

УДК 625.142.1

**Н.И. Бегматов<sup>1\*</sup>, Б.К. Сарсенбаев<sup>2</sup>, У.Э. Эргашев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> к.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup> д.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup> к.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

\*Автор для корреспонденции: [nodir.begmatov.89@mail.ru](mailto:nodir.begmatov.89@mail.ru)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ В КОНСТРУКЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ С ЦЕЛЮ ОБЛЕГЧЕНИЯ**

### **Аннотация**

В статье предложен метод обоснования выбора облегченной конструкции верхнего строения железнодорожного пути. Как следствие, не существует какого-то единственного конструктивно-технического решения по устройству пути, поскольку перечень возможных решений многообразен. На основе методологии оценки экономической эффективности был разработан метод определения коэффициента изменения затрат на содержание верхнего строения пути с учетом изменения напряжений в его элементах в зависимости от принятых конструктивных решений. На основе предложенной методики были обоснованы технические решения по укладке облегченной конструкции пути, а также предложены различные варианты. Для предложенных вариантов были определены коэффициенты расстройств изменения интенсивности состояния железнодорожного пути и коэффициенты изменения затрат на его текущее обслуживание в средних условиях эксплуатации сети.

**Ключевые слова:** рельс, шпал, крепления, бесстыковой путь, эюра шпал, типовая конструкция, облегченная конструкция, напряжения.

Условия эксплуатации на различных направлениях железнодорожной сети могут иметь существенные отличия. При аналогичном плане, профиле, климате направления может существенно различаться структура перевозок (осевые нагрузки, длины поездов) и их интенсивность. Любой из перечисленных эксплуатационных факторов способен оказывать заметное влияние на выбор конструктивных решений прежде всего верхнего строения пути, как наиболее нагруженной части путевой инфраструктуры. Как следствие, не существует какого-то единственного конструктивно-технического решения по устройству пути, поскольку перечень возможных решений многообразен. Сравнительный анализ мощности конструкции пути и эксплуатационных условий работы путевого хозяйства АО «Узбекистон темир йуллари», далее АО «УТЙ», показал, что существуют отдельные участки, где эксплуатационная нагруженность не столь значительна, а применение на таких участках типовой конструкции пути с эпюрой шпал 1840 (2000 шт./км) и толщиной балластного слоя 40 см может привести к недоиспользованию ресурса конструкции пути, что экономически нецелесообразно. В связи с этим, актуальным является проведение комплексного исследования связи конструктивно-технических параметров железнодорожного пути, применяемых на железных дорогах Узбекистана, с показателями ресурса и надежности в различных эксплуатационных условиях [1-5].

Проведенные эксперименты за рубежом [6] тоже показывают, что с увеличением размера или массы элементов верхнего строения пути не улучшаются показатели, обеспечивающие устойчивость пути. Так в работе [7] были проведены испытания по определению сопротивления боковому сдвигу шпал типа В06FS, основными отличиями которых от применяющихся В91, были повышенная площадь контакта с балластным слоем, большая масса и меньшая толщина. Полученные результаты в ходе испытания показали, что сопротивление боковому сдвигу шпал типа В06FS вполне сопоставимо с соответствующими

характеристиками шпал В91.

В работе [5] приведена методика выбора облегченной конструкции пути. Для обоснования возможных сфер применения такой конструкции, с учетом заданных условий эксплуатации, были выполнены расчеты напряженного состояния элементов пути и определены коэффициенты изменения интенсивности расстройств этих элементов при их эксплуатации в составе облегченных конструкций. Задачей расчетов являлось определение напряженно-деформированного состояния облегченной конструкции пути и определение характеристик изменения накопления расстройств в ее элементах по сравнению с типовой конструкцией. Для оценки напряженного состояния рельсошпальной решетки, с учетом поездопотока, были определены приведенные напряжения по формуле

$$\sigma_j^{прив} = \sum \sigma_j^i \gamma_i, \quad (1)$$

где  $\sigma_j^i$  – напряжение в  $j$ -м элементе пути для рассматриваемой конструкции пути, кг/см<sup>2</sup>;

$\gamma_i$  – доля подвижного состава  $i$ -го типа в поездопотоке, %.

