

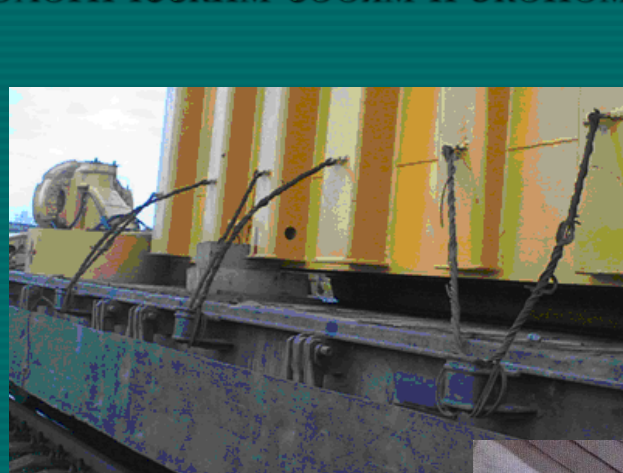
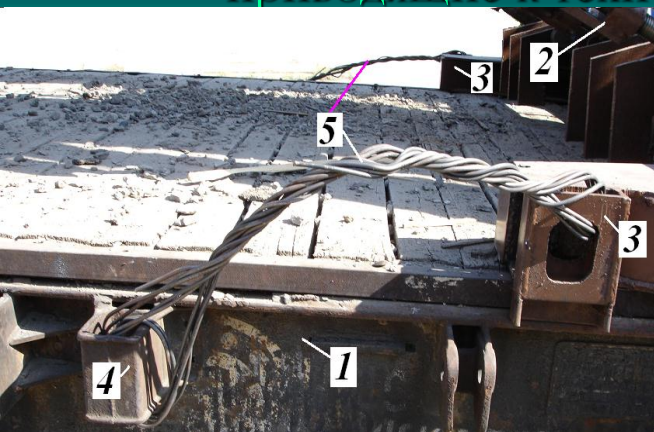
*ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
НАДЕЖНОСТИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ
ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СБОЯХ*

