует тщательного анализа состояния инфраструктуры с применением современных средств диагностики и обработки информации.

Опыт повышения осевых нагрузок и деформативности пути. Вопросы работы пути в условиях эксплуа-

тации вагонов с повышенными осевыми нагрузками постоянно находились в сфере внимания отечественных ученых. Так, в начале 90-х гг. прошлого века велась активная дискуссия о работе рельсов в условиях повышения осевых нагрузок [3, 4]. Большое внимание уделялось в этих условиях состоянию балластного слоя и земляного полотна.

Так, профессор Г. М. Шахунянц еще в 1946 г. указывал [5], что деформации раньше болезней существовать не могут, но они могут идти совместно, а не только заканчивать собой болезнь. Мало этого, уже прошедшая деформация может послужить причиной возникновения новой болезни или дальнейшего развития существующей. Для этого, чтобы суметь понять процессы, происходящие в грунтовой массе, и принять правильные решения для его стабилизации, необходимо из всего многообразия выделить основной, главный тип деформаций.

Профессор В. Н. Данилов писал [6], что недостаточная прочность основной площадки земляного полотна является одной из серьезных причин, препятствующих повышению осевых нагрузок вагонов. Если к рельсу приложена перемещающаяся вдоль рельса, но не изменяющая своей величины сила, то вместе с силой вдоль рельса движется волна деформации. В колебательный процесс оказывается вовлеченным некоторый объем балластного слоя и земляного полотна. В зависимости от податливости грунта размер колеблющейся массы может значительно изменяться. Опыт эксплуатации железнодорожного пути показывает [7], что остаточные деформации балласта тем больше, чем большее количество раз нагрузка будет приложена к шпалу. Это значит, что при прочих равных условиях повышение грузонапряженности железнодорожной линии и длин поездов могут привести к возрастанию расстройств балластного слоя, если при текущем содержании пути не будут приниматься соответствующие меры.

Профессор М. А. Чернышев указывал [8], что неровности пути имеют самую разнообразную форму. При этом установлено, что при неблагоприятном сочетании длины неровности и скорости колеса наибольшая динамическая добавка сил инер-

■ E-mail: Shapetko.Kirill@vniizht.ru (К. В. Шапетько)

ции неподдресоренных масс получается за пределами неровности. На этот факт указывают и труды ЦНИИ МПС [9]. Влияние неровности на земляное полотно при высоких скоростях движения не ограничивается непосредственно самой зоной неровности, а распространяется также за ее пределы. Напряжения на основной площадке увеличиваются практически пропорционально уклону неровности.

В 2014–2016 гг. по заданию ОАО «РЖД» на участке Ковдор — Мурманск Октябрьской железной дороги были проведены комплексные испытания вагонов с осевой нагрузкой 27 тс на тележках 18-9800 [10, 11]. Результаты испытаний подтвердили данные предварительных теоретических расчетов и выявили, что по показателям первого предельного состояния (параметры прочности элементов верхнего строения) ограничения условий обращения подвижного состава с осевыми нагрузками до 30 тс отсутствуют, а основным лимитирующим фактором становятся показатели второго предельного состояния, т. е. деформативность пути.

Результаты проведенных испытаний [10] показали, что при скоростях движения грузовых поездов 40–50 км/ч увеличение вертикальных нагрузок на путь практически пропорционально росту нагрузки на ось, поскольку при этих скоростях рессорный комплект практически не работает у вагонов как старой, так и новой конструкции.

Следует отметить, что преимущества новой конструкции должны сказываться на скоростях выше 60 км/ч, но ходовые скорости грузовых поездов на участках сверхвысокой грузонапряженности лежат в пределах 35–45 км/ч.

При средней статической нагрузке вагонов на направлениях движения потока массовых грузов ≈ 20 тс

пропуск вагонов с осевой нагрузкой 25 тс при низких скоростях приводит к увеличению воздействия на путь в вертикальной плоскости пропорционально осевой нагрузке ($25/20 = 1,25$ раз). Поскольку увеличение расстройств пути пропорционально росту нагрузок в степени 2–4, их уровень может возрасти в 1,5–2,4 раза (пропорционально доли таких вагонов, которая постоянно возрастает).

