

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 _{ср} = | 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

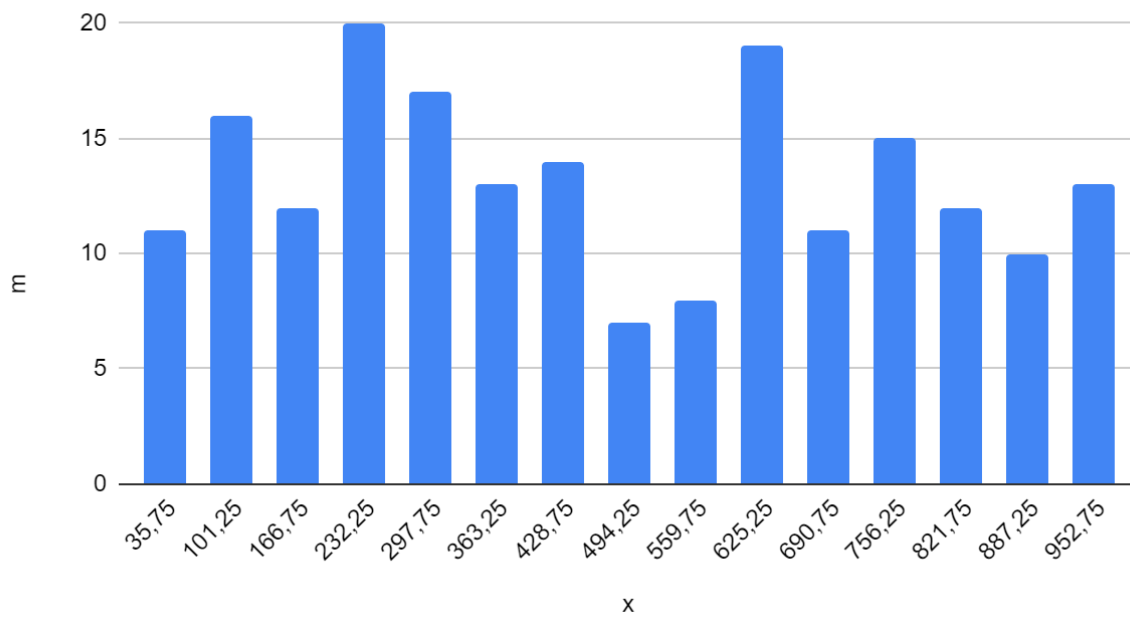
$$V = \frac{\sigma}{X_{\text{ср}}}$$

| | |
|----------------------|------|
| 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 |