Е. Н. Тимухина

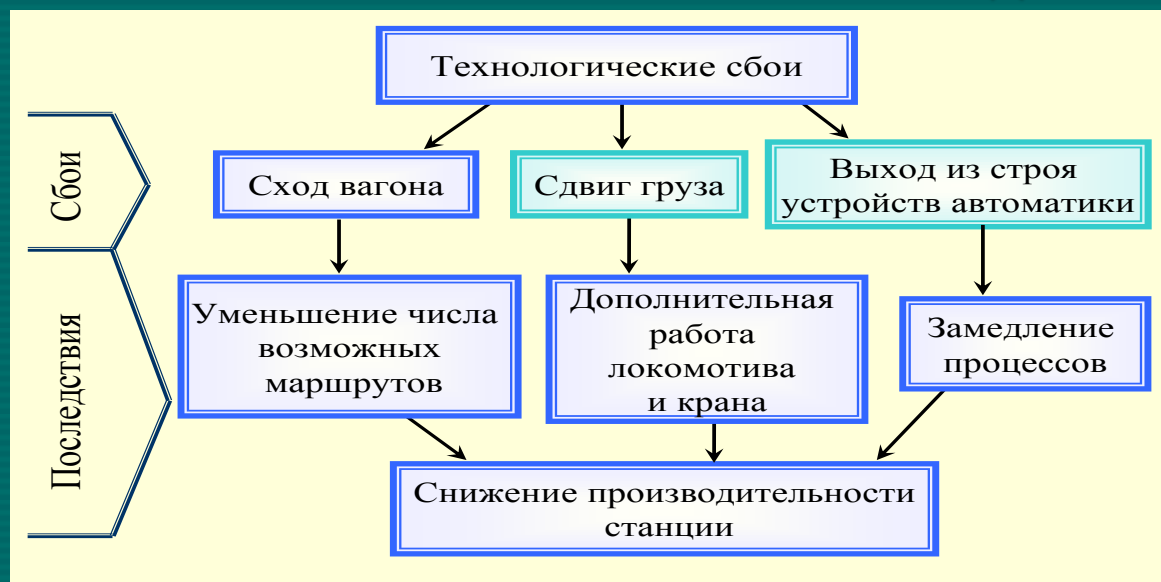
научный консультант П.А. Козлов



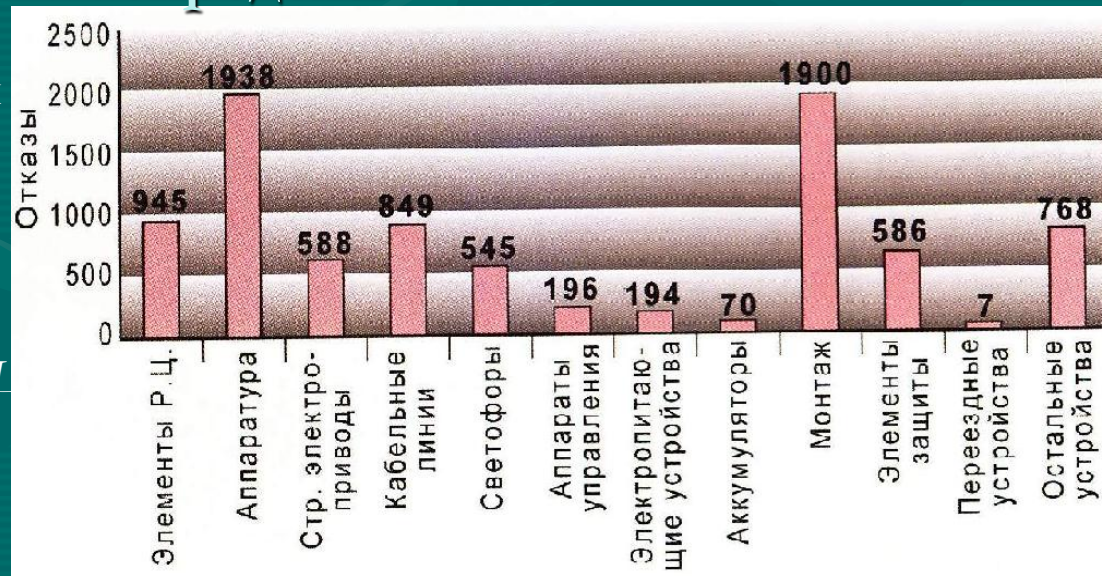
В процессе перевозки грузов на ОПС происходят нарушения средств креплений, приводящие к увеличению коммерческих браков с последующим созданием потенциально опасных ситуаций, угрожающих безопасности движения поездов, приводящие к технологическим сбоям и экономическим потерям..



Технологические сбои и их последствия



Распределение отказов по объектам



Системы и устройства эксплуатируются на сети с превышением нормативного срока. Это:

76 % стрелок ЭЦ,

48 % автоблокировки,

более половины линейных пунктов систем ДЦ ДК,

33 % вагонных замедлителей и

почти половина компрессорных установок в

горочном хозяйстве

Подход к диссертационному исследованию
определяется задачами

ЗАДАЧИ

Техническая — снизить
вероятность технологических сбоев

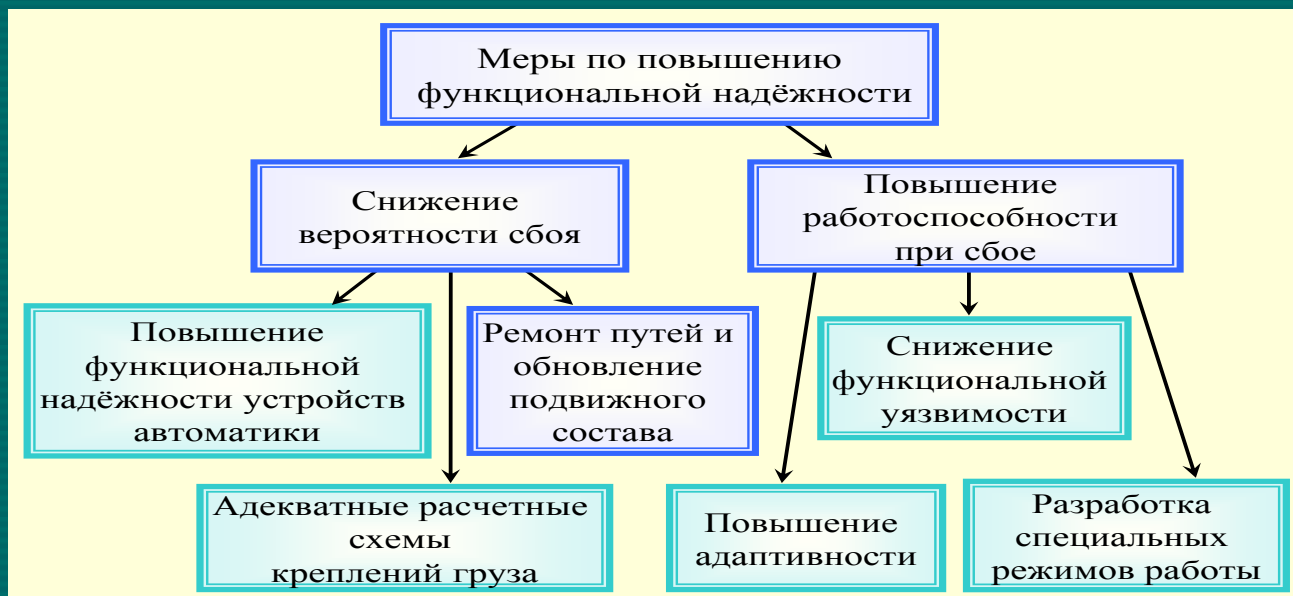
Функциональная — снизить
негативные последствия от сбоев