Для оценки интенсивности деформаций отдельных мест земляного полотна методами высокоточной геодезической съемки от внешних реперов было выявлено увеличение значений параметров длинных неровностей в профиле [11] по мере возрастания пропущенного тоннажа (рис.1). Деформации такого рода, обуславливающие увеличение амплитуд и других параметров длинных неровностей (длина, площадь), связаны с деформацией земляного полотна, а также вдавливанием щебня в основную площадку земляного полотна. Процесс деформаций пути, зафиксированный при испытаниях, подтверждается данными мирового опыта тяжеловесного движения [12].

Применение метода числового расчета параметров длинных неровностей. Ввиду трудоемкости геодезических работ был применен метод численного расчета параметров длинных неровностей с помощью преобразования Фурье на основе информации, получаемой путеизмерителем на базе КВЛ-П. Этот метод показал, что информация, получаемая при геодезических работах (нивелировании) и преобразованные данные вагона-путеизмерителя хорошо коррелируются (рис. 2). Это позволяет производить мониторинг отдельных участков сети.

На рис. 3 представлены фотографии опытного участка пути; по данным измерений на этом участке

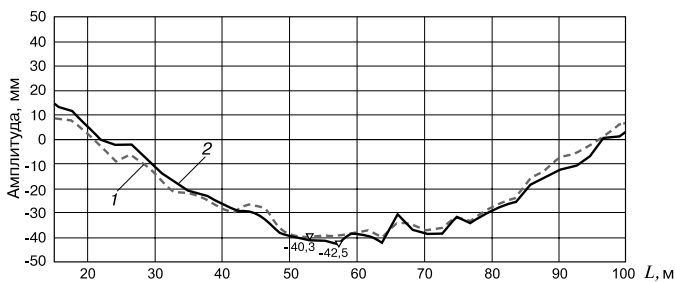


Рис. 1. Неровность в профиле на участке испытаний вагонов с осевой нагрузкой 27 тс, выявленная при нивелировании пути:

1 — кривая, построенная на основе данных, полученных в мае 2016 г.; 2 — кривая, построенная на основе данных, полученных в сентябре 2016 г.; -40,3, -42,5 — пиковые значения

Fig. 1. Irregularities in the profile in the test section of cars with an axial load of 27 tons, revealed during the leveling of the track:

1 — the curve constructed on the basis of the data received in May 2016; 2 — curve constructed on the basis of data obtained in September 2016; -40.3, -42.5 — peak values

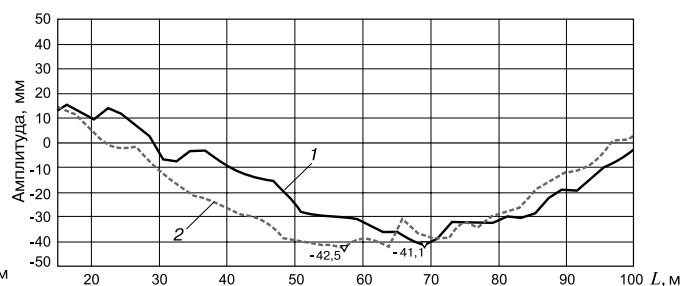


Рис. 2. Сопоставление неровностей, полученных с помощью нивелировки и методом числового преобразования данных вагона-путеизмерителя: 1 — кривая, построенная по данным, полученным путем применения метода числового преобразования; 2 — кривая, построенная по данным, полученным при нивелировке; -41,1, -42,5 — пиковые значения

Fig. 2. Comparison of the irregularities obtained by leveling and by the method of numerical conversion of the data from track measuring car: 1 — curve constructed from data obtained by applying the numerical transformation method; 2 — curve constructed from the data obtained during leveling; -41.1, -42.5 — peak values



Рис. 3. Фотография опытного участка:
a — фотография сделана без увеличения
 (как видит глаз человека);
б — фотография сделана с помощью
 32-кратного увеличения (через нивелир)

Fig. 3. Photo of the pilot site:
a — the photo was taken without enlargement
 (as the person's eye sees);

б — the picture is taken with a 32-fold increase (through the level)

производилось сопоставление информации геодезической съемки и результатов, полученных путем применения метода числового расчета длинных неровностей, изображенных на рис. 2.

В течение 2016 г. (весной и осенью) производилась геодезическая съемка опытного участка, полученная информация сопоставлялась с результатами числового расчета. Анализ параметров длинных неровностей, полученных за 2016 г., представлен на рис. 4.