Для оценки изменения интенсивности расстройства  $j$ -го элемента пути были определены коэффициенты  $k_{\tau j}$  по формуле:

$$k_{\tau j} = \left( \frac{\sigma_j^{прив}}{[\sigma_j^{прив}]} \right)^x, \quad (2)$$

где  $\sigma_j^{прив}$  – приведенное напряжение в  $j$ -м элементе пути для рассматриваемой конструкции пути, кг/см<sup>2</sup>;

$[\sigma_j^{прив}]$  – приведенное напряжение в  $j$ -м элементе пути для базовой конструкции пути, кг/см<sup>2</sup>;

$x$  – степенной коэффициент ( $x=2\div 4$ , принимается в зависимости от результатов наблюдений за работой конструкции).

Напряжения в элементах верхнего строения пути определялись в соответствии с Методикой оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения его надежности [8].

Максимальные напряжения в элементах верхнего строения пути определялись по формулам:

– в кромках подошвы рельса

$$\sigma_k = f\sigma_o, \quad (3)$$

где  $f$  – коэффициент перехода от осевых напряжений в подошве рельса к кромочным, учитывающий действие горизонтальных нагрузок на рельс и эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки;

$\sigma_o$  – максимальные напряжения в подошве рельса от изгиба под действием момента  $M$

$$\sigma_o = \frac{M}{W} = \frac{P_{\text{экв}}^I}{4kW}, \text{ кг/см}^2, \quad (4)$$

где  $P_{\text{экв}}^I$  – максимальная эквивалентная нагрузка для расчетов напряжений в рельсах от изгиба и кручения, кг;

$k$  – коэффициент относительной жесткости рельсового основания и рельса, см<sup>-1</sup>;

$W$  – момент сопротивления рельса относительно его подошвы, см<sup>3</sup>;

– в шпале на смятие в прокладке

$$\sigma_{ш} = \frac{Q}{\omega} = \frac{kl_{ш}}{4\omega} P_{\text{экв}}^{II}, \text{ кг/см}^2, \quad (5)$$

где  $l_{ш}$  – расстояние между осями шпал, см;

$P_{\text{экв}}^{II}$  – максимальная эквивалентная нагрузка для расчетов напряжений и сил в элементах подрельсового основания, кг;

$\omega$  – площадь рельсовой подкладки, см<sup>2</sup>;

– в балласте под шпалой

$$\sigma_{\sigma} = \frac{Q}{\Omega_a} = \frac{kl_{ш}}{2\Omega_a} P_{\text{экв}}^{II}, \text{ кг/см}^2, \quad (6)$$

где  $\Omega_a$  – площадь полушпалы с учетом поправки на изгиб, см<sup>2</sup>.

Нормальные напряжения в балласте (в том числе и на основной площадке земляного полотна) на глубине  $h$  от подошвы шпалы по расчетной вертикали определяются по формуле

$$\sigma_h = \sigma_{h1} + \sigma_{h2} + \sigma_{h3}, \text{ кг/см}^2, \quad (7)$$

где  $\sigma_{h1}$ ,  $\sigma_{h3}$  – напряжения от воздействий соответственно 1-ой и 3-ей шпал, лежащих по обе стороны от расчетной шпалы, кг/см<sup>2</sup>;

$\sigma_{h2}$  – напряжения от воздействия 2-ой шпалы (расчетной) в сечении пути под расчетным колесом, кг/см<sup>2</sup>.

Максимальный прогиб рельса определялся по формуле

$$y = \frac{k}{2U} P_{\text{экв}}^{II}, \text{ см}, \quad (8)$$

где  $U$  – модуль упругости рельсового основания, кг/см<sup>2</sup>.

Для оценки напряженно-деформированного состояния конструкции пути необходимы модуль упругости конструкции пути со шпалами BF70 и креплениями Pandrol Fastlip.