ПРОБЛЕМЫ

Техническая —
совершенствование методов расчета
взаимосвязанного
комплекса креплений для самых
сложных случаев действия
пространственной системы сил
и динамических воздействий

Функциональная —
повышение функциональной
надежности станций, что снижает
уровень технологических потерь от
технологических сбоев. Это достигается
оригинальными методами снижения
функциональной уязвимости,
повышения адаптивности
и технологией разработки
специальных режимов работы

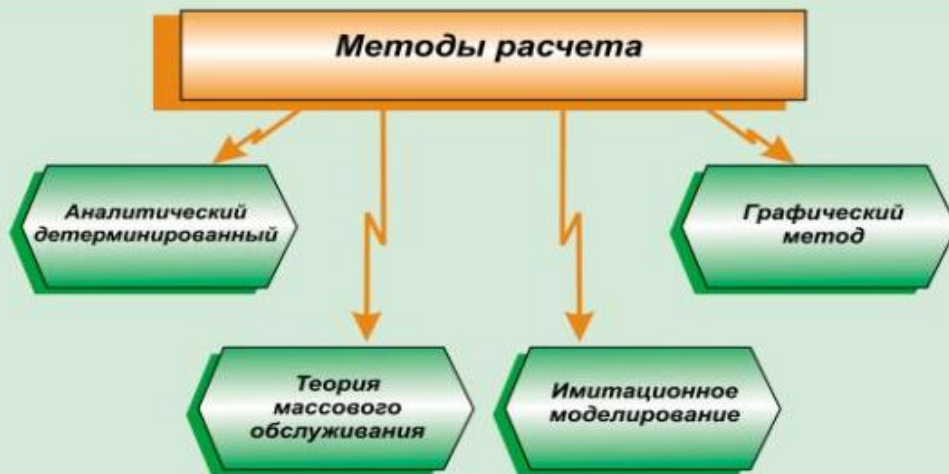
Цель исследования - *повышение функциональной надёжности (работоспособности)* железнодорожных станций в условиях возможности возникновения *технологических сбоев*



Научная новизна - разработка *технологии оценки* технологических потерь от сбоев и влияния последних на работоспособность станций с использованием имитационного моделирования. Разработка *подходов* по снижению вероятности сбоев, а так же *методологии* повышения функциональной надёжности станций при их возникновении.

