

## Сравнительный анализ потребности проведения ремонта левобережной трамвайной сети города Новосибирска

А. Д. Федосов✉, Е. С. Антерейкин

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Российская Федерация

✉ Artemy38@yandex.ru

### Резюме

В статье выполнен сравнительный анализ соответствия нормативного, планируемого и фактически выполненного объемов капитального ремонта трамвайного пути левобережной трамвайной сети г. Новосибирска. Затронуты исторические аспекты появления трамвайных путей в этой части города. С целью исследования указанная сеть разделена на 31 участок с определенными характеристиками. Учитывались основные характеристики участков исследования, такие как тип, род, вид элементов верхнего строения пути, конструкция пути, годы укладки и капитальных ремонтов. Также учитывался продольный профиль, план линии, наличие обособления трамвайного пути от автодороги. В соответствии со статистическими данными по количеству рейсов и объему пассажироперевозок, типу подвижного состава определена средняя грузонапряженность по каждому из участков за последние пять лет. Грузонапряженность рассматривалась для определения нормативной периодичности капитального ремонта. В работе с учетом местных условий установлена продолжительность доремонтных сроков эксплуатации трамвайных участков. Представлены данные по объемам планируемого и фактически выполненного капитального ремонта за период с 2003 г. Установлено, что рекомендуемый нормативный срок проведения капитального ремонта для многих участков истек. Планируемый объем ремонтов менее нормативного за счет различных подходов к назначению ремонтов. При критерии назначения ремонта, определяемом посредством установления фактического состояния пути, объем требуемого ремонта снижается. Это достигается заменой капитальных работ текущими. При этом фактический объем проведенных капитальных ремонтов не соответствует ни нормативному, ни планируемому.

### Ключевые слова

техническое обслуживание, трамвайный путь, верхнее строение пути, капитальный ремонт пути, пассажироперевозки, грузонапряженность участка, периодичность ремонта, срок эксплуатации пути, конструкция пути

### Для цитирования

Федосов А. Д. Сравнительный анализ потребности проведения ремонта левобережной трамвайной сети города Новосибирска / А. Д. Федосов, Е. С. Антерейкин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 4 (72). – С. 112–122. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.4(72).112-122

### Информация о статье

поступила в редакцию: 10.11.2021, поступила после рецензирования: 17.11.2021, принята к публикации: 29.11.2021

## Comparative demand analysis for repair of the left-bank tram network of the city of Novosibirsk

A. D. Fedosov✉, E. S. Anterejkin

Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation

✉ Artemy38@yandex.ru

### Abstract

The article provides a comparative analysis of the compliance of the normative, planned and actually completed volumes of overall repair of the tramway track of the left-bank tram network of the city of Novosibirsk. The historical aspects of the appearance of tram lines in this part of the city are touched upon. For the purpose of research, the specified network is divided into 31 sections with certain characteristics. The main characteristics of the sections were taken into account, such as type, class, type of track superstructure elements, track design, years of track laying and overall repairs. The longitudinal profiles, the plan of the line, the presence of separation of the tram track from the road were also taken into account. In accordance with statistical data on the number of routes and the volume of passenger transportation, the type of rolling stock, over the past five years, the average traffic density was determined for each section. Traffic density was taken into account to determine the standard frequency of overall repairs. Taking into account local conditions, the duration of the pre-repair service life of tram sections was established in the work. The data on the volumes of planned and actually completed overall repairs for the period since 2003 are presented. It was found that the recommended standard period for overall repairs for many areas has expired. The planned volume of repairs is less than the standard due to different approaches to the appointment of repairs. With the criterion for the appointment of repairs determined by establishing the actual state of the track, the volume of required repairs is reduced. This is achieved by replacing

overall works with current ones. At the same time, the actual volume of overall repairs carried out does not correspond to either the normative or the planned one.

### Keywords

maintenance, tramway, the upper structure of the track, major repairs of the track, passenger transportation, the length of the site, the frequency of repairs, the service life of the track, the design of the track

### For citation

Fedosov A. D., Anterejkin E. S. Svravnitel'nyj analiz potrebnosti provedeniya remonta levoberezhnoj tramvajnoj seti goroda Novosibirsk [Comparative needs analysis for repair of the left-bank tram network of the city of Novosibirsk]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2021, No. 4 (72), pp. 112–122. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.4(72).112-122

### Article info

Received: 10.11.2021, Revised: 17.11.2021, Accepted: 29.11.2021

### Введение

Исследование проводилось применительно к левобережной части трамвайной сети Новосибирска из-за ее большой протяженности и высокого пассажирооборота.

Трамвайная система Новосибирска была создана в 1934 г. [1]. Движение в левобережной части открыто 30 апреля 1941 г. и осуществлялось по нынешним ул. Титова, Троллейная, Широкая, Станиславского [2]. Общая протя-

женность трамвайных линий в левобережной части города составляет 83,65 км. Их эксплуатация осуществляется автономно от правобережной части в связи с ликвидацией в начале 1990-х гг. трамвайного движения по Октябрьскому мосту через р. Обь.

