

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский государственный университет путей  
сообщения»  
(ФГБОУ ВО «УрГУПС»)

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

Отчет

по лабораторным работам по дисциплине:  
«Основы теории надежности»

Проверил  
доцент, к.т.н.  
Окулов Н.Е.

Выполнил  
ст. гр. ЭД-359  
Черемных Р.Д.

Екатеринбург 2022

## Исходные данные

### Лабораторная работа 1:

3	88	173	250	314	398	524	614
14	89	175	256	320	400	526	615
15	90	187	262	321	403	544	619
16	94	201	264	329	429	547	620
26	101	204	264	334	430	554	624
29	105	212	265	334	433	555	625
35	111	214	269	335	437	568	646
36	125	220	278	343	439	574	647
65	127	233	290	345	441	574	651
68	135	233	291	351	448	585	655
68	148	239	291	357	449	595	657
69	149	241	292	363	451	598	663
69	151	243	295	363	454	602	664
77	153	243	302	367	466	605	673
79	159	244	302	374	485	606	697
86	159	246	303	377	491	608	698
87	168	248	306	396	503	608	700
88	169	249	308	398	520	612	706

### Лабораторная работа 2:

Стрелка для закрытия: 307

### Лабораторная работа 3:

Пути для закрытия: 1, 2, 3 парк НПО

## Основная часть.

1. Найдем величину интервала:

Полученные в качестве исходных данных материалы статистики группируются и распределяются по интервалам. Количество интервалов  $K$  должно быть не меньше 7-8. Величина интервала группирования определяется по формуле

$$\Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{K}$$

где  $X_{max}$  – максимальное значение случайной величины в выборке,  
 $X_{min}$  – минимальное значение случайной величины.

$K$  – случайное число

Величина интервала	
$\Delta X =$	65,5

2. Далее формируется таблица 1.

Номер интервала	Границы интервала	Середины интервалов	Количество попаданий в интервал
1	3 68,5	35,75	11
2	68,5 134	101,25	16
3	134 199,5	166,75	12
4	199,5 265	232,25	20
5	265 330,5	297,75	17
6	330,5 396	363,25	13
7	396 461,5	428,75	14
8	461,5 527	494,25	7
9	527 592,5	559,75	8
10	592,5 658	625,25	19
11	658 723,5	690,75	11
12	723,5 789	756,25	15
13	789 854,5	821,75	12
14	854,5 920	887,25	10
15	920 985,5	952,75	13

3. Определяются числовые характеристики распределения случайной величины X.

$$X_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^k \frac{\bar{X}_i m_i}{N}$$

Среднее значение	
X <sub>ср</sub> =	476,39

4. Среднее квадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{K}{K-1} \left( \sum_{i=1}^K \frac{\bar{X}_i^2 m_i}{N} \right) - X_{\text{ср}}^2}$$