Методология исследования работоспособности станций при технологических сбоях

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ



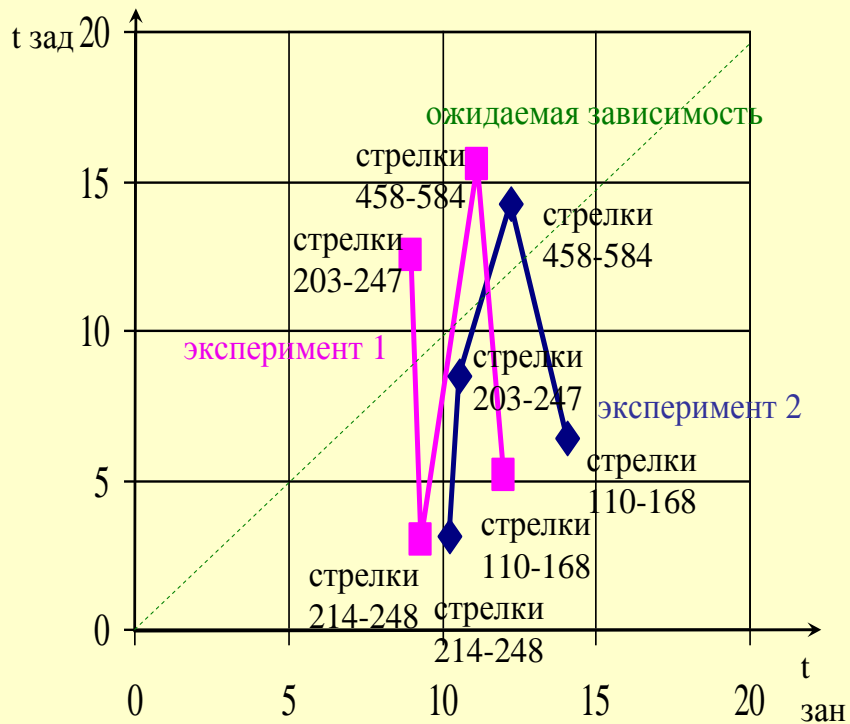
- *Аналитический детерминированный* — это расчет числа путей, локомотивов, пропускных способностей устройств, времени простоя вагонов и т.п., по детерминированным формулам.

- *Метод систем массового обслуживания* позволяет хорошо учитывать влияние случайных процессов на величину межоперационных простоев, но плохо отображает внутреннюю структуру и не отображает управление.

- *Графический метод* — это построение СПГ работы станции или ГДП на полигоне. Важным недостатком является невозможность корректного отображения случайных процессов. Ошибки значительные.

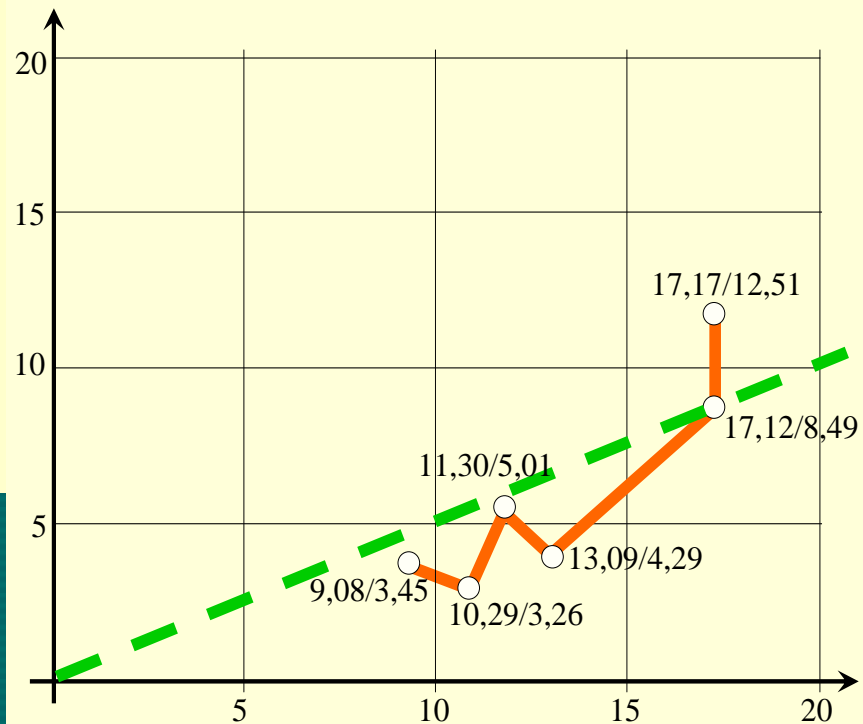
- *Имитационное моделирование* — это воспроизведение технологического процесса, специальным образом закодированного в памяти компьютера. Здесь можно с требуемой подробностью отобразить все основные свойства транспортных систем.