На 2020 г. в левобережной части эксплуатировалось восемь трамвайных маршрутов (рис. 1) [3]. Среди распространенного подвижного состава наибольшее распространение



Рис. 1. Схема левобережной сети трамвайного движения г. Новосибирска на 2020 г.

Fig. 1. Scheme of the left-bank tram network in Novosibirsk for 2020

имеют вагоны типа АКСМ-62103 (БКМ-62103) и КТМ-5 (в том числе модернизированные 71-605РМ-11). Общее количество подвижного состава на линиях – 81 ед.

### Характеристика участков исследования

Участок № 1 по ул. Петухова построен в 1971 г., подрельсовое основание – железобетонные шпалы, трамвайный путь на всем участке обособлен от автомобильной дороги, соединяет пос. Чемской с пл. Кирова. Путь на участке № 2 уложен ранее – в 1967 г., при этом в отличие от предыдущего совмещен с автодорогой и на деревянных шпалах, проложен до к. о. п. Молкомбинат. Рельсы по ул. Петухова – типа Р65, участки разделены между собой крупным транспортным кольцом на пл. Кирова.

Улица Сибиряков-Гвардейцев соединяет Кировский и Ленинский районы г. Новосибирска, участки № 3–6 проложены до одноименной площади со стороны пл. Кирова в 1955 г. На данных участках уложены железобетонные и деревянные шпалы. Трамвайный путь на участке № 6, вымощенный дорожной плиткой, один из последних, проходивших капитальный ремонт в 2013 г.

Пути по ул. Мира и Оловозаводская уложены в 1951 г. Это один из самых плохих в плане технического состояния трамвайный участок, соединяет ул. Сибиряков-Гвардейцев и мкр. Бугринская роща. Участок № 9 – наихудший по ул. Мира, на участке уложены деревянные шпалы, местами присутствует асфальт, уложенный поверх шпального основания. Участок № 10, граничащий с предыдущим, прошел капитальный ремонт в 2011 г. и обособлен, здесь также уложены деревянные шпалы. На участке 11 уложены железобетонные шпалы совместно с рельсами Р65. Часть участка заасфальтирована, присутствует интенсивный трафик. Ремонт крайне затруднен.

На ул. Связистов от кривой ул. Невельского до глухого пересечения с ул. Титова уложен трамвайный путь, включающий трамвайные желобчатые рельсы ТВ60 в прямых участках и ТВ65 в кривых, а также железнодорожные рельсы Р65, закрепленные к деревянной шпале костыльным скреплением на щебеночном основании. Со времени укладки (1978 г.) работы по капитальному ремонту трамвайного пути здесь ни разу не проводились. Этот участок подтапливается талыми водами весной и дождевыми в

осенне-летний период, однако системы водоотведения отсутствуют. От глухого пересечения с ул. Титова до узла Юго-Западный ж. м. уложены железнодорожные рельсы Р65 на железобетонных шпалах трамвайного типа. В пределах данного участка находится кривая ул. Оборонная, переукладка которой выполнена в 2010 г. Этот отрезок путей не входит в зону подтопляемых участков, что положительно сказывается на его балльной оценке.

Наилучшее состояние имеет участок о. п. Строительная – кривая ул. Ватутина в виду того, что относительно недавно (2011 г.) на данном участке проводился капитальный ремонт, при этом один из лучших участков находится рядом с самым худшим в соответствии с балльностью левобережного трамвая. Узел ЛТД – о. п. Станиславский ж. м. также имеет «отличную» балльность благодаря проведению капитального ремонта в 2012 г.

### Определение грузонапряженности участков трамвайного пути

Интенсивность использования участков напрямую влияет на срок службы пути и соответственно на срок проведения капитальных ремонтов [4–7]. В исследовании за основу берется средняя грузонапряженность по каждому участку за пять лет.

Расчет грузонапряженности участка трамвайного пути осуществляется по формуле (1):

$$Г = (G + (g \cdot n)) K, \quad (1)$$

где  $G$  – масса вагона (для АКСМ-62103 принимается 17 т [8]);  $g$  – средняя масса пассажира (принимается равной 0,07 т);  $n$  – количество перевезенных пассажиров за раз, чел.;  $K$  – количество рейсов по одному направлению, шт.

В табл. 1 указано количество рейсов и пассажиров, провозимых по участкам, приводятся результаты расчета грузонапряженности.

Участки № 8, 13 являются самыми эксплуатируемыми по числу рейсов – 160,5 тыс. рейсов, так как соединяют крупнейшие узлы (узел Карла Маркса, узел Вертковская) всего левобережья.

Участок № 2 оказался самым малоэксплуатируемым – 20,7 тыс. рейсов, в виду того, что ул. Петухова не является густонаселенной зоной. Здесь преобладают складские здания и предприятия. Улица вынесена в дальний район города.