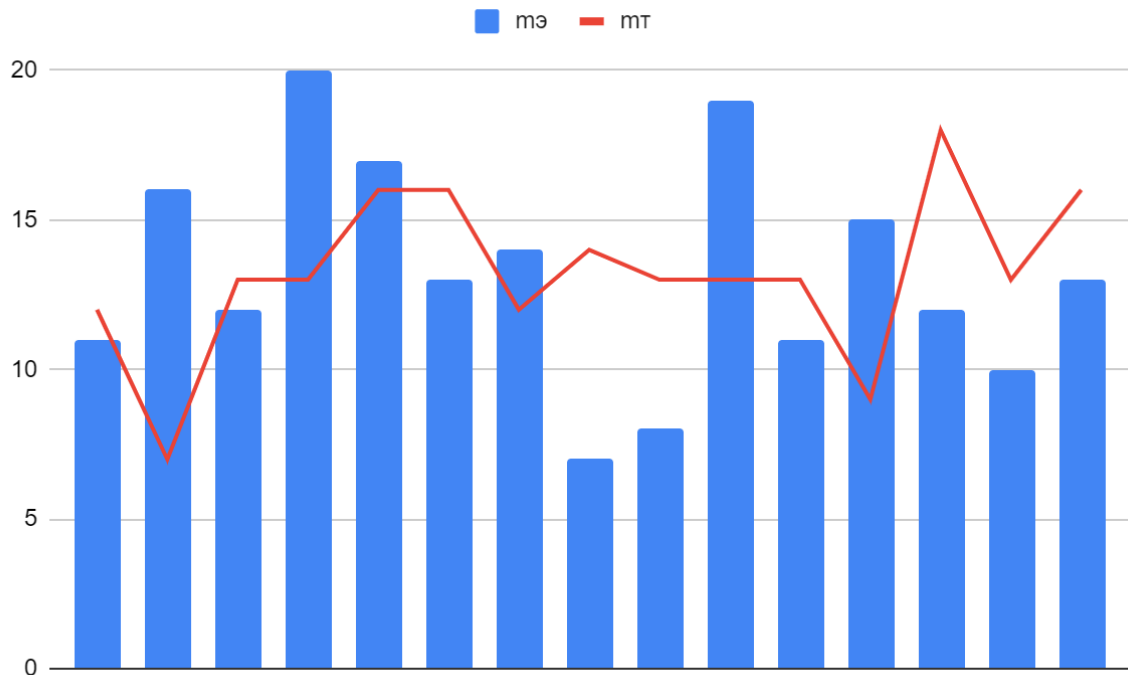
6. Теоретические значения

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 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