Отсутствие прямой зависимости между уровнем загрузки стрелки и задержками из-за нее



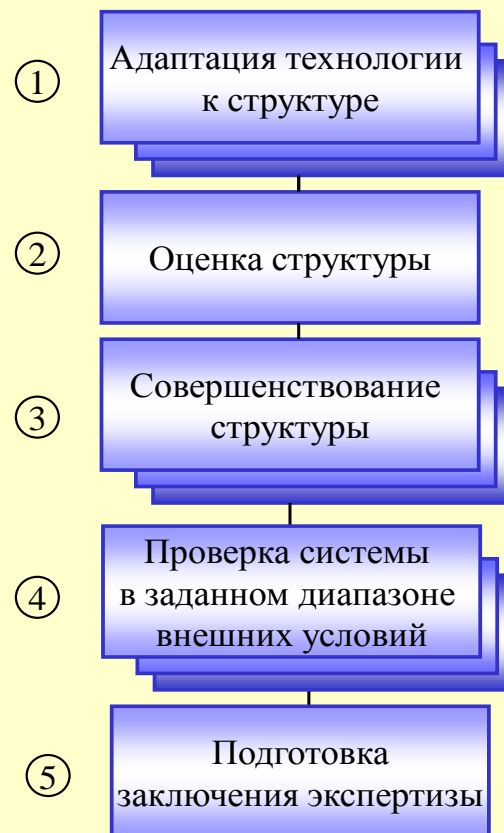
станция Новороссийск

станция Новолипецк



Имитационная оценка работоспособности станции

1. Адаптация технологии станции к её структуре (задачей является устранение задержек, вызванных несовершенством технологического процесса, несоответствием технологии конкретной структуре.)
Этот этап потребует целой серии экспериментов.
2. Детальная оценка структуры.
Особое значение имеют «узкие места» структуры, то есть элементы, вызывающие наибольшие задержки.
3. Специалисты по моделированию ведут работу с проектировщиками. Это потребует многих экспериментов.
4. Проверка структуры и технологии в заданном диапазоне внешних условий. Проверяются параметры объекта в различных условиях, определяются его резервы, устойчивость работы, рассчитывается предельная вместимость, а также период восстановления устойчивого состояния после перегрузки.
5. Анализ результатов и подготовка заключения экспертизы.



Выбор системы моделирования

Òàõí è -:ãñèè á ì àðàì àððú
ì ðí àêèà

Ì í ù í í ñòù ñí ðèè ðí àí -í ù ò
óñððí é ñðà

Ì í ù í í ñòù ãðóçí àù ò
óñððí é ñðà

×èñèí ì óðàé í à
ñòàí òè ÿò

×èñèí èðàí í á è
ì í ãðóç:-èéí á

×èñèí ì óðàé
í àáàèàà

Àí èí ñòù ñèèàáí á

×èñèí èí èí ì í ðè àí á

Àðóãè á òàõí è -:ãñèè á
ì àðàì àððú

*Модель выдает
исчерпывающий набор
результатов.*

*В настоящее время
наиболее развитой в
функциональном и
сервисном отношении
является имитационная
система ИСТРА.*