**Таблица 1.** Количество трамвайных рейсов, пассажиров, расчетная грузонапряженность по участкам за период 2016–2020 гг.**Table 1.** Number of tram runs, passengers, estimated traffic density on sections for the period 2016–2020

№ участка	Границы участка	Количество рейсов, тыс. шт. / количество пассажиров, тыс. чел. / расчетная грузонапряженность по участку, млн т км бр./ (км о.п. год)				
		2016	2017	2018	2019	2020
Ул. Петухова						
1	Пос. Чемской – пл. Кирова	43,1 / 3 748,6 / 0,131	38,5 / 3 467,1 / 0,121	39,3 / 3 546,0 / 0,124	39,9 / 3 616,2 / 0,127	38,8 / 2 878,4 / 0,101
2	Пл. Кирова – к.о.п. Молкомбинат	32,0 / 803,9 / 0,028	21,9 / 497,8 / 0,017	19,5 / 429,2 / 0,015	20,6 / 420,3 / 0,015	20,7 / 294,8 / 0,010
Ул. Сибиряков-Гвардейцев						
3	Пл. Кирова – узел КТД					
4	Узел КТД – «Горбатый» мост	75,1 / 4	60,3 / 3	58,9 / 3	60,5 / 4 036,3	59,5 / 3
5	«Горбатый» мост с подходами	552,6 /	964,9 /	975,2 /	/	173,2 /
6	«Горбатый» мост – пл. Сибиряков-Гвардейцев	0,797	0,652	0,639	0,656	0,617
7	Пл. Сибиряков-Гвардейцев – узел Вертковская	155,7 / 11 177,4 / 1,715	132,6/ 10093,5/ 1,480	131,3/ 10202,3/ 1,473	129,8/ 10145,9/ 1,459	130,3/ 8055,2/ 1,390
8	Узел Вертковская – кривая ул. Покрышкина	135,4 / 9 416,2 / 1,481	151,1 / 10 018,9 / 1,635	154,1 / 10 600,6 / 1,681	158,7 / 10 950,9 / 1,732	160,5 / 8 738,5 / 1,670
Ул. Мира, ул. Оловозаводская						
9	Пл. Сибиряков-Гвардейцев – о.п. Строительная					
10	О.п. Строительная – кривая ул. Ватутина	80,7 / 6 624,9 / 0,917	72,2 / 6 128,6 / 0,829	72,4 / 6 227,1 / 0,833	69,3 / 6 109,6 / 0,803	70,8 / 4 882,0 / 0,772
11	Кривая ул. Ватутина – о.п. Тюменская					
12	О.п. Тюменская – к.о.п. Бугринская роца					
Ул. Покрышкина						
13	Узел Карла Маркса – кривая ул. Покрышкина	135,4 / 9 416,2 / 1,481	150,1 / 10 018,9 / 1,627	154,1 / 10 600,6 / 1,681	158,7 / 10 950,9 / 1,732	160,5 / 8 738,5 / 1,670
Ул. Блюхера						
14	Ул. Титова – кривая ул. Блюхера-Котовского	88,0/ 8531,5/ 1,047	82,3/ 8202,6/ 0,987	82,8/ 8384,7/ 0,998	84,8/ 8605,4/ 1,021	84,0/ 6875,4/ 0,955
Ул. Котовского						
15	Кривая ул. Блюхера – кривая ул. Ватутина	88,0/ 8531,5/ 1,047	82,3/ 8202,6/ 0,987	82,8/ 8384,7/ 0,998	84,8/ 8605,4/ 1,021	84,0/ 6875,4/ 0,955
Ул. Широкая						
16	Ул. Ватутина – узел ТЭЦ-2	88,0/ 8531,5/ 1,047	82,3/ 8202,6/ 0,987	82,8/ 8384,7/ 0,998	84,8/ 8605,4/ 1,021	84,0/ 6875,4/ 0,955
17	Переезд с ул. Станиславского					
18	Узел ТЭЦ-2 – кривая ул. Невельского (от ТЭЦ-2 до кривая Новосибирск-Западный)	127,0/ 9578,3/ 1,415	123,4/ 8947,4/ 1,362	121,7/ 9057,2/ 1,351	121,8/ 9218,8/ 1,358	110,2/ 7323,8/ 1,193