Среднее квадратическое отклонение	
σ =	318,06

5. Коэффициент вариации

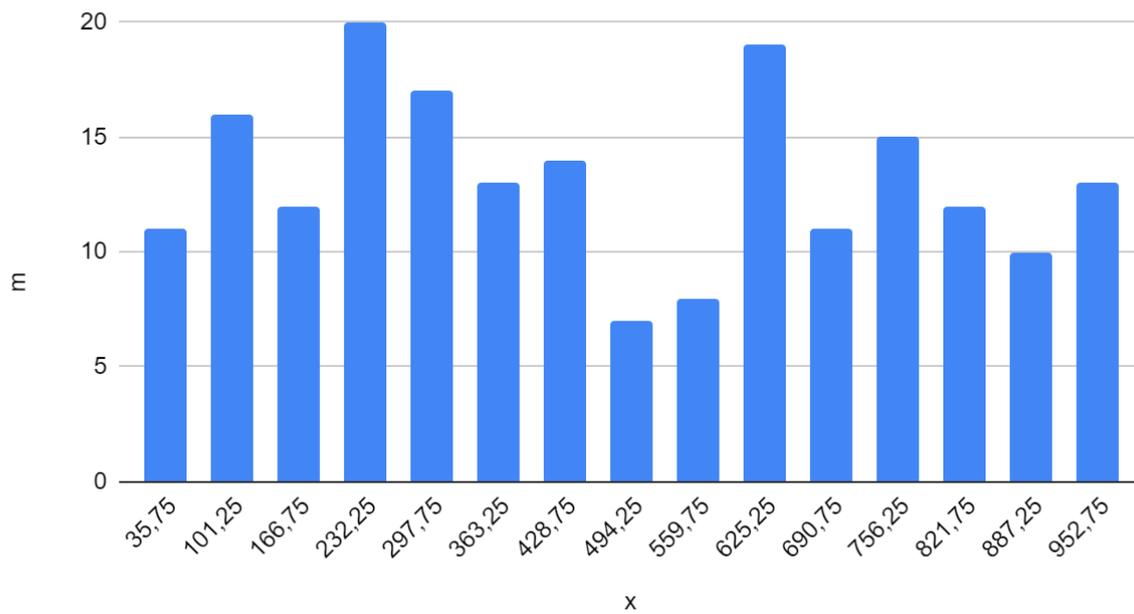
$$V = \frac{\sigma}{X_{\text{ср}}}$$

Коэффициент вариации	
V =	0,67

Гистограмма распределения экспериментальных данных и описывающего их кривой закона распределения представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. – Гистограмма распределения случайной величины

т относительно параметра "х"



Равномерное распределение	Уровень значимости $\alpha = 0,05$	
число параметров $p = 2$	Критические точки распределения	
Число степеней свободы $r = 12$	$\chi^2 =$	22,4

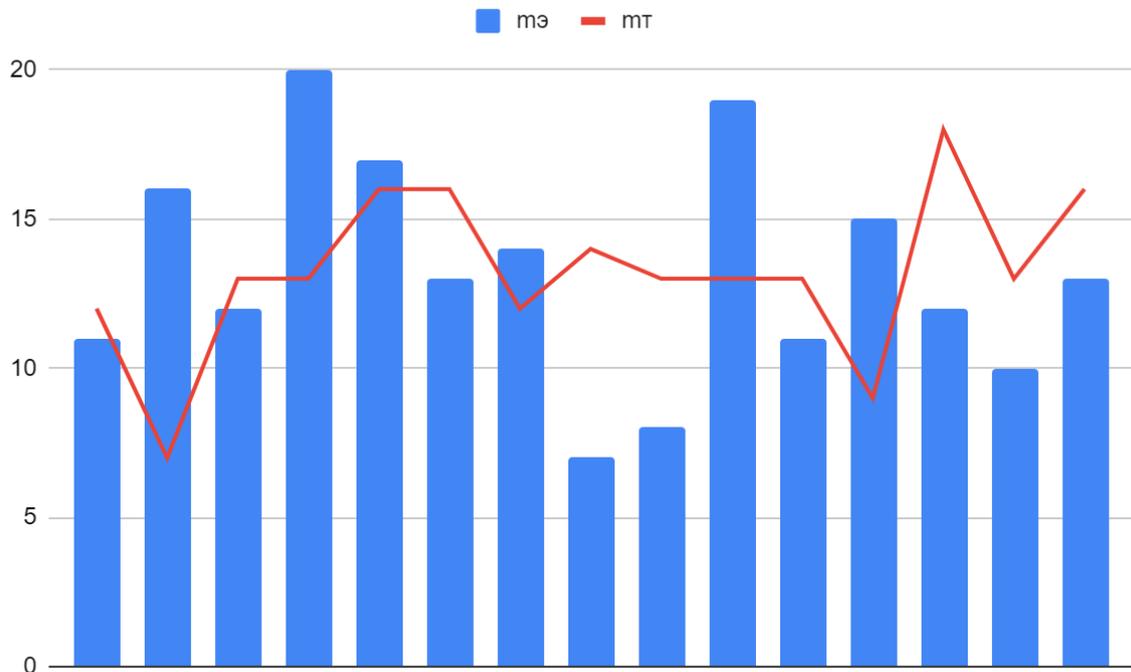
## 6. Теоретические значения

4	132	212	309	367	464	543	652	728	825	910
5	135	214	314	368	470	544	652	730	833	914
13	139	219	316	375	472	549	664	760	834	916
15	142	225	321	380	476	553	669	768	835	926
17	149	230	325	393	483	561	671	769	838	934
25	153	230	325	395	484	564	682	777	846	936
40	158	232	326	401	484	566	685	780	849	938
40	165	248	330	401	486	579	688	789	861	939
53	177	259	330	402	497	596	690	793	868	940
62	178	266	336	403	500	608	691	794	869	948
67	184	274	339	406	500	613	703	795	872	951
67	190	280	345	409	515	614	711	795	879	964
96	192	283	346	413	524	627	713	799	879	972
104	197	284	350	417	525	629	713	807	881	975
117	205	287	352	423	526	643	719	814	882	977
119	207	295	359	425	527	648	719	814	902	978
124	207	295	365	431	527	649	722	815	902	980
124	211	307	365	462	530	650	727	823	903	980