Анализ зависимостей, изображенных на рис. 4, показывает, что за период весна–осень 2016 г. на опытном участке значения параметров длинных неровностей (амплитуда, длина) увеличились как по результатам числового расчета (кривые 1 и 2), так и по данным геодезической съемки (кривые 3 и 4).

Данные, приведенные на рис. 2 и 4, показывают возможность использования метода числового

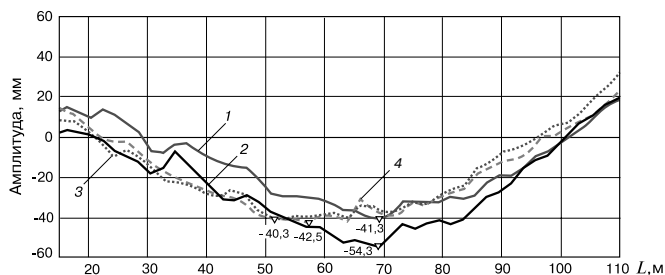


Рис. 4. Сопоставление параметров длинной неровности, изменяющихся по мере возрастания пропущенного тоннажа, за 2016 г.: 1 — по данным метода численного преобразования за май 2016 г.; 2 — по данным метода численного преобразования за сентябрь 2016 г.; 3 — по данным геодезической съемки, май 2016 г.; 4 — по данным геодезической съемки, сентябрь 2016 г.; -40,3, -41,3, -42,5, -54,3 — пиковые значения

Fig. 4. Comparison of the parameters of extended irregularities that change with increasing tonnage for 2016:
 1 — according to the method of numerical conversion for May 2016;
 2 — according to the method of numerical conversion for September 2016;
 3 — according to geodetic survey data, May 2016;
 4 — according to geodetic survey data, September 2016;
 -40.3, -41.3, -42.5, -54.3 — peak values

определения значений параметров длинных неровностей в продольном профиле как дополнительного инструмента для мониторинга параметров участков с нестабильным основанием на линиях тяжеловесного движения и обращения вагонов с повышенной осевой нагрузкой.

На рис. 5 приведены зависимости осадок уровня головки рельса и основной площадки земляного полотна от пропущенного тоннажа. Осадки земляного полотна определялись по маркерам, установленным на глубине до 2 м на обочине земляного полотна. Полученные данные указывают на процесс вдавливания щебня в основную площадку земляного полотна. Следует отметить, что движение тяжеловесных поездов осуществляется по земляному полотну, построенному в конце XIX — начале XX в. совсем под другой уровень нагрузок. Это же в полной мере относится и к опорам искусственных сооружений.

С подобной проблемой столкнулись на железных дорогах Великобритании [13], когда производили сравнительный анализ данных геометрии рельсовой колеи на разных участках. В статье также отмечалось, что причиной явления служат спроектированные в XIX в. линии и качество используемых материалов. Схема возможного обрушения откоса земляного полотна приведена на рис. 6.

На развитие деформаций основной площадки земляного полотна указывают и результаты сопоставления значений параметров длинных неровностей на одном из магистральных ходов (рис. 7) за период 2014–2015 гг., полученных по расчетам обработки данных проходов вагона-путеизмерителя.

Начальник Малошуйской дистанции пути Северной железной дороги И. В. Билев в статье [14]

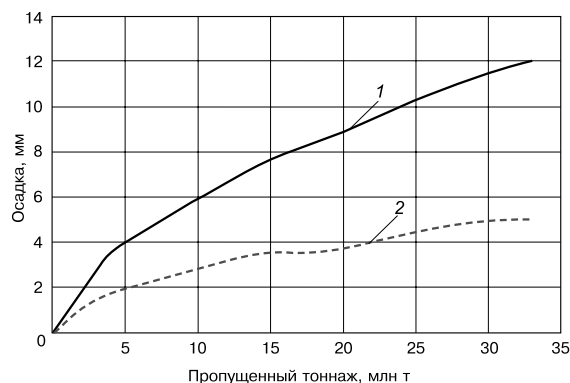


Рис. 5. Зависимости осадок уровня головки рельса и основной площадки земляного полотна от пропущенного тоннажа: 1 — осадка по уровню головки рельса; 2 — осадка по основной площадке земляного полотна

Fig. 5. Dependences of the settlement of the level of the rail head and the main area of subgrade from the passed tonnage: 1 — settlement according to the level of the rail head; 2 — settlement in the main area of the subgrade