Окончание таблицы 1

19	Узел ТЭЦ-2 – кривая ул. Невельского (от кривой Киевская до кривой ул. Невельского)	78,8/	66,9/	68,2/	64,3/	64,3/
		5590,7/	4860,2/	4934,4/	4736,6/	3763,4/
		0,865	0,738	0,752	0,713	0,679
Ул. Демьяновская						
20	Кривая Новосибирск-Западный – кривая Киевская	78,8/	66,9/	68,2/	64,3/	64,3/
		5590,7/	4860,2/	4934,4/	4736,6/	3763,4/
		0,865	0,738	0,752	0,713	0,679
Ул. Вертковская						
21	Узел Вертковская – узел ЛТД	98,1/	111,5/	113,2/	106,0/	96,2/
		3282,3/	3616,3/	3901,0/	3638,3/	2697,0/
		0,949	1,075	1,099	1,029	0,912
Ул. Троллейная						
22	Узел Новосибирск-Западный – узел Клуб им. Чехова	119,7/	113,3/	111,2/	106,4/	96,9/
		7671,7/	6873,4/	6899,6/	6723,0/	5330,4/
		1,286	1,203	1,187	1,139	1,010
23	Узел Клуб им. Чехова – узел ЛТД	106,6/	129,0/	127,4/	121,7/	115,7/
		7375,1/	7809,0/	8070,7/	7991,5/	6256,6/
		1,164	1,370	1,366	1,314	1,203
24	Узел ЛТД – о.п. Станиславский ж/м	117,0/	98,7/	101,7/	98,5/	96,5/
		7315,0/	6671,4/	6896,2/	6745,6/	5319,4/
25	О.п. ж/м Станиславский – о.п. Автокомбинат	1,251	1,072	1,106	1,073	1,006
Ул. 9-й Гвардейской дивизии						
26	О.п. ул. 9-й Гвардейской дивизии – узел ул. Волховская	117,0/	98,7/	101,7/	98,5/	96,5/
		7315,0/	6671,4/	6896,2/	6745,6/	5319,4/
		1,251	1,072	1,106	1,073	1,006
Ул. Титова						
27	Узел Клуб им. Чехова – узел ул. Связистов	18,06/				
		437,4/	60,5/	61,2/	61,2/	56,1/
28	Узел ул. Связистов – о. п. ул. Бийская	0,169	1520,5/	1790,1/	1902,8/	1579,3/
			0,567	0,583	0,587	0,532
29	О. п. ул. Бийская – о. п. Микрорайон Чистая Слобода	–				
Ул. Связистов						
30	Кривая ул. Невельского – узел ул. Волховская	78,8/	66,9/	68,2/	64,3/	64,3/
		5590,7/	4860,2/	4934,4/	4736,6/	3763,4/
		0,865	0,738	0,753	0,713	0,679
31	Узел ул. Волховская – узел Юго-Западный ж. м	88,0/	82,4/	82,8/	84,8/	84,1/
		8531,5/	8202,6/	8384,7/	8605,4/	6875,4/
		1,047	0,987	0,998	1,022	0,955

В 2020 г. на фоне пандемии коронавируса произошло значимое сокращение пассажироперевозок по всем без исключения участкам. На некоторых из них снижение превысило 200 тыс. чел. (например, участок № 13 – снижение с 10 950,9 тыс. чел. в 2019 г. до 8 738,5 тыс. чел. в 2020 г.). Причем количество выполненных рейсов изменилось незначительно.

Как видно из табл. 1, грузонапряженность по участкам не превышает 2 млн т км бр. / (км о.п. год). Грузонапряженность свыше 1 млн т км бр. / (км о.п. год) на участках № 7, 8, 13, 18, 22–26.

### Определение периодичности капитального ремонта трамвайного пути с учетом его грузонапряженности

В случае определения потребности в проведении ремонтов на железнодорожном пути основной параметр, определяющий необходимость в капитальном ремонте, является срок службы рельсов [9, 10]. В случае трамвайных путей, несмотря на значительно меньшие нагрузки от подвижного состава, этот фактор остается неизменным. Также значительное влияние на увеличение срока службы всего пути оказывает состояние рельсовой колеи. На железнодорожном пути для восстановления рав-

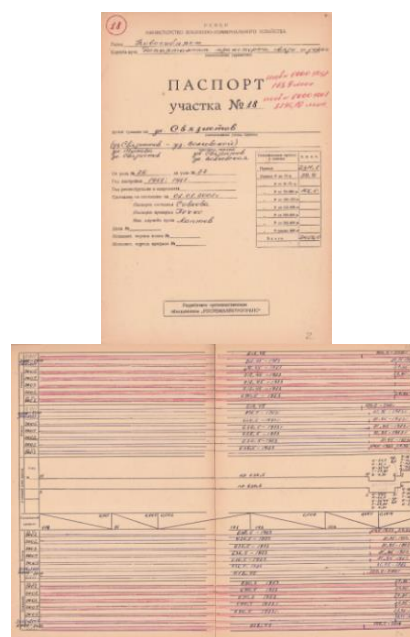
ноупругости подшпального основания проводят плано-предупредительную выправку, назначение которой определяется исходя из количества отступлений по геометрии рельсовой колеи [11, 12]. Такой вид промежуточного ремонта на исследуемом участке трамвайной сети не применяется.

Для определения периодичности проведения капитального ремонта трамвайной сети, воспользуемся табл. 2, полученной по данным из [13].

**Таблица 2.** Нормы периодичности капитальных ремонтов трамвайных путей  
**Table 2.** Rates of frequency of overall repairs of tram tracks

Характеристика конструкции		Грузонапряженность, млн т км бр./ (км о.п. год)
Рельсы и шпалы	Балластный слой	До 2 вкл.
ТВ60, шпалы деревянные	Щебень	19,5
Р50, Р65, шпалы деревянные		20
Р50, Р65, шпалы железобетонные		21

Тип рельсов, род шпал, вид балласта, конструкция пути, определялись по паспорту участка, составленному Службой пути (рис. 2) [14].