**Расчеты напряженно-деформированного состояния конструкций пути и оценка изменения интенсивности расстройств пути.**

Для проведения расчетов были разработаны конструкции пути за счет уменьшения эпюры шпал и толщины балластного слоя. Исходные расчетные характеристики типовой и облегченной конструкций бесстыкового пути с рельсами Р65 на шпалах типа BF70 со креплениями Pandrol Fastlip на щебеночном балласте представлены в таблице 1.

Напряжения определялись для следующих типов подвижного состава:

- Пассажирский вагон (тип ЦВМ, для скорости 120 км/ч);
- Грузовой вагон (четырёхосный на тележках ЦНИИ-ХЗ, 23,5 т/ось, для скорости 80 км/ч);
- Пассажирский локомотив (серия 2ТЭ10, для скорости 120 км/ч);
- Грузовой локомотив (серия 2ТЭ10М, для скорости 80 км/ч).

Таблица 1 – Расчетные характеристики пути

№	Характеристика конструкции пути		$U$ , кг/см <sup>2</sup>	$k$ , см <sup>-1</sup>	$l_{ш}$ , см	$\omega$ , см <sup>2</sup>	$W$ , см <sup>3</sup>	$\Omega_a$ , см <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТК <sup>1</sup>	Эпюра шпал	1840	710,2	0,0124	54,3	268,3	417	3582
	Толщина балласта	40 см						
1	Эпюра шпал	2000	987,6	0,0135	50	268,3	417	3582
	Толщина балласта	40 см						
2	Эпюра шпал	1720	541,7	0,0116	58,1	268,3	417	3582
	Толщина балласта	40 см						
3	Эпюра шпал	1600	404,5	0,0108	62,5	268,3	417	3582
	Толщина балласта	40 см						
4	Эпюра шпал	1840	537,1	0,0116	54,3	268,3	417	3582
	Толщина балласта	25 см						
5	Эпюра шпал	2000	747,1	0,01259	50	268,3	417	3582
	Толщина балласта	25 см						
6	Эпюра шпал	1720	409,7	0,0108	58,1	268,3	417	3582
	Толщина балласта	25 см						
7	Эпюра шпал	1600	306,38	0,0100	62,5	268,3	417	3582
	Толщина балласта	25 см						

Примечание: ТК<sup>1</sup> – типовая конструкция

Расчеты были выполнены для прямого участка пути и кривой радиусом 300 м.

Основные расчетные характеристики воздействия на путь для вышеперечисленных подвижных единиц в соответствии с [8] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные характеристики подвижного состава

Тип подвижного состава, скорость	$P_{ст}$ , кг	$P_{ср}$ , кг	$l_i$ , см	$f$		$\gamma_i$
				прямая	кривая R=300 м	
Пассажирский вагон, 120 км/ч	8100	9572	185	1,09	1,3	0,15
Грузовой вагон (23,5 т/ось), 80 км/ч	11000	14252	185	1,18	1,65	0,8
Пассажирский локомотив, 120 км/ч	10750	13559	230	1,1	1,75	0,01
Грузовой локомотив, 80 км/ч	11500	13286	300	1,1	1,75	0,04

Полученные напряжения во всех элементах по всем конструкциям не превышают допустимых при обращении всех типов подвижного состава, что свидетельствует о гарантированной безопасности при эксплуатации этих конструкций. По значениям приведенных напряжений были рассчитаны коэффициенты изменения интенсивности