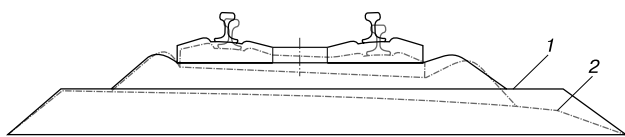


Рис. 6. Схема пути при вдавливания щебня в земляное полотно: 1 — проектное положение пути; 2 — положение пути в процессе вдавливания щебня в основную площадку земляного полотна
 Fig. 6. Scheme of the track when indenting ballast stones into the subgrade: 1 — design position of the track; 2 — position of the track in the process of indenting the ballast stones into the main area of the subgrade

указывает, что на участке транспортного коридора Центр — Северо-Запад, Маленга — Обозерная Северной железной дороги, построенной по временным нормам 1941 г., вес груженого поезда после электрификации в 2001 г. увеличился с 4800 до 5200 т и возросла интенсивность осадок пути. В настоящее время отмечаются значительные деформации, которые привели в ряде случаев к закрытию движения. И. В. Билев отмечает, что в условиях роста объемов перевозимых грузов и повышения весовых норм поездов, требуется совершенствование методов мониторинга и диагностики насыпей на слабых основаниях. В проводимых исследованиях [15] на участке Октябрьской железной дороги в 1969–1970 гг. было отмечено, что при проходе грузовых поездов весом 3800–4500 т со скоростями 70–80 км/ч прочность глинистых грунтов при влажности 30 % может снижаться на 40–45 % по сравнению с той, которая была до прохода поезда, в то время как порожние грузовые поезда снижают прочность грунтов на 15–21 %. Другим фактором [16] снижения прочности является длительность воздействия подвижной нагрузки при проходе поезда, которая зависит от скорости и массы поезда и на исследуемом участке составила 30–50 с.

Выводы. 1. Полученные данные по расчету параметров длинных неровностей свидетельствуют об осадках земляного полотна, показывая, что необходимо детально обследовать участки, на которых планируется ввод в обращение вагонов с повышенными осевыми нагрузками, а также участки обращения тяжеловесных поездов, находящихся в удовлетворительном и неудовлетворительном состоянии по материалам комплексной оценки состояния пути (КОСП).

2. Применение в качестве инструмента анализа метода численного расчета параметров длинных неровностей с помощью преобразования Фурье позволяет выявлять места со значительными изменениями параметров длинных неровностей за анализируемый период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инфраструктура в условиях применения вагонов с повышенными осевыми нагрузками / В. О. Певзнер [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2017. № 7. С. 58–61.

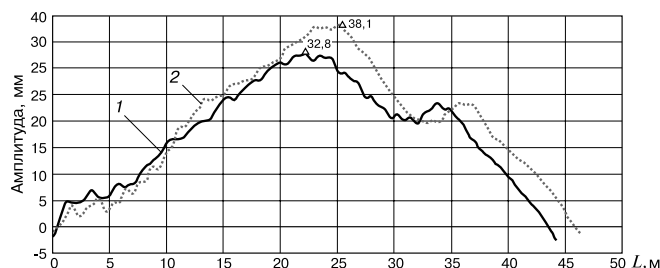


Рис. 7. Сопоставление параметров длинной неровности, изменяющихся по мере возрастания пропущенного тоннажа, за период 2014–2015 гг.: 1 — по данным метода численного преобразования за октябрь 2014 г.; 2 — по данным метода численного преобразования за сентябрь 2015 г.; 32,8, 38,1 — пиковые значения

Fig. 7. Comparison of parameters of extended irregularities changing with increasing tonnage for the period 2014–2015: 1 — according to the method of numerical conversion for October 2014; 2 — according to the method of numerical conversion for September 2015; 32.8, 38.1 — peak values