Òàõí í èí àè -:ãñèè á ì àðàì àððú
ì ðí àêèà

Ðààèùí àÿ ñí àí èóí í àÿ
ì ðí í óñéí àÿ ñí í ñí áí í ñòù

Ì ðí ñòù è èí èí ì í ðè àí á

Ðààèùí àÿ í ðí í óñéí àÿ
ñí í ñí áí í ñòù
ñí ðèè ðí àí -í ù ò óñððí é ñðà

Ì ðí ñòù è àááí í í á

Ðààèùí àÿ í àðàðàáàòù ààð ù àÿ
ñí í ñí áí í ñòù ãðóçí àù ò
óñððí é ñðà

Ì ðí ñòù è áðèààá

Ðààèùí àÿ ÿò ò àèðèáí àÿ
àí èí ñòù ñèèàáí á

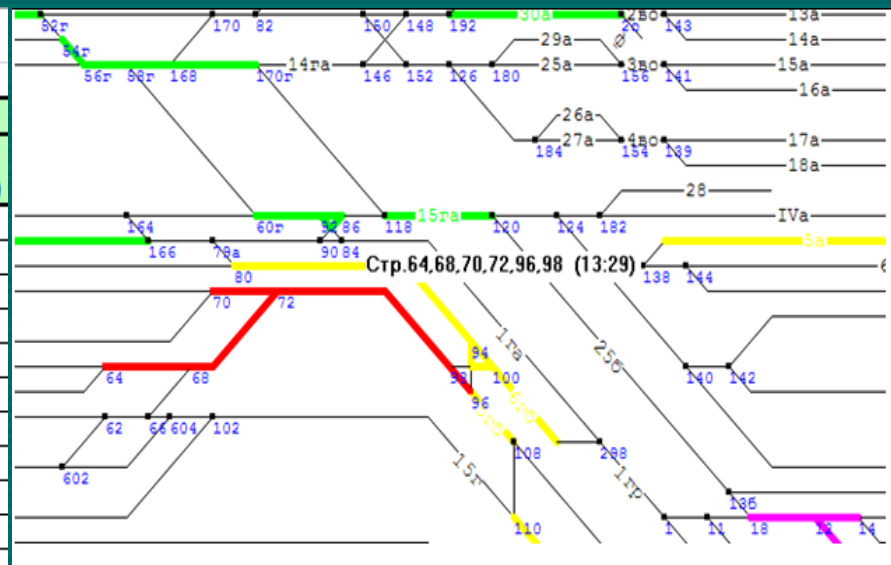
Âðàí ÿ í àõí æááí è ÿ
ãðóçí á í à ñèèàáàò

Ñòàí áí ù í í èàçí í àí
è ñí í èüçí àáí è ÿ óñððí é ñðà

Структурно-функциональный анализ станции на МОДЕЛИ

"Узкие места" структуры

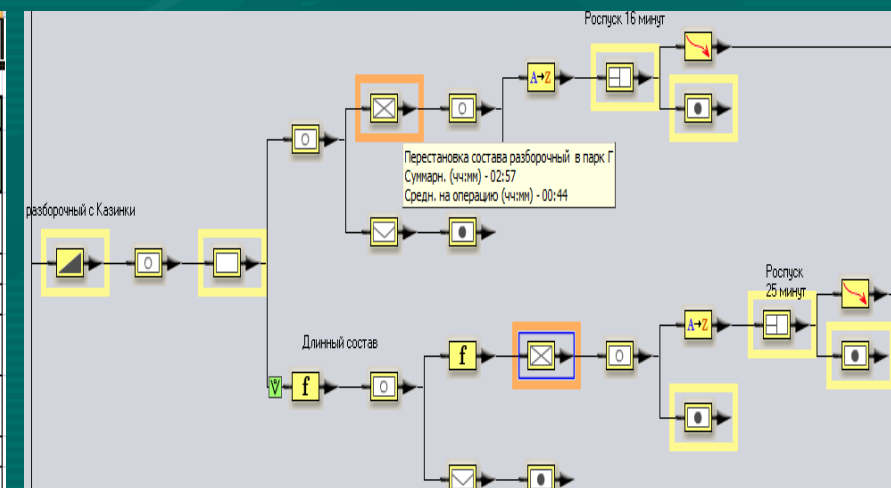
Элемент	Задержка		
	Графически	Суммарн. (чч:мм)	Средн. на операцию (чч:мм)
Стр.402,410,414,416,420,426,434,438,444,448		48:25	00:06
Стр.423,433а,441,453,463		35:40	00:07
Стр.443,445,447,457		27:27	00:06
Стр.424,432,436,440,446		19:14	00:03
Стр.81,93,101,107		14:47	00:03
Стр.427,429,431,437,439		10:27	00:02
Стр.89,97,99,109,111		10:08	00:01
Стр.467,471		08:20	00:01
Стр.11г,13г,15г,17г,18г		06:32	00:02
Стр.98,114,118,148		06:01	00:01
Стр.110г,112г,114г		05:12	00:02



Структурный анализ взаимодействия (табличный вид и на схеме путевого развития)

"Узкие места" технологии

Операция	Задержка		
	Графически	Суммарн. (чч:мм)	Средн. на операцию (чч:мм)
Перестановка состава местные вагоны под выгрузку 11 - 12 путь [6а п. парка Парк А]		10:49	32:28
Уборка порожняка - концентрат		09:40	00:48
Перестановка состава в ремонт [166 п. парка Парк Б]		07:27	02:02
Расформирование порожние из-под концентрата [3г п. парка Парк Г]		05:38	00:29
Перестановка с 24а на 26,36 вагонов - сырьевая. [24а п. парка вагоноопрокидыватели]		04:59	00:52
Расформирование с восточной [12г п. парка Парк П]		03:49	02:17
Расформирование с восточной [11г п. парка Парк П]		03:39	01:33