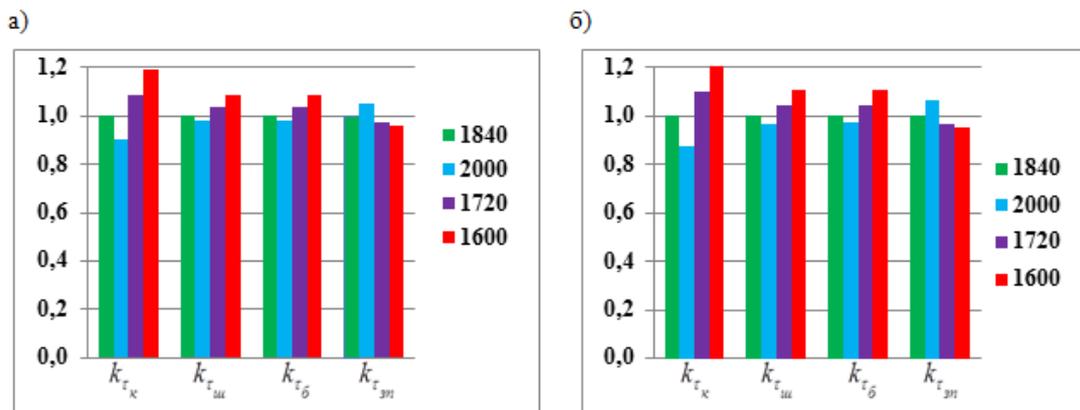
расстройства элемента пути по формуле (2). Результаты расчета представлены в таблице 3.

По значениям приведенных напряжений были рассчитаны коэффициенты изменения интенсивности расстройства элемента пути по формуле (2). Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициенты изменения интенсивности расстройства элемента пути

№ варианта	Коэффициенты							
	Прямая				Кривая R=300 м			
	$k_{\tau_k}$	$k_{\tau_{ш}}$	$k_{\tau_{б}}$	$k_{\tau_{зн}}$	$k_{\tau_k}$	$k_{\tau_{ш}}$	$k_{\tau_{б}}$	$k_{\tau_{зн}}$
Типовая конструкция	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,903	0,978	0,978	1,052	0,878	0,971	0,973	1,065
2	1,084	1,035	1,035	0,976	1,102	1,046	1,044	0,970
3	1,192	1,084	1,084	0,962	1,240	1,109	1,106	0,952
4	1,071	0,891	0,891	1,391	1,085	0,867	0,865	1,510
5	0,967	0,857	0,857	1,395	0,955	0,824	0,825	1,516
6	1,170	0,929	0,929	1,408	1,212	0,915	0,912	1,534
7	1,305	0,976	0,976	1,440	1,389	0,975	0,971	1,578

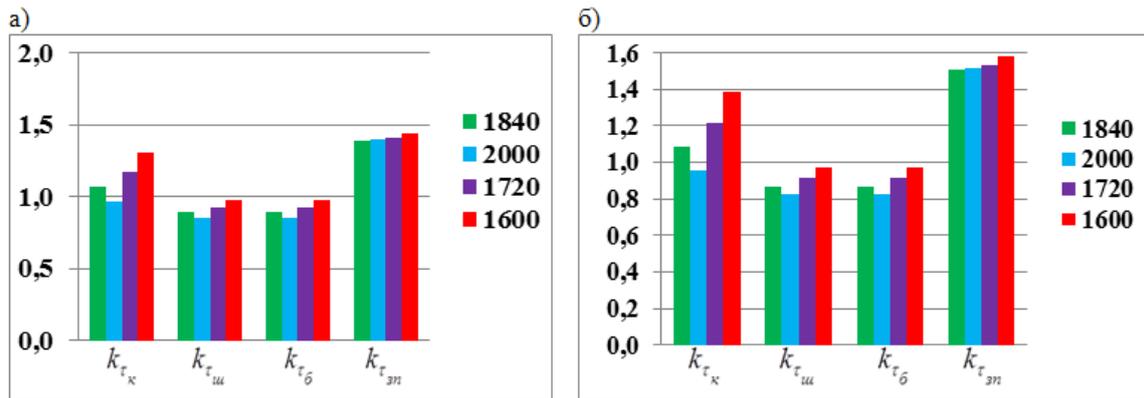
По данным таблицы 3 построена гистограмма распределения коэффициента оценки изменения интенсивности расстройства элемента пути, рисунки 1 и 2.