- Гапанович В. А. Вопросы взаимодействия подвижного состава и инфраструктуры при тяжеловесном движении // Железнодорожный транспорт. 2016. № 10. С. 10–15.
- Вериго М. Ф. Необходимы комплексный подход и активные действия // Железнодорожный транспорт. 1989. № 2. С. 44–48.
- Фуфрянский Н. А. Что показывают испытания // Железнодорожный транспорт. 1989. № 2. С. 48–52.
- Шахунянц Г. М. Земляное полотно. М.: Гос. транспорт. ж.-д. изд-во, 1946. 342 с.
- Данилов В. Н. Железнодорожный путь и его взаимодействие с подвижным составом. М.: Трансжелдориздат МПС, 1961. 112 с.
- Взаимодействие пути и подвижного состава / Е. М. Бромберг [и др.]. М.: Трансжелдориздат, 1956. 280 с.
- Чернышев М. А. Практические методы расчета пути. М.: Транспорт, 1967. 236 с.
- Напряжения и упругие деформации в земляном полотне под воздействием поездов / Г. Г. Коншин [и др.] // Труды ЦНИИ МПС. М.: Транспорт, 1972. Вып. 460. С. 100–118.
- Инфраструктура в условиях интенсификации перевозок / В. А. Гапанович [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2016. № 3. С. 16–20.
- Воздействие на путь вагонов с повышенной осевой нагрузкой / В. В. Третьяков [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. 2016. Т. 75. № 4. С. 233–238. DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2016-75-4-233-238>.
- Захаров С. М., Шенфельд К. П. Развитие тяжеловесного движения в мире // Вестник ВНИИЖТ. 2013. № 4. С. 9–18.
- Nogy Eurlng. Levente Railway Earthworks instability diagnosis using track geometry measurement data — CCQ and Top 35 m // Permanent Way Institution. 2016. Vol. 134. № 2. P. 18–25.
- Билев И. В. Повышение пропускной способности на участке Маленга — Обозерская Северной дирекции инфраструктуры // Путь и путевое хозяйство. 2017. № 6. С. 20–23
- Кистанов И. А. Особенности работы железнодорожного земляного полотна в условиях повышенной интенсивности движения поездов // Труды УЭМИИТ. Свердловск, 1977. Вып. 56. С. 36–40.
- Майковский Г. Анализ математической модели земляного полотна железнодорожного пути // Железные дороги мира. 1981. № 2. С. 59–78.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

ШАПЕТЬКО Кирилл Вячеславович, научный сотрудник, АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 05.05.2017 г., актуализирована 12.07.2017 г., принята к публикации 21.07.2017 г.

Research of the accumulation of railway track deformations in the section of testing of cars with an axial load of 27 tons

K. V. SHAPET'KO

Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

Abstract. The work of the railway track in the conditions of operating cars with increased axial loads was constantly in the sphere of attention of domestic scientists. The increase in the carrying capacity of the railway network entails an increase in the axle loads and masses of trains. This requires upgrade of railway lines, because the traffic of heavy haul trains is carried out on the subgrade designed in the end of XIX – beginning of the XX century for quite other loads that can cause a deformation of track. In 2014–2016 complex tests of cars with an axial load of 27 tons were carried out by the task of the JSC "RZD" on the Kovdor – Murmansk section of the Oktyabrskaya Railway. During 2016 (spring and autumn) a geodetic survey of the pilot site was performed, the information obtained was compared with the results of a numerical calculation. In view of the complexity of geodetic work, a method of numeric calculating the parameters of extended irregularities using Fourier transforms, obtained from track data, was appraised in the tests, which makes it possible to monitor sections with an unstable subgrade without using complex geodetic work.

This method has shown that the information obtained in geodetic work (leveling) and the transformed data of the track measuring car are well correlated.

The obtained data on the calculation of the parameters of extended irregularities indicate the depression of the subgrade, showing that it is necessary to examine in detail the areas where cars with increased axial loads are to be put into circulation, as well as the areas of handling of heavy haul trains in satisfactory and unsatisfactory condition based on integrated assessment of track condition. The process of track deformation, recorded during the tests, is confirmed by the data of the world experience of heavy haul traffic.

Application of the method of numerical analysis of the parameters of extended irregularities with the help of the Fourier transform allows identifying places with significant changes in the parameters of extended irregularities in the analyzed period.

Keywords: extended irregularities in rail profile; full-scale irregularities; parameters of extended irregularities; deformation; heavy haul traffic; increased axial loads

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-4-238-242>

REFERENCES

1. Pevzner V. O., Tret'yakov V. V., Petropavlovskaya I. B., Tret'yakov I. V., Shapet'ko K. V. *Infrastruktura v usloviyakh primeneniya vagonov s povyshennymi osevyimi nagruzkami* [Infrastructure in conditions of using cars with increased axial loads]. *Zheleznodorozhnyy transport*, 2017, no. 7, pp. 58–61.
2. Gapanovich V. A. *Voprosy vzaimodeystviya podvizhnogo sostava i infrastruktury pri tyazhelovesnom dvizhenii* [Issues of the interaction of rolling stock and infrastructure under heavy haul traffic]. *Zheleznodorozhnyy transport*, 2016, no. 10, pp. 10–15.
3. Verigo M. F. *Neobkhodimy kompleksnyy podkhod i aktivnyye deystviya* [An integrated approach and actions are needed]. *Zheleznodorozhnyy transport*, 1989, no. 2, pp. 44–48.
4. Fufryanskiy N. A. *Chto pokazyvayut ispytaniya* [What the tests show]. *Zheleznodorozhnyy transport*, 1989, no. 2, pp. 48–52.