Номер интервала	Границы интервала	Середины интервалов	Количество попаданий в интервал
1	4 69,1	36,55	12
2	69,1 134,2	101,65	7
3	134,2 199,3	166,75	13
4	199,3 264,4	231,85	13
5	264,4 329,5	296,95	16
6	329,5 394,6	362,05	16
7	394,6 459,7	427,15	12
8	459,7 524,8	492,25	14
9	524,8 589,9	557,35	13
10	589,9 655	622,45	13
11	655 720,1	687,55	13
12	720,1 785,2	752,65	9
13	785,2 850,3	817,75	18
14	850,3 915,4	882,85	13
15	915,4 980,5	947,95	16

Величина интервала	
$\Delta X =$	65,1

Рисунок 1. – Гистограмма распределения случайной величины



Критерий пирсона:  $\chi^2 = 32,2$

Критерий пирсона(табличное значение):  $\chi^2 = 22,4$

Рассчитанный критерий пирсона больше табличного значения, это означает что выбранный закон распределения оказался неверным.

Вывод: В ходе выполнения лабораторных работ были определены среднее квадратическое отклонение (318,06), коэффициент вариации (0,67).

## Отказ группы стрелок.

### ПОТОКИ И ПРОСТОИ

Произошел отказ стрелки 307 (горловина НПО-НПФ). На рисунках 1 и 2 можно увидеть, что простой станции увеличился на 0,06

Рисунок 1 - Потоки и простои при нормальной работе станции

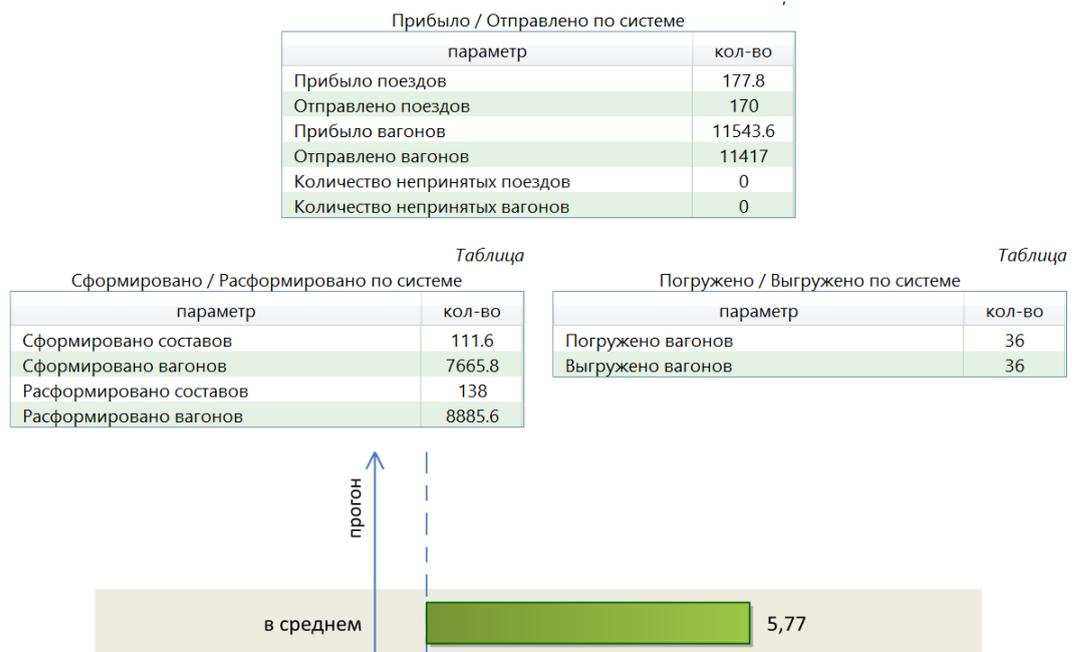


Рисунок 2 - Потоки и простои при сбое стрелки 307

Прибыло / Отправлено по системе	
параметр	кол-во
Прибыло поездов	178.1
Отправлено поездов	171.5
Прибыло вагонов	11589.2
Отправлено вагонов	11554.2
Количество непринятых поездов	0
Количество непринятых вагонов	0