а – на прямой; б – на кривой

Рисунок 1 – Гистограмма распределения коэффициента оценки изменения интенсивности расстройства элемента пути при толщине балласта 40 см

При анализе результатов расчета, полученных для прямого участка пути, было выявлено, что наиболее надежной конструкцией является конструкция пути варианта №1, анализ результатов этой конструкции показывает, что значения приведенных напряжений только на основной площадке превышают значения приведенных напряжений на основной площадке типовой конструкции. Значения коэффициента  $k_{\tau_j}$  в других вариантах почти во всех случаях превосходят значения в типовой конструкции верхнего строения пути, что свидетельствует о том, что интенсивность расстройства элементов других вариантов будет превышать значения интенсивности расстройства элементов пути в типовой конструкции.



а – на прямой; б – на кривой

Рисунок 2 – Гистограмма распределения коэффициента оценки изменения интенсивности расстройств элемента пути при толщине балласта 25 см

С уменьшением эпюры шпал до 1720 шт./км (вариант №2) интенсивность накопления расстройств в элементах пути повышается на 3–8% в зависимости от элемента: в рельсах  $k_{\tau_k} = 1,08$ , в шпалах  $k_{\tau_{ш}} = 1,03$ , в балласте  $k_{\tau_{б}} = 1,03$ , а с уменьшением эпюры до 1600 шт./км (вариант №3) эти значения соответственно равны 1,19; 1,08 и 1,08.

При изменении толщины балластного слоя до 25 см, что характерно для варианта №4, напряжения на основной площадке земляного полотна увеличиваются, а также увеличивается коэффициент  $k_{\tau_{зн}}$  с 1,00 до 1,39.

Одновременное снижение толщины балласта и уменьшение эпюры шпал (вариант №6) сказывается отрицательно на работе пути, т.к. интенсивность накопления расстройств основания земляного полотна на 41% выше по сравнению с типовой конструкцией. По элементам конструкции ВСП: в рельсах  $k_{\tau_k} = 1,17$ , в шпалах  $k_{\tau_{ш}} = 0,93$ , в балласте  $k_{\tau_{б}} = 0,93$ .

Наихудшие показатели по коэффициентам изменения интенсивности расстройств в элементах наблюдаются в конструкции пути варианта №7, так как интенсивность расстройств в рельсах увеличивается на 31%, а расстройств на основной площадке земляного полотна увеличиваются на 44% по сравнению с типовой конструкцией.

Анализируя результаты расчета, полученные для кривого участка пути, можно сказать, что максимальные значения коэффициента расстройств по рельсам и основной площадке получены для варианта №7, эти значения соответственно равны 1,39 и 1,58. По сравнению со значениями, полученными для прямого участка пути того же варианта, разница по рельсам составила 6% а по основной площадке земляного полотна 10%. Разница между коэффициентами расстройств для кривого и прямого участка по шпалам и балласту того же варианта не превышает 4%.

В качестве облегченной конструкции для укладки в путь можно рекомендовать конструкцию варианта №2. Этот вариант облегченного верхнего строения пути обеспечивает все требования безопасности по критерию не превышения допустимых напряжений и оказывает наименьшее воздействие на основную площадку земляного полотна по сравнению с типовым исполнением.

Для принятия окончательного решения о применении данной конструкции на действующих путях АО «УТЙ» необходимо провести расчеты по устойчивости конструкции бесстыкового пути.

### Выводы

С учетом анализа всех полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Применение конструкции пути с рельсами Р65, с эпюрой шпал 1600 шт./км, толщиной балласта 40 см и 25 см и с эпюрой шпал 1720 шт./км, толщиной балласта 25 см не целесообразно по условиям обеспечения безопасности движения (допускаемые изменения температуры меньше, чем амплитуда колебаний температуры рельсов) и по экономической эффективности (интенсивность накопления расстройств по отдельным элементам увеличивается почти в 1,3 и 1,44 раз по сравнению с типовой), что исключает варианты №3, №6 и №7.

2. Уменьшение эпюры шпал и толщины балласта по сравнению с типовой конструкцией приводит к увеличению напряжений и росту интенсивности накопления расстройств в элементах пути.