5. Shakhunyants G. M. *Zemlyanoe polotno* [Railway subgrade]. Moscow, State Transport Railway Publishing House, 1946, 342 p.

6. Danilov V. N. *Zheleznodorozhnyy put' i ego vzaimodeystvie s podvizhnym sostavom* [Railway track and its interaction with rolling stock]. Moscow, Transzheldorizdat MPS Publ., 1961, 112 p.

7. Bromberg E. M., Verigo M. F., Danilov V. N., Frishman M. A. *Vzaimodeystvie puti i podvizhnogo sostava* [Interaction of the track and rolling stock]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1956, 280 p.

8. Chernyshev M. A. *Prakticheskie metody rascheta puti* [Practical methods for calculating the track]. Moscow, Transport Publ., 1967, 236 p.

9. Konshin G. G., Titov V. P., Khromov V. I., Naumova N. V. *Napryazheniya i uprugie deformatsii v zemlyanom polotne pod vozdeystviem poezdov*. Trudy TsNII MPS [Stresses and elastic deformations in the subgrade under the influence of trains. Proc. of the Central Research Institute of the Ministry of Railways]. Moscow, Transport Publ., 1972, no. 460, pp. 100–118.

10. Gapanovich V. A., Pevzner V. O., Suslov O. A., Tret'yakov V. V. *Infrastruktura v usloviyakh intensivifikatsii perevozok* [Infrastructure in conditions of traffic intensification]. *Zheleznodorozhnyy transport*, 2016, no. 3, pp. 16–20.

11. Tret'yakov V. V., Petropavlovskaya I. B., Pevzner V. O., Groмова N. I., Tret'yakov I. V., Shapet'ko K. V., Tomilenko A. S. *Vozdeystvie na put' vagonov s povyshennoy osevoy nagruzkoy* [Impact on the track of cars with increased axial load]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2016, Vol. 75, no. 4, pp. 233–238. DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2016-75-4-233-238>.

12. Zakharov S. M., Shenfeld K. P. *Razvitie tyazhelovesnogo dvizheniya v mire* [Worldwide development of heavy haul transport]. *Vestnik VNIIZhT* [Vestnik of the Railway Research Institute], 2013, no. 4, pp. 9–18.

13. Nogy Eurlng. *Levente Railway Earthworks instability diagnosis using track geometry measurement data – CCQ and Top 35 m*. Eurlng Levente Nogy. Permanent Way Institution, 2016, Vol. 134, no. 2, pp. 18–25.

14. Bilev I. V. *Povyshenie propusknoy sposobnosti na uchastke Malenga – Obozerskaya Severnoy direksii infrastruktury* [The increase in capacity at the Malenga – Obozerskaya section of the Northern Infrastructure Directorate]. *Railway Track and Facilities*, 2017, no. 6, pp. 20–23.

15. Kistanov I. A. *Osobennosti raboty zheleznodorozhnogo zemlyanogo polotna v usloviyakh povyshennoy intensivnosti dvizheniya poezdov*. Trudy UEMIIIT [Features of the work of the railway subgrade in conditions of increased traffic of trains. Proc. of UEMIIIT]. Ekaterinburg, 1977, no. 56, pp. 36–40.

16. Maykovskiy G. *Analiz matematicheskoy modeli zemlyanogo polotna zheleznodorozhnogo puti* [Analysis of mathematical models of railway track subgrade]. *Zheleznye dorogi mira* [World railways], 1981, no. 2, pp. 59–78.

ABOUT THE AUTHOR

Kirill V. SHAPET'KO,
Researcher, JSC "VNIIZhT"

Received 05.05.2017

Revised 12.07.2017

Accepted 21.07.2017

E-mail: Shapetko.Kirill@vniizht.ru (K. V. Shapet'ko)