Таблица

Сформировано / Расформировано по системе	
параметр	кол-во
Сформировано составов	111.7
Сформировано вагонов	7697.7
Расформировано составов	137.7
Расформировано вагонов	8884

Таблица

Погружено / Выгружено по системе	
параметр	кол-во
Погружено вагонов	30
Выгружено вагонов	30



Прибыло поездов 177 и не принятых по 0, при отказе прибыло поездов 178 и не принятых по 0, сбой не повлиял на работу станции в целом.

Рисунок 3 – Вагонопоток по паркам при нормальной работе станции

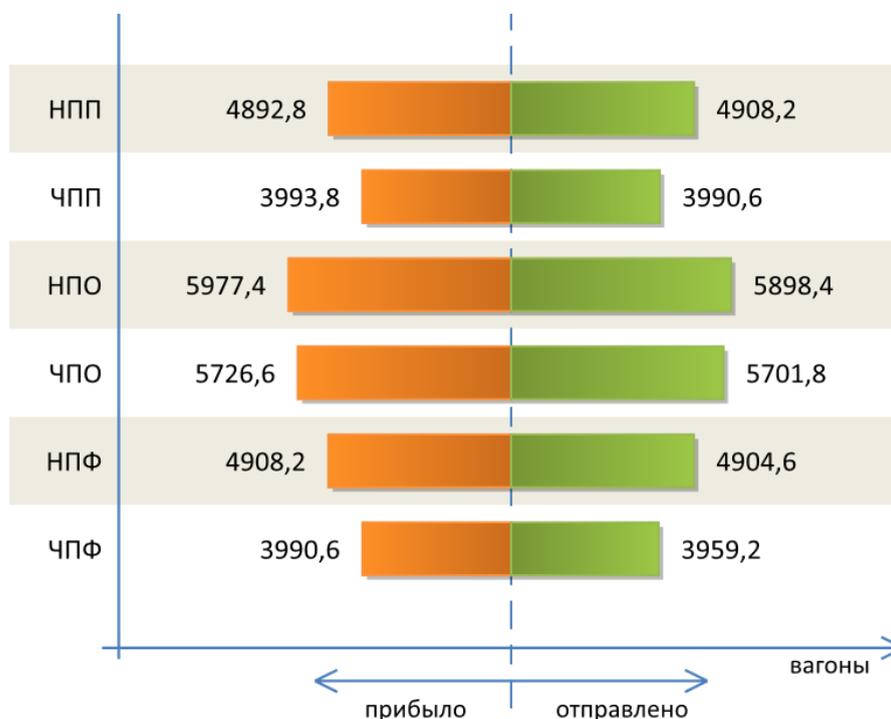
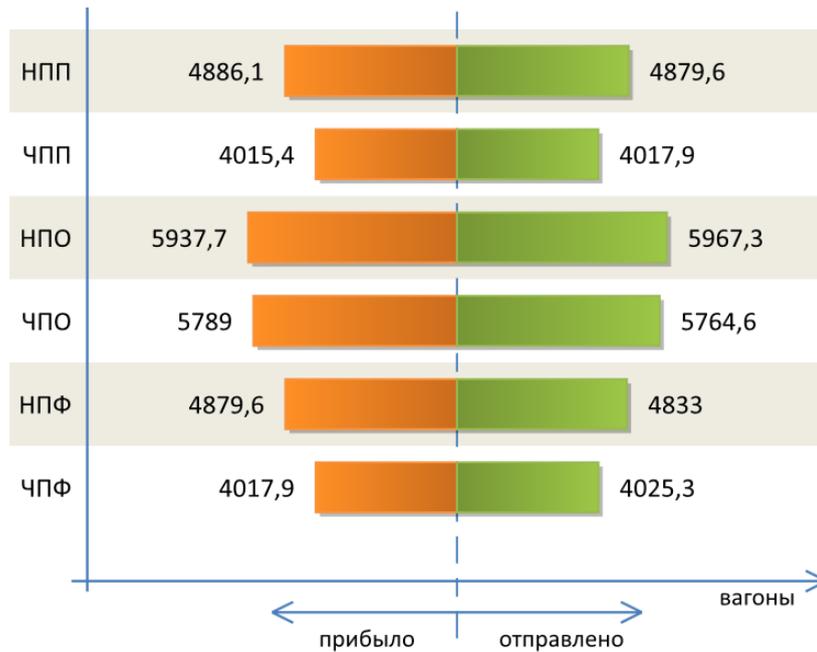


Рисунок 4 – Вагонопоток по паркам при сбое стрелки 307



По диаграмме видно что проблемы в работе стрелки 307 почти не повлияли на работу парков.