**Рис. 2.** Фрагмент паспорта участка № 18  
**Fig. 2.** Fragment of the passport of the section number 18

**Таблица 3.** Верхнее строение и средняя грузонапряженность трамвайного пути на участках  
**Table 3.** Superstructure and average load density of the tram track on the sections

№ участка	Год укладки / капитального ремонта	Тип рельсов	Род шпал	Средняя грузонапряженность, млн т км бр./ (км о.п. год)
1	1971/1993	Р65	Железобетонные	0,121
2	1967/1997		Деревянные	0,017
3	1955/1988	Р65	Железобетонные	0,672
4				
5			Деревянные	1,503
6				
7	1955/2005, 2006		1,640	
8	1995/2005			
9	1951/1975, 1986	Р65	Деревянные	0,831
10	1951/2011			
11.1	1951/1986			
11.2	1951/1998			
12	1951/1977	ТВ60	Деревянные	
13	1955/1983	Р65	Железобетонные	1,638
14	1955/1995	Р65	Железобетонные	1,002
15.1	1972/2008	Р65	Деревянные	1,002
15-2	1972/2007			
16.1	1982/1993	Р65	Железобетонные	1,002
16.2	1972/1993		Деревянные	1,336
17	1972/2003			
18	1941/1972, 1976			
19	1941/1978		Железобетонные	0,749

Окончание таблицы 3

20	1977/1978	ТВ60	Деревянные	0,749
21.1	1973/2008	P65	Деревянные	1,013
21.2	1973/2004		Железобетонные	
21.3	1973/1998		Железобетонные	
22	1941/1993	P65	Железобетонные	1,165
23.1	1941, 1967, 1968/2000	P75	Деревянные	1,283
23.2	1941, 1967, 1968/2002		Железобетонные	
24	1986/2004, 2012	P65	Железобетонные	1,102
25	1986		Железобетонные	
26	1986	P65	Железобетонные	1,102
27	1941, 1968/1997	P65	Железобетонные	0,488
28	1941, 1968/1995		Железобетонные	
29	2017		Деревянные	
30.1	1977, 1978	P65	Железобетонные, Деревянные	0,750
30.2	1977, 1978	ТВ60	Деревянные	
30.3	1977, 1978/2006	P65	Железобетонные	
31	1987		Железобетонные	1,002

В паспорте также указывается год укладки пути, реконструкции или капитального ремонта, план и продольный профиль пути.

В табл. 3 представлены основные данные, полученные при анализе паспортов. Применяются следующие сокращения: P65, P75 – рельсы железнодорожного типа, ТВ60 – желобчатые рельсы трамвайного типа.

Стоит отметить, что щебеночный балласт уложен на территории всего левобережного трамвая. Общий объем деревянных и железобетонных шпал примерно сопоставим (см. рис. 3, а). Деревянные шпалы активно продолжают применяться для укладки при выполнении капитального ремонта и в наше время ввиду их более низкой стоимости и упрощения монтажа. В то же время на грузонапряженных железнодорожных магистралях произошел переход на использование железобетонных шпал ввиду их долговечности и устойчивости.

Практически на всех участках уложен железнодорожный рельс типа P65 (рис. 3, б).

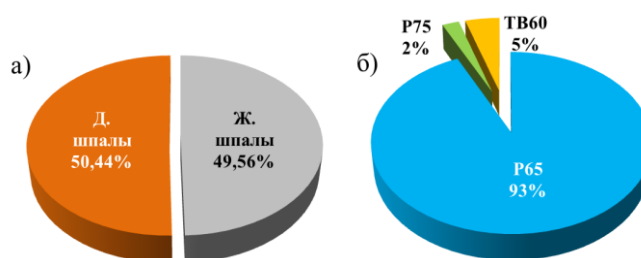
Присутствует незначительное количество рельсов других типов: рельсы P75 на участке № 23, а также рельсы трамвайного профиля ТВ60 – № 12, 20 и 30.

Такие участки выделяются неудовлетворительной балльностью, причиной которой также служат рельсы. Рельс ТВ ввиду своей желобчатой формы имеет узкое соединение между губкой и головкой рельса, которое обламывается, такие рельсы менее долговечные.

Периодичность капитального ремонта также может изменяться в зависимости от местных условий. Их учет производится путем изменения исходной нормы следующим образом:

- у бесстыкового пути увеличение на 20 %;
- для участков с уклонами более 0,035 ‰ уменьшение на 20 %;
- для участков с необособленным дорожным полотном уменьшение на 20 %, на перекрестках – на 30 % [13].

В [15–17] требования периодичности ремонтов трамвайного пути отсутствуют.



**Рис. 3.** Род шпального основания (а) и типы рельсов (б) в левобережной части  
**Fig. 3.** The type of the sleeper base (a) and the types of rails (b) in the left-bank part

В табл. 4 учитывается наличие местных условий, влияющих на периодичность проведения капитального ремонта на каждом из участков, установлена нормативная периодичность.

Из табл. 4 видно, что бесстыковой путь уложен на следующих участках № 8 (2005 г.), 15 (2007 и 2008 г.), 21 (от узла Вертковская до пересечения с ул. Серафимовича) (2008 г.).

Продольный уклон более 0,035 ‰ присутствует лишь на нескольких участках: по ул. Сибириков-Гвардейцев на трех участках: № 15 (от о. п. Зональный институт до кривой ул. Ватутина), 21 (от ул. Станиславского до узла ЛТД) и 22. Данные участки требуют особого внимания в связи со своим повышенным износом.