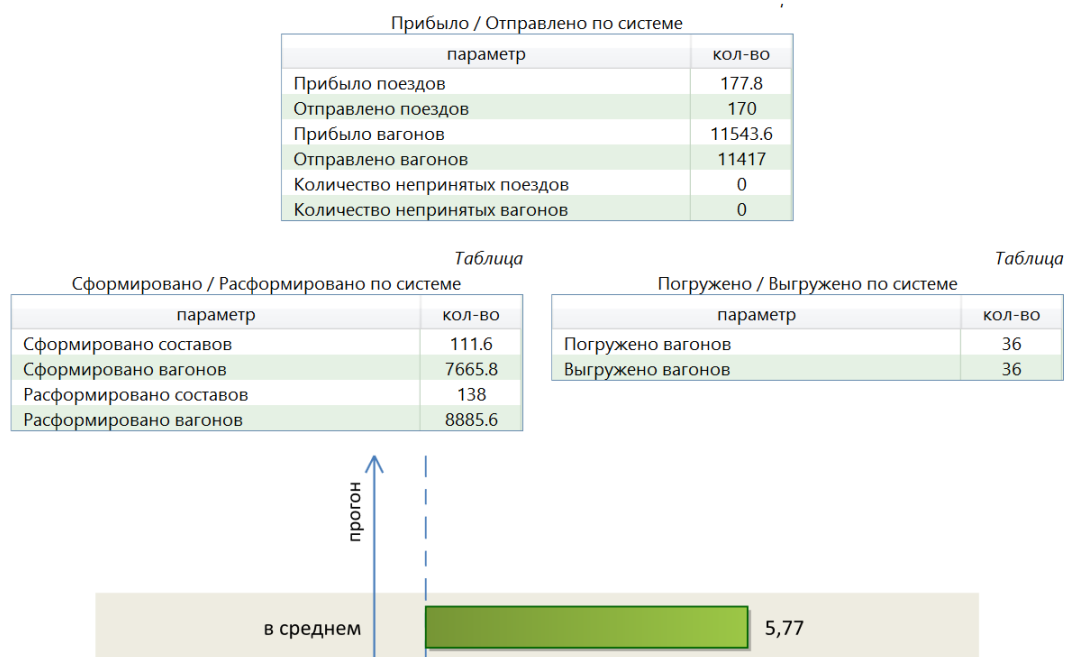


Рисунок 2 - Потоки и простои при сбое стрелки 307

| 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

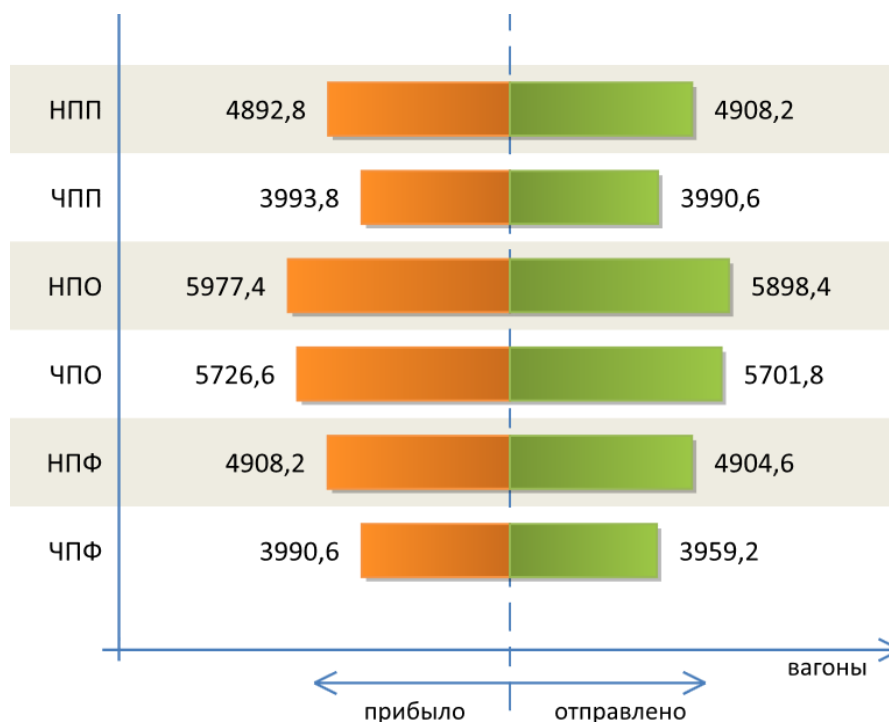
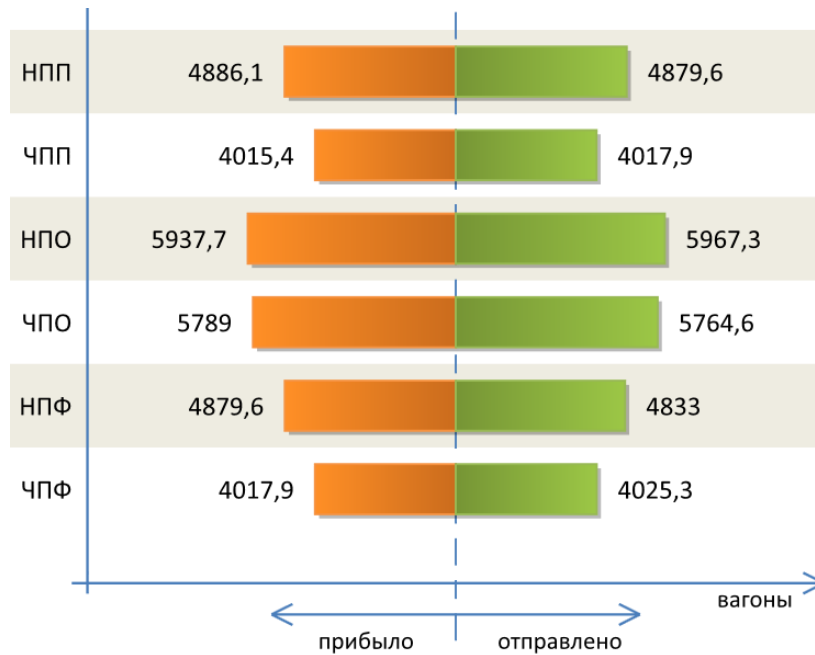


Рисунок 4 – Вагонопоток по паркам при сбое стрелки 307



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

Рисунок 5 – Дополнительные показатели при нормальной работе станции

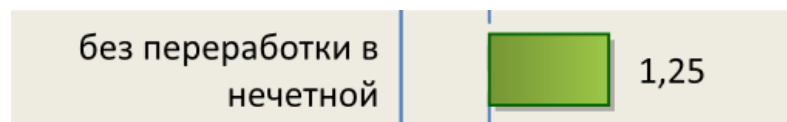
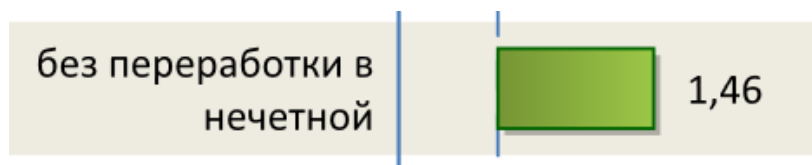