3. С уменьшением эпюры шпал до 1720 шт./км (вариант №2) интенсивность накопления расстройств по отдельным элементам пути повышается на 3–8% в зависимости от элемента: в рельсах  $k_{r_x} = 1,08$ , в шпалах  $k_{r_{ш}} = 1,03$ , в балласте  $k_{r_b} = 1,03$ . Этот вариант облегченного верхнего строения пути обеспечивает все требования безопасности по критерию непревышения допустимых напряжений и оказывает наименьшее воздействие на основную площадку земляного полотна по сравнению с типовым исполнением.

4. Уменьшение толщины балласта у типовой конструкции с 40 см до 25 см увеличивает коэффициент накопления расстройств на основной площадке земляного полотна в 1,39 раза для прямых участков и в 1,51 раза для кривых участков пути.

#### Список литературы

1. Коган, А.Я. Колебания пути при высоких скоростях движения экипажей и ударном взаимодействии колеса и рельса / А.Я. Коган, Д.А. Никитин, И.В. Полещук. – М.: Интекст, 2007. – 168 с.
2. Коган, А.Я. Случайные процессы взаимодействия пути и подвижного состава / А.Я. Коган, Э.Д. Загитов, И.В. Полещук. – М.: РАС, 2016. – 210 с.
3. Ромен, Ю.С. Динамика железнодорожного экипажа в рельсовой колее. Методика расчета и испытаний / Ю.С. Ромен. – М.: ВМГ–Принт, 2014. – 210 с.
4. Ромен, Ю.С. Определение сил взаимодействия в системе колесо- рельс на основании измерения напряжений в шейке рельса / Ю.С. Ромен, О.А. Суслов, А.А. Баляева // Вестник ВНИИЖТ. – 2017. – Т. 76. – № 6. – С. 354–361.
5. Суслов, О. А. Техничко-экономический анализ облегченных конструкций верхнего строения железнодорожного пути / О. А. Суслов, А. Е. Токарева, А. А. Баляева // Особенности системы ведения рельсового хозяйства на российских железных дорогах: сборник трудов ученых АО "ВНИИЖТ" (АО "Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта"). – Москва : ООО "РАС", 2017. – С. 75-86.
6. Испытания шпал уменьшенной толщины / Железные дороги мира. – 2014. №10. – С. 73-75.
7. /www.pandrol.com/wp-content/uploads/2020/03/Fastclip-FC-Система-крепления-рельса-Технические-Харак-Терис-Тики—RU.pdf // (дата обращения 24.01.2025).
8. ЦПТ-52/14. Методика оценки взаимодействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения надежности: утв. МПС России 15.06.2000 г. М., 38 с.

#### References

1. Kogan, A.Ja. Kolebanija puti pri vysokih skorostjah dvizhenija jekipazhej i udarnom vzaimodejstvii kolosa i rel'sa / A.Ja. Kogan, D.A. Nikitin, I.V. Poleshhuk. – М.: Intekst, 2007. – 168 s.
2. Kogan, A.Ja. Sluchajnye processy vzaimodejstvija puti i podvizhnogo sostava / A.Ja. Kogan, Je.D. Zagitov, I.V. Poleshhuk. – М.: RAS, 2016. – 210 s.
3. Romen, Ju.S. Dinamika zheleznodorozhnogo jekipazha v rel'sovoj kolee. Metodika rascheta i ispytanij / Ju.S. Romen. – М.: VMG–Print, 2014. – 210 s.