**Таблица 4.** Местные условия и периодичность капитального ремонта трамвайных путей  
**Table 4.** Local conditions and frequency of overall repair of tram tracks

№ участка	Наличие местных условий			Установленная периодичность проведения капитального ремонта, лет
	Необособленное полотно с дорожным покрытием	Продольный уклон более 0,035 ‰	Бесстыковой путь на всем протяжении участка	
1	–	–	–	21
2	–	–	–	20
3	+	–	–	16,8
4	+	–	–	16,8
5	+	+	–	12
6	+	–	–	16
7	+	+	–	12
8	+	+	+	14
9	+	–	–	16
10	–	–	–	20
11.1	+	–	–	16,8
11.2	–	–	–	21
12	–	–	–	19,5
13	–	–	–	21
14	–	–	–	21
15.1	–	–	+	22
15.2	–	+	+	18
16.1	+	–	–	16,8
16.2	–	–	–	21
17	+	–	–	16
18	–	–	–	20
19	–	–	–	21
20	–	–	–	19,5
21.1	–	–	+	22
21.2	–	–	–	20
21.3	–	+	–	16,8
22	–	+	–	16,8
23.1	–	–	–	20
23.2	–	–	–	21
24	–	–	–	21
25	–	–	–	21
26	–	–	–	21
27	–	–	–	21
28	–	–	–	21
29	–	–	+	24
30	–	–	–	19,5
31	–	–	–	21



Продолжительность эксплуатации сверх установленного нормативного срока отражена на рис. 4.

На участках с наибольшим сверхнормативным сроком эксплуатации – № 12 (24,5 года), 30 (24 года), 20 (23,5 года) – капитальный ремонт должен быть проведен в первую очередь.

Как видно из рис. 5, в Новосибирске капитальный ремонт трамвайных путей в последние 5 лет не проводился (лишь в 2021 г. начат капитальный ремонт участка правобережной сети протяженностью 2,5 км). В первую очередь это обусловлено тем, что накапливающиеся дефекты элементов верхнего строения и отклонения в геометрии колеи устраняются в ходе проведения повышенных объемов текущего ремонта.

Для сравнения на рис. 5 приведена потребность в проведении капитального ремонта по данным Службы пути. Исходя из данных на графике, протяженность участков, требующих ремонта по всей городской сети составляет 52 км. Это значение, судя по всему, будет меньше установленного с помощью норматива, так, как

только по левобережной части сети в данном исследовании участков со сверхнормативным сроком эксплуатации определено в размере 46,74 км. Такая разница, судя по всему, обусловлена различными подходами к определению участков, требующих ремонта. В первом случае потребность, вероятно, определяется исходя из оценки технического состояния пути – балловой оценки по участкам. Балловая оценка улучшается в результате выполнения повышенного объема текущих работ, как уже было сказано [13, 18].

### Заключение

1. Общая протяженность левобережной сети – 83,65 км, за пять лет выполнено 1,08 млн рейсов, перевезено 59,9 млн пассажиров. Наиболее нагруженные участки – узел Вертовская – кривая ул. Покрышкина и узел Карла Маркса – кривая ул. Покрышкина – 160,5 тыс. рейсов эксплуатируемыми. В то же время в 2020 г. произошло резкое снижение пассажироперевозок по всем участкам, на некоторых – до 200 тыс. чел. Средняя грузонапряженность

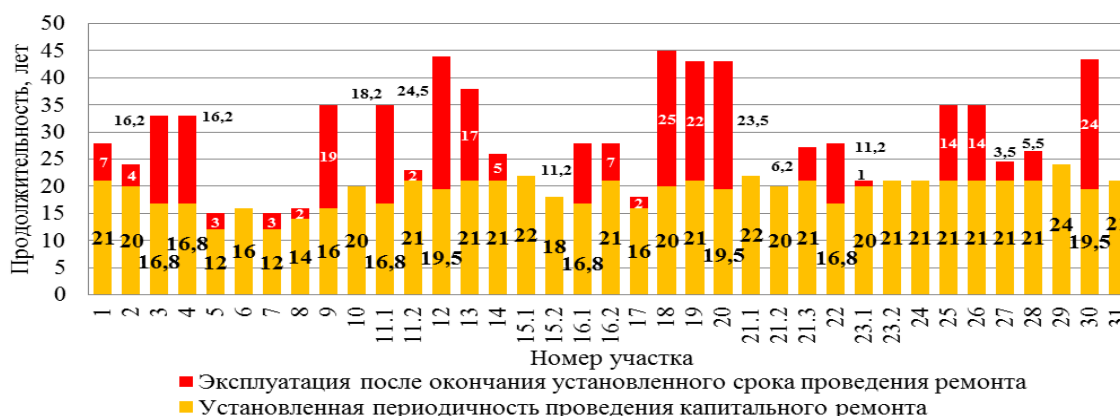


Рис. 4. Установленная периодичность капитального ремонта, эксплуатация после окончания срока

Fig. 4. The established frequency of overall repair, operation after the end of the period



Рис. 5. Динамика объемов проведения капитального ремонта трамвайных путей в 2003–2020 гг.