Рисунок 6 – Дополнительные показатели при сбое стрелки



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

Рисунок 7 – Простой вагонов при нормальной работе станции

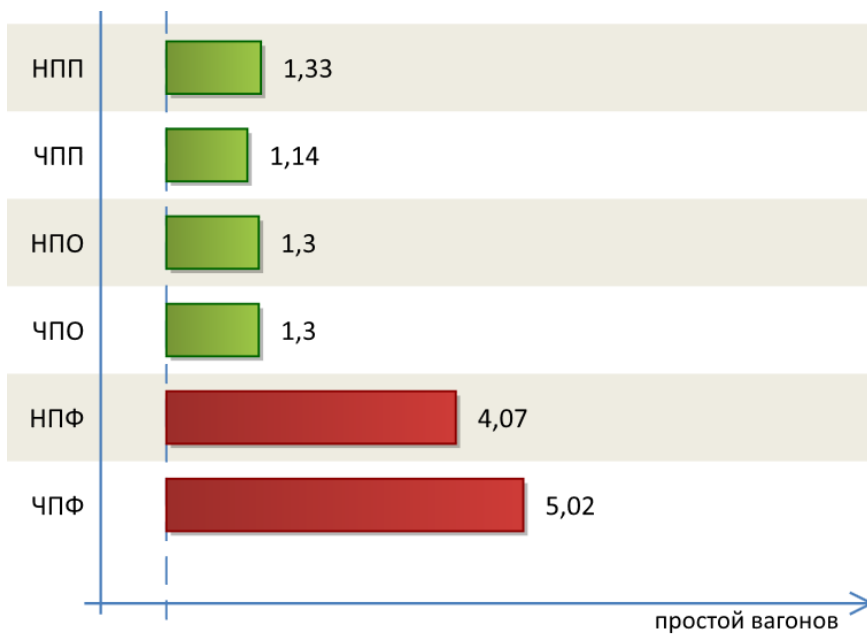
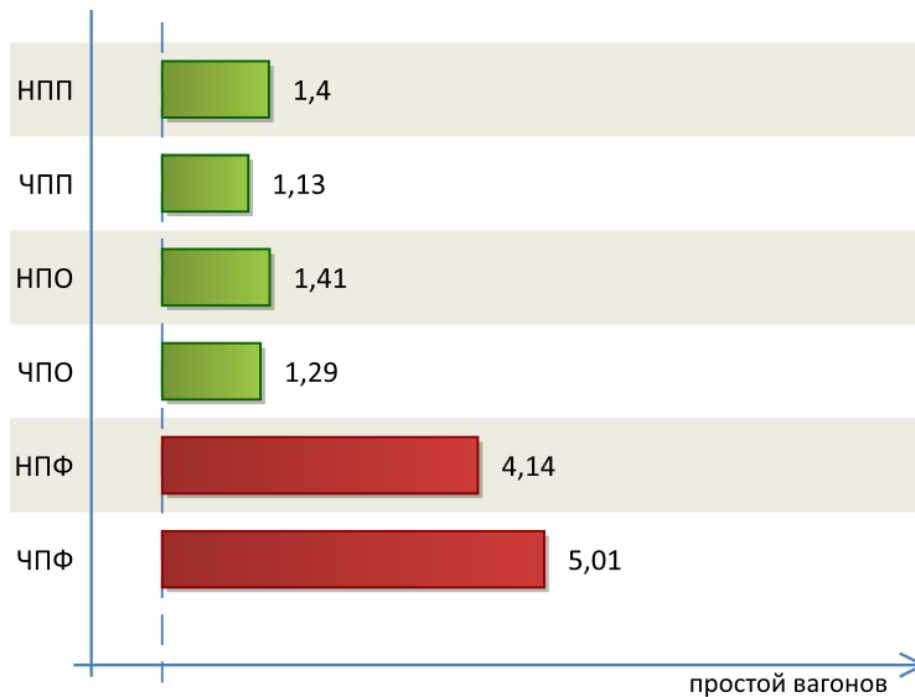