Рисунок 5 – Дополнительные показатели при нормальной работе станции



Рисунок 6 – Дополнительные показатели при сбое стрелки



Значение чуть увеличено, было некоторое влияние на станцию при сбое стрелок.(рис.5,6)

Рисунок 7 – Простой вагонов при нормальной работе станции

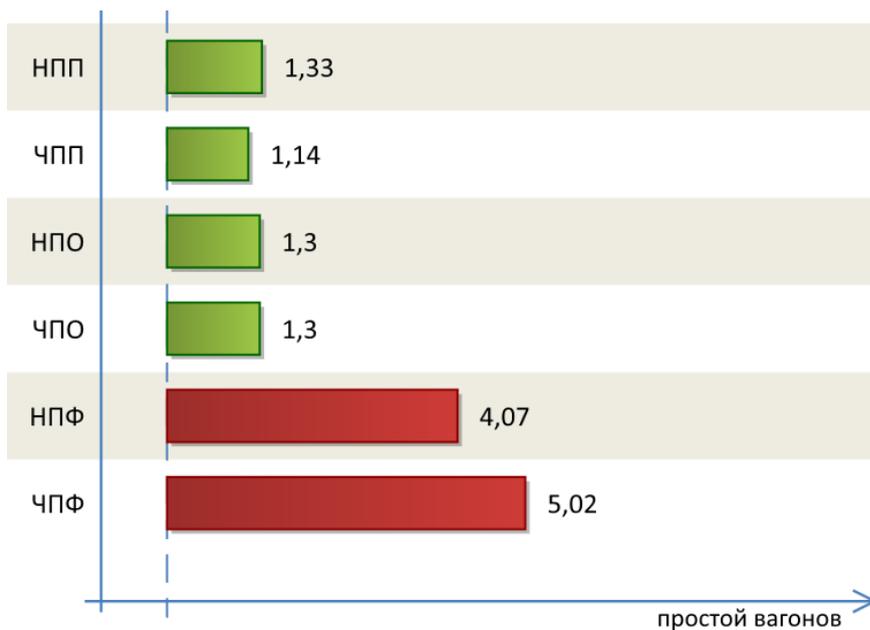
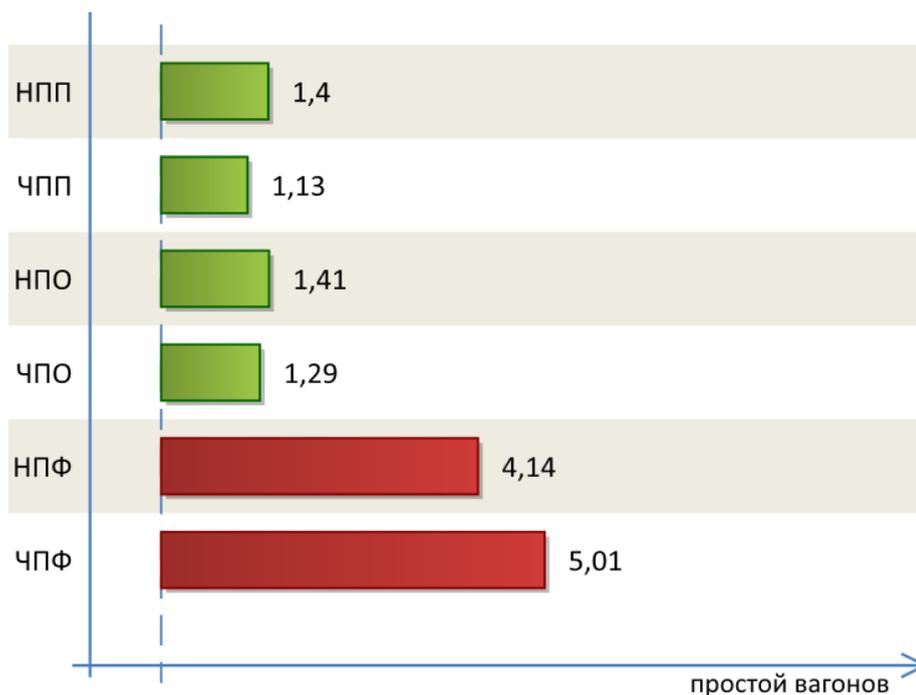