Fig. 5. Dynamics of the volume of overall repair of tram tracks in 2003–2020

за пять лет по участкам находится в интервале 0,017–1,749 млн т км бр. / (км о.п. год).

2. В большинстве случаев в путь уложен железнодорожный рельс типа Р65 (93 % от общего объема). Также, применяются рельсы Р75 – 2 % и трамвайные ТВ60 – 5 %. На всем протяжении уложен щебеночный балласт. Объем уложенных деревянных и железобетонных шпал примерно сопоставим (50,44 и 49,56 % соответственно).

3. На многих участках (всего 46,74 км пути) наблюдается сверхнормативный срок эксплуатации пути. На некоторых участках, исхо-

дя из рекомендаций нормативного источника, ремонт надо было проводить 25 лет назад.

4. Если исходить из критерия назначения капитального ремонта по текущему техническому состоянию – балловой оценке, то количество участков, требующих ремонта, становится меньше, но за счет значительно увеличившегося объема текущих работ. Данный подход применяется ввиду недостаточного финансирования капитальных работ и не отменяет, а несколько отдалает момент выхода из строя значительной части элементов верхнего строения пути, когда капитальный ремонт станет неизбежен.

### Список литературы

1. Золотой век трамвая. Новосибирск : Горэлектротранспорт, 2014. 48 с.
2. Пунцуль И.О., Шахтарина И.А. 70 лет новосибирскому трамваю. Новосибирск : Сета, 2004. 119 с.
3. Новосибирский «Горэлектротранспорт» // ГЭТ : сайт. URL: <http://www.get-nsk.ru/about/> (дата обращения: 26.06.2021).
4. Коссой Ю.М. Рельсовые пути трамваев и внутризаводских дорог. М. : Транспорт, 1987. 296 с.
5. Садиков О.Н. Трамвайные пути. Устройство, ремонт и содержание. М. : Транспорт, 1976. 176 с.
6. Овечников Е.В. Рельсовые пути трамваев и внутризаводских дорог. М. : МХК РСФСР, 1968. 400 с.
7. Науменко В.С. Ремонт и содержание трамвайного пути. М. : Стройиздат, 1964. 191 с.
8. Трамвай модели 62103 // АВТОТЕХКОМ : сайт. Минск : «Штадлер Минск». 2 с. URL: Минск : [http://www.mazbus.ru/pdf/stadler/Tram\\_62103%20rus.pdf](http://www.mazbus.ru/pdf/stadler/Tram_62103%20rus.pdf) (дата обращения: 26.06.2021).
9. Севостьянов А.А., Величко Д.В. Основные причины отказов рельсов в процессе эксплуатации // Транспорт Урала. 2017. № 2 (53). С. 51–54.
10. Величко Д.В., Севостьянов А.А., Антерейкин Е.С. Оценка надежности рельсов на участках Транссибирской магистрали // Вестн. Сиб. гос. ун-та путей сообщ. 2019. № 1 (48). С. 5–11.
11. Севостьянов А.А., Величко Д.В., Рошка В.В. Оценка эксплуатационных показателей работы железнодорожного пути в зависимости от конструкции промежуточных рельсовых креплений // Вестн. Сиб. гос. ун-та путей сообщ. 2019. № 3 (50). С. 23–30.
12. Севостьянов А.А., Величко Д.В. Увеличение срока службы бесстыкового пути на участках с пропуском сверхнормативного тоннажа // Электротехнические комплексы и системы : материалы 54-й Междунар. науч. студ. конф. МНСК-2016. Новосибирск, 2016. С. 34.
13. О проведении планово-предупредительных ремонтов трамвайных путей : положение утв. приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства РСФСР 21.10.1986 г. № 451. М. : Отдел науч.-техн. информ. АКХ, 1986. 26 с.
14. Паспорт участка путей трамвая : разработано производственным объединением «РОСРЕМЭЛЕКТРОТРАНС». Новосибирск: РСФСР Министерство жилищно-коммунального хозяйства.
15. Правила технической эксплуатации трамвая : утв. распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 30.11.2001 г. № АН-103-р. М., 2001. 46 с.
16. СП 98.13330.2018. Трамвайные и троллейбусные линии : утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации от 20 ноября 2018 г. № 735/пр. М. : Стандартиформ, 2018. 87 с.
17. СП 84.13330.2018. Трамвайные пути. Актуализированная редакция СНиП Ш-39-76 : утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации от 16 декабря 2016 г. № 958/пр. М. : Стандартиформ, 2016. 36 с.
18. Инструкция по техническому содержанию трамвайных путей : утв. приказом президента концерна «Росгорэлектротранс» Л. А. Пещеровым от 30.12.1992. № 116. М., 1992. 95 с.