Рисунок 8 – Простой вагонов при сбое стрелки 307



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

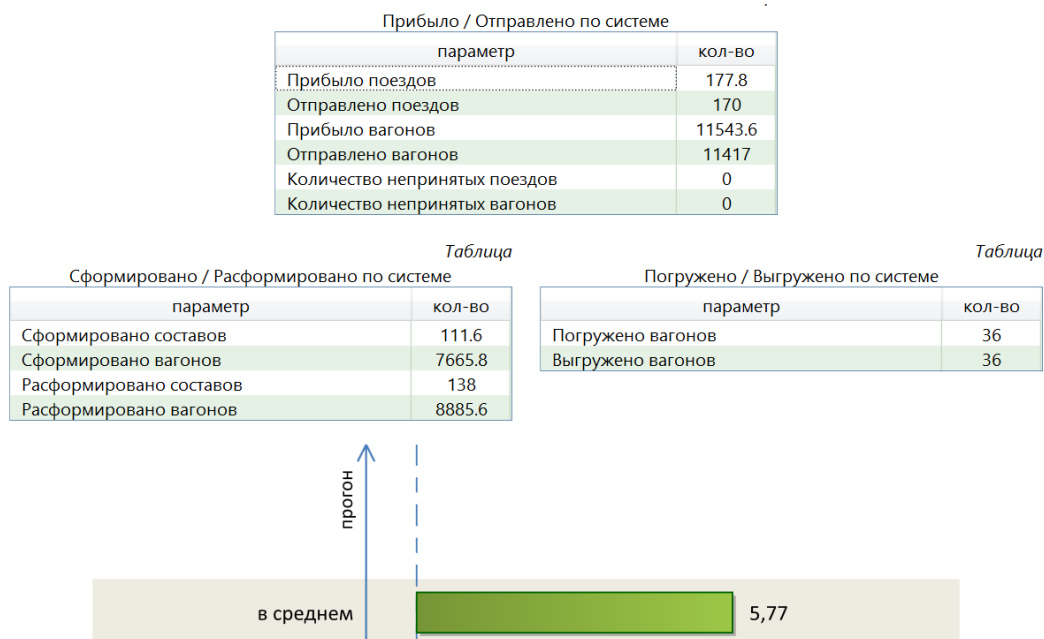
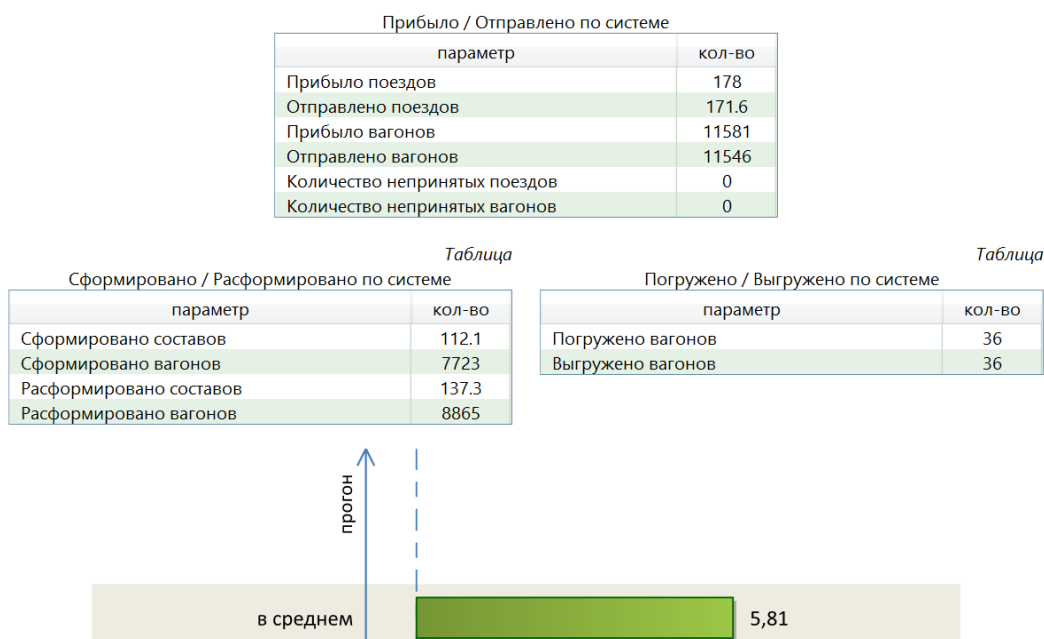