Рисунок 8 – Простой вагонов при сбое стрелки 307



Влияние отказа стрелки 307 минимально. Основные количественные показатели работы станции значительно не изменились вследствие отказа, работоспособность станции не нарушилась.

Рисунок 9 - Загрузка и задержка при нормальной работе станции



Рисунок 10 - Загрузка и задержка при неисправности стрелки 307



Стрелки влияют на работу 5 пути НПФ (рис.9,10) ,задержка уменьшилась, было некоторое влияние на станцию при сбое стрелок.

Вывод: при сбое группы стрелок станция справляется со своей работой, нагрузка на станцию не значительна, но повлияло на суммарную задержку по времени, появились задержки.

**Отказ нескольких путей.**

**ПОТОКИ И ПРОСТОИ**

Смоделировали ситуацию, где произошел технический отказ 1, 2, 3 пути нечетного парка на 2 часа. Анализируя потоки и простои (рис.11,12) простой станции незначительно увеличился (в первой серии расчетов прогон 5,77; при сбое 5,81).

Рисунок 11 - Потоки и простои при нормальной работе станции

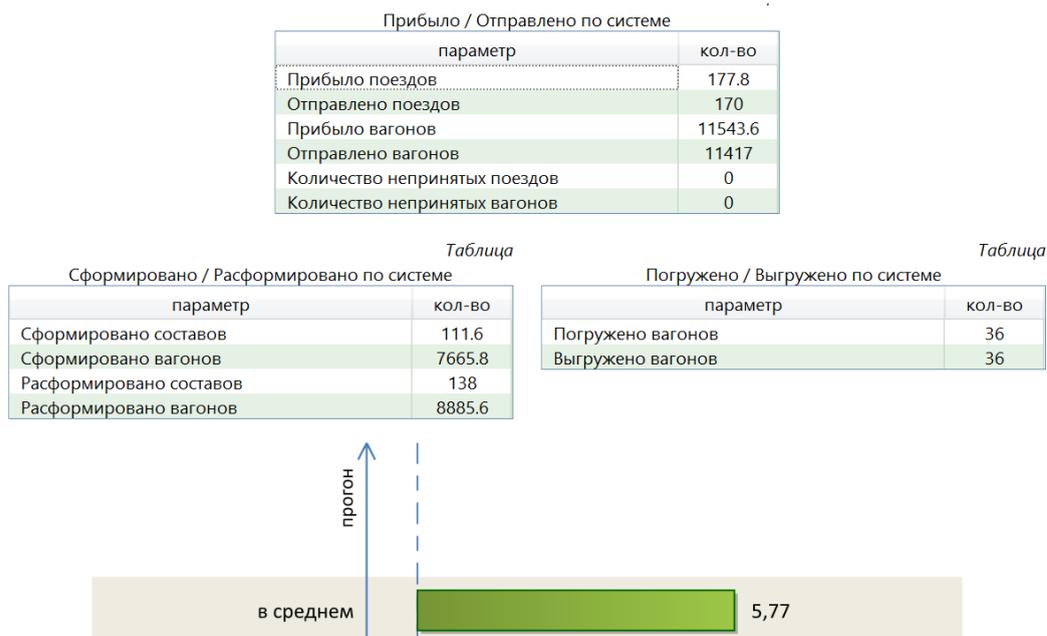
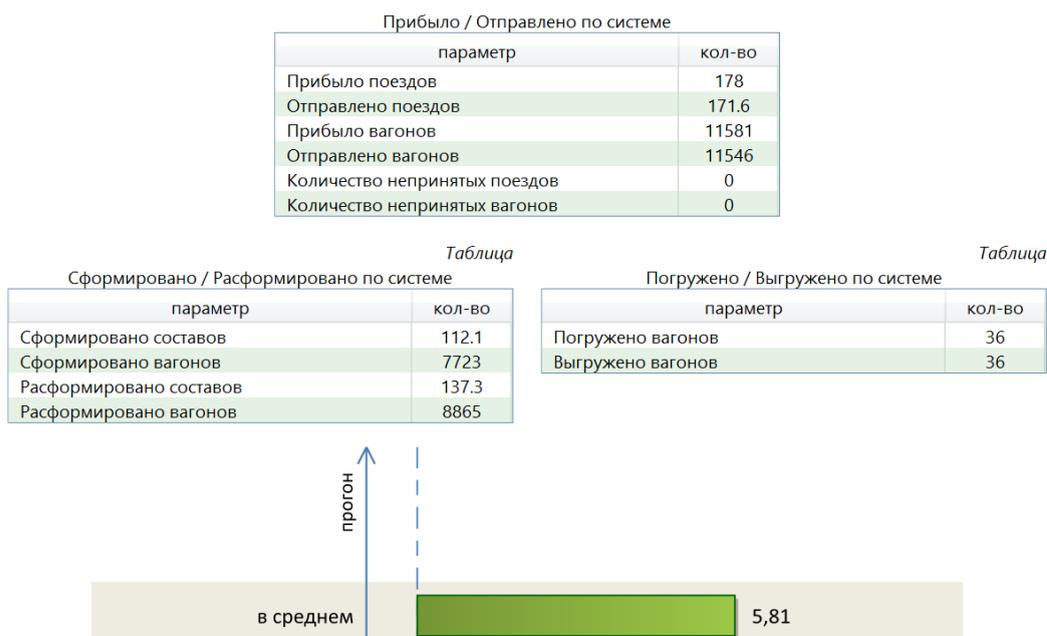