4. Romen, Ju.S. Opredelenie sil vzaimodejstvija v sisteme koleso- rel's na osnovanii izmerenija naprjazhenij v shejke rel'sa / Ju.S. Romen, O.A. Suslov, A.A. Baljaeva // Vestnik VNIIZhT. – 2017. – Т. 76. – № 6. – S. 354–361.
5. Suslov, O. A. Tehniko-jekonomicheskij analiz oblegchennyh konstrukcij verhnego stroenija zheleznodorozhnogo puti / O. A. Suslov, A. E. Tokareva, A. A. Baljaeva // Osobennosti sistemy vedenija rel'sovogo hozjajstva na rossijskih zheleznyh dorogah: sbornik trudov uchenyh AO "VNIIZhT" (AO "Nauchno-issledovatel'skij institut zheleznodorozhnogo transporta"). – Moskva : OOO "RAS", 2017. – S. 75-86.
6. Ispytanija shpal umen'shennoj tolshhiny / Zheleznye dorogi mira. – 2014. №10. – S. 73-75.
7. /www.pandrol.com/wp-content/uploads/2020/03/Fastclip-FC-Sistema-kreplenija-rel'sa-Tehnicheskie-Harak-Teris-Tiki---RU.pdf // (data obrashhenija 24.01.2025).
8. СРТ-52/14. Metodika ocenki vzaimodejstvija podvizhnogo sostava na put' po uslovijam obespechenija nadezhnosti: utv. MPS Rossii 15.06.2000 g. M., 38 s.

**Н.И. Бегматов<sup>1\*</sup>, Б.К. Сәрсенбаев<sup>2,1</sup>, У.Э. Эргашев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, Ташкент мемлекеттік көлік университеті, Ташкент, Өзбекстан

<sup>2</sup>т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>т.ғ.к., доцент, Ташкент мемлекеттік көлік университеті, Ташкент, Өзбекстан

\*Корреспондент авторы: nodir.begmatov.89@mail.ru

## ЖЕҢІЛДЕТУ МАҚСАТЫНДА ТЕМІРЖОЛ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

### Түйін

Мақалада теміржол жолының жоғарғы құрылымының жеңіл құрылымын таңдауды негіздеу әдісі ұсынылған. Нәтижесінде жолдың құрылысы бойынша жалғыз құрылымдық-техникалық шешім жоқ, өйткені мүмкін шешімдердің тізімі әр түрлі. Экономикалық тиімділікті бағалау әдістемесінің негізінде қабылданған құрылымдық шешімдерге байланысты оның элементтеріндегі кернеулердің өзгеруін ескере отырып, жолдың жоғарғы құрылымын ұстауға кететін шығындардың өзгеру коэффициентін анықтау әдісі жасалды. Ұсынылған әдістеме негізінде жеңіл жол құрылымын төсеудің техникалық шешімдері негізделді, сонымен қатар әртүрлі нұсқалар ұсынылды. Ұсынылған нұсқалар үшін теміржол жағдайының қарқындылығының өзгеруінің бұзылу коэффициенттері және желіні пайдаланудың орташа жағдайында оған ағымдағы қызмет көрсету шығындарының өзгеру коэффициенттері анықталды.

**Кілттік сөздер:** рельс, шпалдар, бекіткіштер, түйіспесіз жол, шпалдар диаграммасы, типтік құрылым, жеңіл құрылым, кернеулер.

**N.I. Begmatov<sup>1\*</sup>, B.K. Sarsenbaev<sup>2,1</sup>, U.E. Ergashev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

<sup>2</sup>Doctor of Technical Sciences, Professor, M. Auezov University of Law, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

\*Corresponding author's email: nodir.begmatov.89@mail.ru

## OPTIMIZATION IN RAILWAY TRACK DESIGNS IN ORDER TO FACILITATE

### Abstract

The article proposes a method for justifying the choice of a lightweight structure for the upper structure of a railway track. As a result, there is no single structural and technical solution for the construction of the track, since the list of possible solutions is diverse. Based on the methodology for assessing economic efficiency, a method was developed for determining the coefficient of change in the cost of maintaining the upper structure of the track, taking into account changes in stresses in its elements,

depending on the design decisions made. Based on the proposed methodology, technical solutions for laying a lightweight track structure were substantiated, and various options were proposed. For the proposed options, the coefficients of disruption of changes in the intensity of the condition of the railway track and the coefficients of changes in the cost of its ongoing maintenance in the average operating conditions of the network were determined.

**Keywords:** rail, sleepers, fasteners, seamless track, sleeper plot, standard structure, lightweight structure, stresses.