Рисунок 12 - Потоки и простои при отказе 1, 2, 3 пути



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

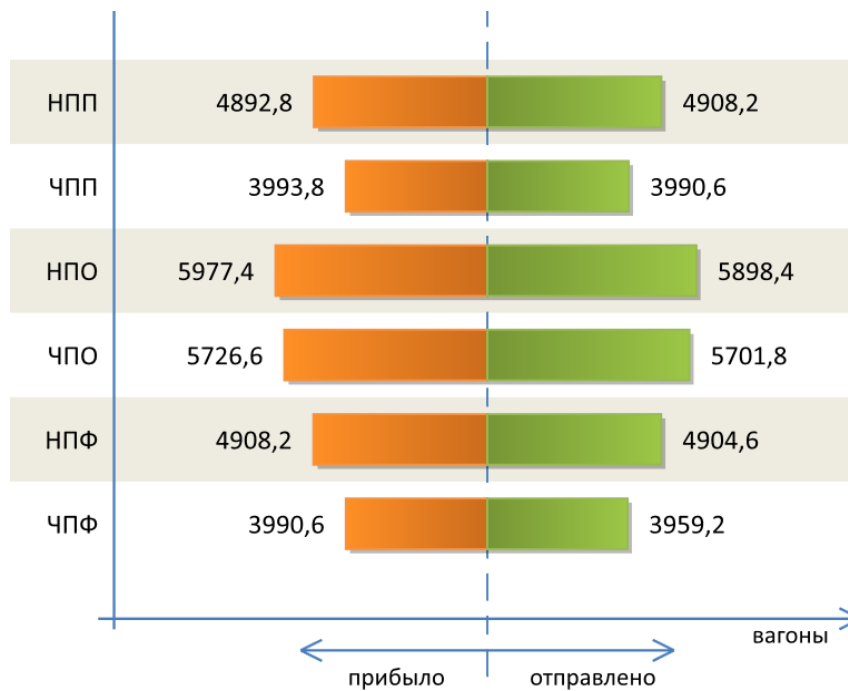
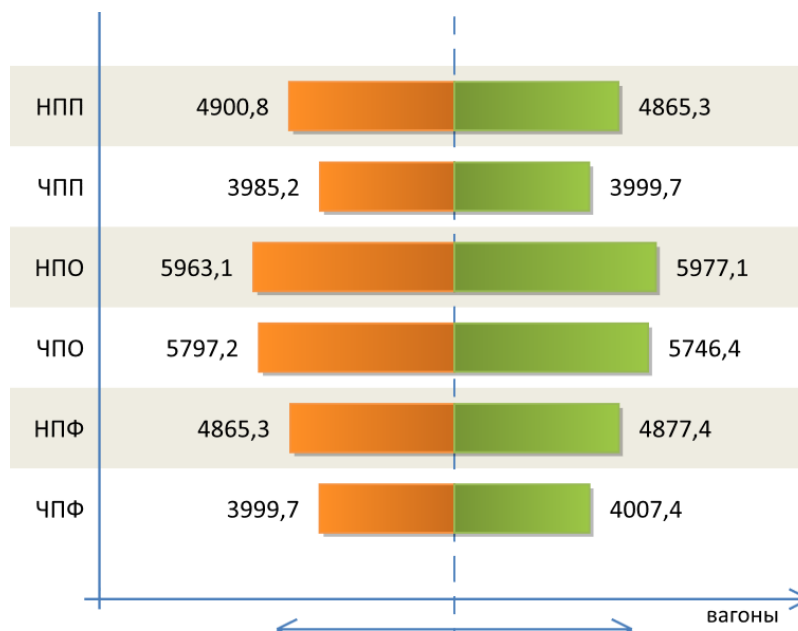


Рисунок 14 – Вагонопоток по паркам при нормальной работе станции



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

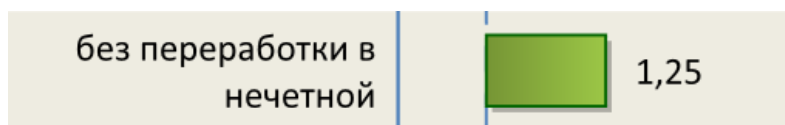
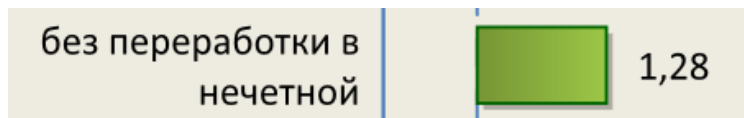