Рисунок 12 - Потоки и простои при отказе 1, 2, 3 пути



Нечетная система справляется с объемом работы, сбой не повлиял на работу станции в целом, (т.к. прибыло поездов 178 и непринятых по 0).

Рисунок 13 – Вагонопоток по паркам при нормальной работе станции

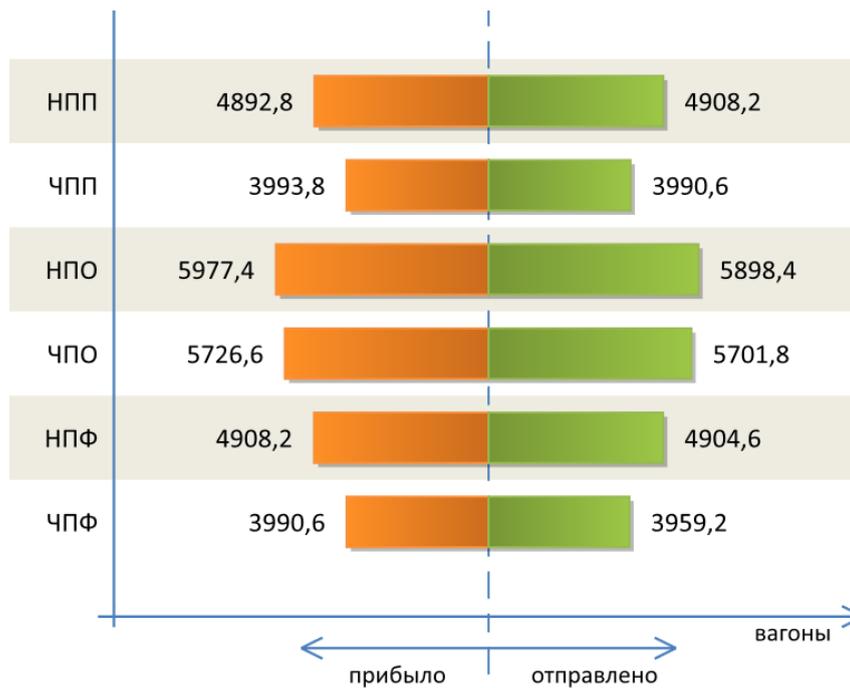


Рисунок 14 – Вагонопоток по паркам при нормальной работе станции



По диаграммам видно что проблемы в работе 1, 2, 3 пути почти не повлияли на работу парков.