### References

1. Zolotoy vek tramvaya [The golden age of the tram]. Novosibirsk: Gorelectrotransport, 2014. 48 p.
2. Punzul I.O., Shachtarina I.A. 70 let novosibirskomy tramvaju [70 years of the Novosibirsk tram]. Novosibirsk: OOO «Kompaniya «Seta» Publ., 2004. 119 p.
3. Novosibirskij «Gore'lektrotransport» [Elektronnyj resurs]. Novosibirsk. URL: <http://www.get-nsk.ru/about/> (Accessed: June 26, 2021).
4. Kossoj Yu.M. Rel'sovy'e puti tramvaev i vntrizavodskix dorog: Uchebnik dlya tekhnikov [Tramways and internal plant tracks]. Moscow: Transport Publ., 1987. 296 p.
5. Sadikov O.N. Tramvajny'e puti. Ustrojstvo, remont i sodержanie [Tram rails. Device, repair and maintenance]. Moscow: Transport Publ., 1976. 176 p.

6. Ovechnikov E.V. Rel'sovy'e puti tramvaev i vnutrizavodskikh dorog [Tramways and internal plant tracks]. Moscow: MXK RSFSR, 1968. 400 p.
7. Naumenko V.S. Remont i sodержanie tramvajnogo puti : uchebnoe posobie [Repair and maintenance of the tram track: a tutorial]. Moscow: Strojizdat Publ., 1964. 191 p.
8. Tramvaj modeli 62103 [Tram models 62103]. Minsk: OAO «Shtadler Minsk». 2 p.
9. Sevost'yanov A.A., Velichko D.V. Osnovny'e prichiny`otkazov rel'sov v processe e`kspluatacii [The main reasons for rail failures during operation]. *Transport Urala [Transport of the Urals]*. 2017, No. 2 (53), pp. 51–54.
10. Velichko D.V., Sevost'yanov A.A., Anterejkin E.S. Ocenka nadezhnosti rel'sov na uchastkakh Transsibirskoy magistrali [Assessment of the reliability of rails on the sections of the Trans-Siberian Railway]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya [Bulletin of the Siberian Transport University of Railways]*. 2019, No. 1 (48), pp. 5–11.
11. Sevost'yanov A.A., Velichko D.V., Roshka V.V. Ocenka e`kspluacionnykh pokazateley raboty`zheleznodorozhnogo puti v zavisimosti ot konstrukcii promezhutochnykh rel'sovykh skrepleny [Evaluation of the operational performance of the railway track depending on the design of intermediate rail fastenings]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya [Bulletin of the Siberian Transport University of Railways]*. 2019, No. 3 (50), pp. 23–30.
12. Sevost'yanov A.A., Velichko D.V. Uvelichenie sroka sluzhby`bessty`kovogo puti na uchastkakh s propuskom sverxnormativnogo tonnazha [Increasing the service life of a continuous welded track on sections with oversized tonnage passing]. *Materialy`54-j Mezhdunarodnoj nauchnoj studencheskoj konferencii MNSK-2016 «E`lektrotexnicheskie komplekсы`i sistemy» [Materials of the 54th International Scientific Student Conference ISSC-2016 "Electrical Complexes and Systems"]*. Novosibirsk: NGU Publ., 2016. p. 34.
13. Polozhenie «O provedenii planovo-predupreditel'nykh remontov tramvajnykh putej» [Regulations «On scheduled preventive maintenance of tramways»]. Moscow: Department of scientific and technical information AKH, 1986. 26 p.
14. Pasport uchastka putej tramvaya [Passport of the tram track section]. Novosibirsk: RSFSR Ministry of Housing and Communal Services.
15. Pravila texnicheskoy e`kspluatacii tramvaya [Tram technical operation rules]. Moscow, 2001. 46 p.
16. SP 98.13330.2018 Tramvajnie i trollejbusnie linii [SP 98.13330.2018 Tram and trolleybus lines]. Moscow: Standartinform, 2016. 36 p.
17. SP 84.13330.2018 Tramvajnye puti. Aktualizirovannaya redakciya SNiP Sh-39-76 [SP 84.13330.2018 Tram rails. Updated edition of SNiP Sh-39-76:]. Moscow: Standartinform, 2016. 36 p.
18. Instrukciya po texniceskomu sodержaniyu tramvajnykh putej: utv. prikazom prezidenta koncerna «Rosgorelektrotrans» L. A. Peshherovy`m ot 30.12.1992 g. № 116 [Instructions on the technical maintenance of tram tracks: approved by order of the President of the concern «Rosgorelectrotrans» L.A. Pescherov dated December 30, 1992, No. 116]. Moscow, 1992. 95 p.

#### Информация об авторах

**Федосов Артемий Дмитриевич** – аспирант кафедры пути и путевого хозяйства, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, e-mail: Artemy38@yandex.ru.

**Антерейкин Евгений Сергеевич** – канд. техн. наук, доцент кафедры пути и путевого хозяйства, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, e-mail: Antereykines@sgups.stu.ru.

#### Information about the authors

**Artemij D. Fedosov** – Post-Graduate Student of Department Path and track facilities, Siberian Transport University, Novosibirsk, e-mail: Artemy38@yandex.ru.

**Evgeniy S. Anterejkin** – Ph.D. in the Engineering Sciences, Associate Professor of the Department Path and track facilities, Siberian Transport University, Novosibirsk, e-mail: Antereykines@sgups.stu.ru.