Рисунок 16 – Дополнительные показатели при при сбое путей



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

Рисунок 17 – Простой вагонов при нормальной работе станции

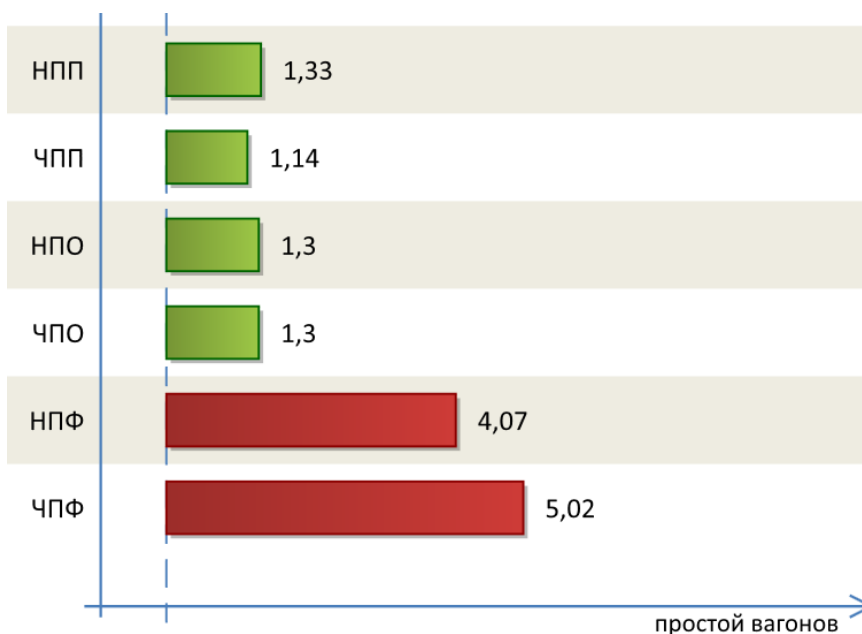
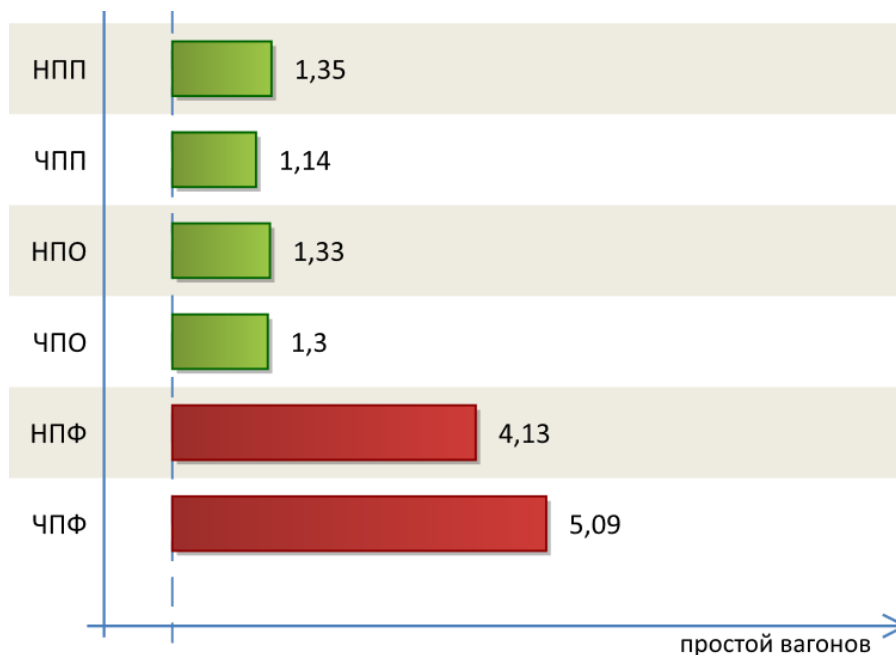


Рисунок 18 – Простой вагонов при сбое путей



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

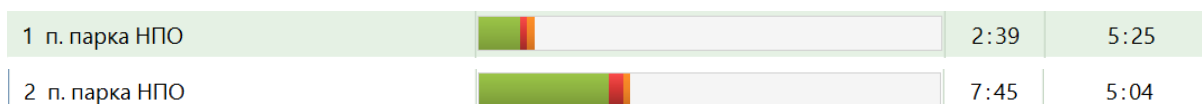
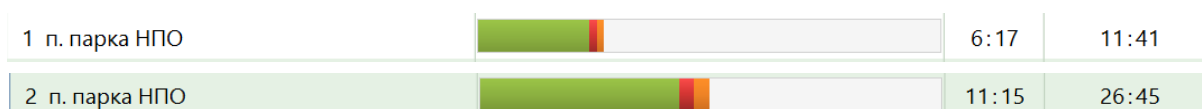


Рисунок 20 - Загрузка и задержка при неисправности путей



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.