Рисунок 15 – Дополнительные показатели при нормальной работе станции



Рисунок 16 – Дополнительные показатели при при сбое путей



Значение чуть увеличено, было некоторое влияние на станцию при сбое стрелок.(рис.15, 16)

Рисунок 17 – Простой вагонов при нормальной работе станции

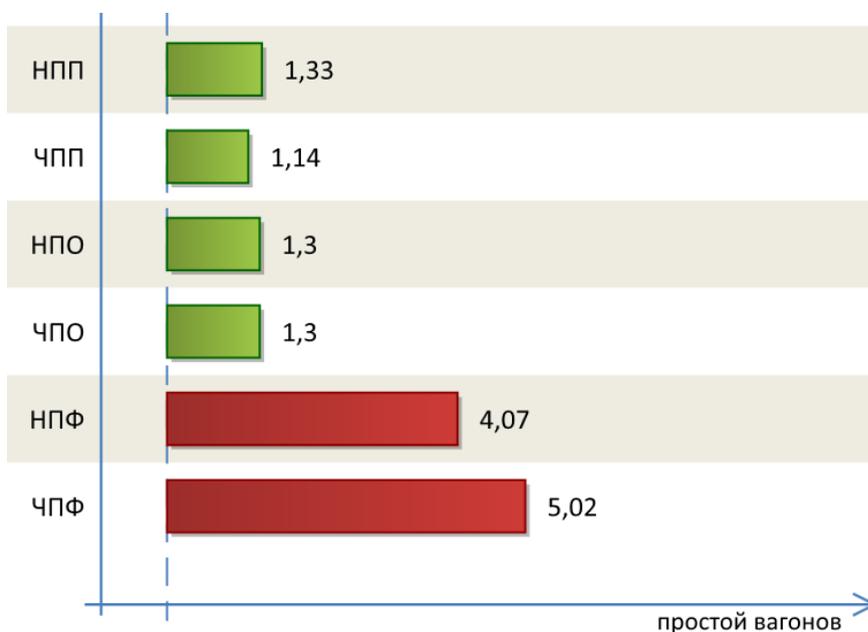
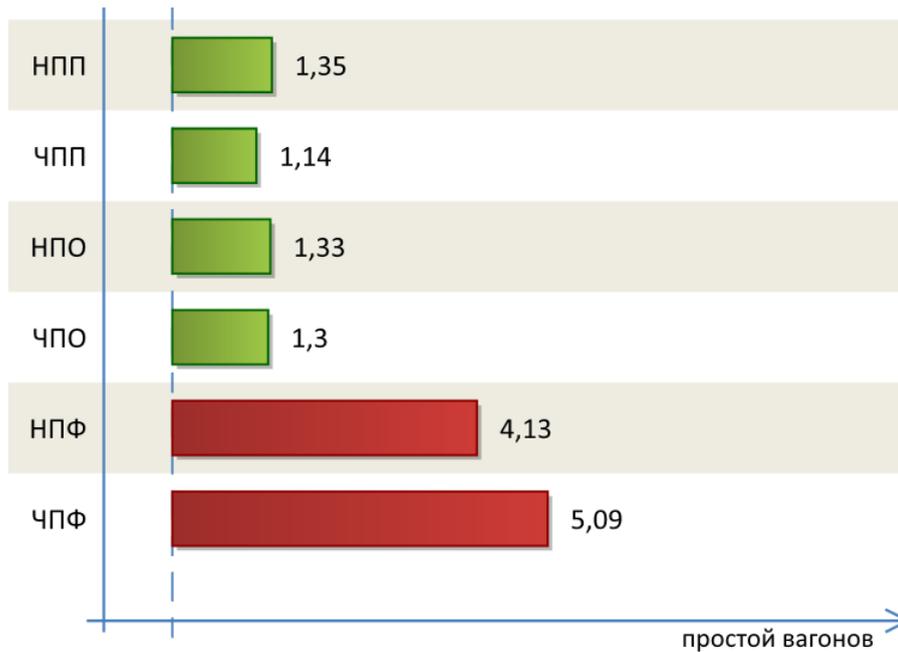


Рисунок 18 – Простой вагонов при сбое путей



Влияние отказа путей 1, 2, 3 минимально. Основные количественные показатели работы станции значительно не изменились вследствие отказа, работоспособность станции не нарушилась.

Рисунок 19 - Загрузка и задержка при нормальной работе станции



Рисунок 20 - Загрузка и задержка при неисправности путей



Задержка и загрузка неисправных путей увеличились в несколько раз.

Вывод: при сбое группы путей станция справляется со своей работой, нагрузка на станцию не значительна, но повлияло на суммарную задержку по времени, появились задержки.