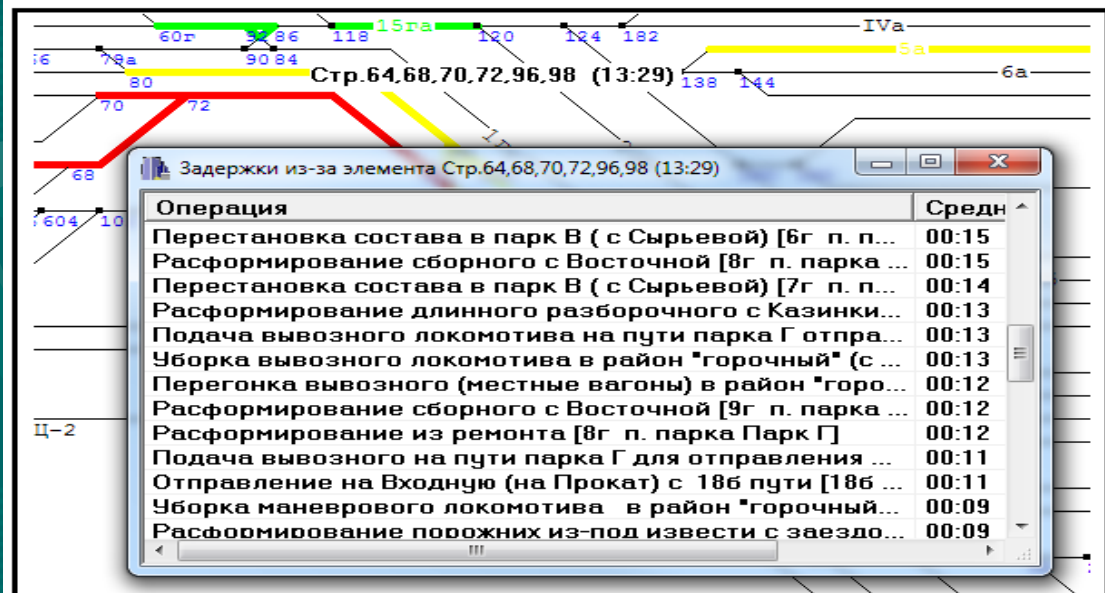
Функциональный анализ взаимодействия (табл. вид и на схеме технологического процесса)

Структурно-функциональный анализ взаимодействия

"Узкие места" структуры по операциям

Элемент	Операция	Задержка		
		Графически	Суммарн. (чч:мм)	Средн. на операцию (чч:мм)
Стр.64,68,70,72,96,98	Расформирование на сеть "разборочный с Входной" [8г п. парка Парк Г]		01:21	00:22
	Расформирование с восточной [10г п. парка Парк Г]		00:55	00:15
	Расформирование (Заезд ГЛ + Надвиг + Роспуск) длинный разборочный [10г п. парка Парк Г]		00:54	00:14
	Расформирование с восточной [12г п. парка Парк Г]		00:53	00:32
	Расформирование разборочный со складской на сеть [11г п. парка Парк Г]		00:45	00:17

Можно увидеть на выполнение каких операций и в какой мере влияет тот или иной элемент.



Более глубокий вид анализа

Функционально - структурный анализ взаимодействия

"Узкие места" технологии по элементам

Операция	Элемент	Задержка		
		Графически	Суммарн. (чч:мм)	Средн. на операцию (чч:мм)
Перестановка состава местные вагоны под выгрузку 11 - 12 путь (6а п. парка Парк А)	6а п. парка Парк А		04:39	04:39
	Бриг. 2 первая		01:02	01:02
	1ак п. парка Парк А		00:23	00:23
	Стр.43,57а		00:19	00:19
	Стр.27-3,13-3,21-3,35-3,45-3,53-3,109		00:16	00:16
	Стр.25-3,31а		00:15	00:15
	11а п. парка вагоноопрокидыватели		00:10	00:10
	12а п. парка вагоноопрокидыватели		00:10	00:10
	Стр.71,75,77		00:07	00:07

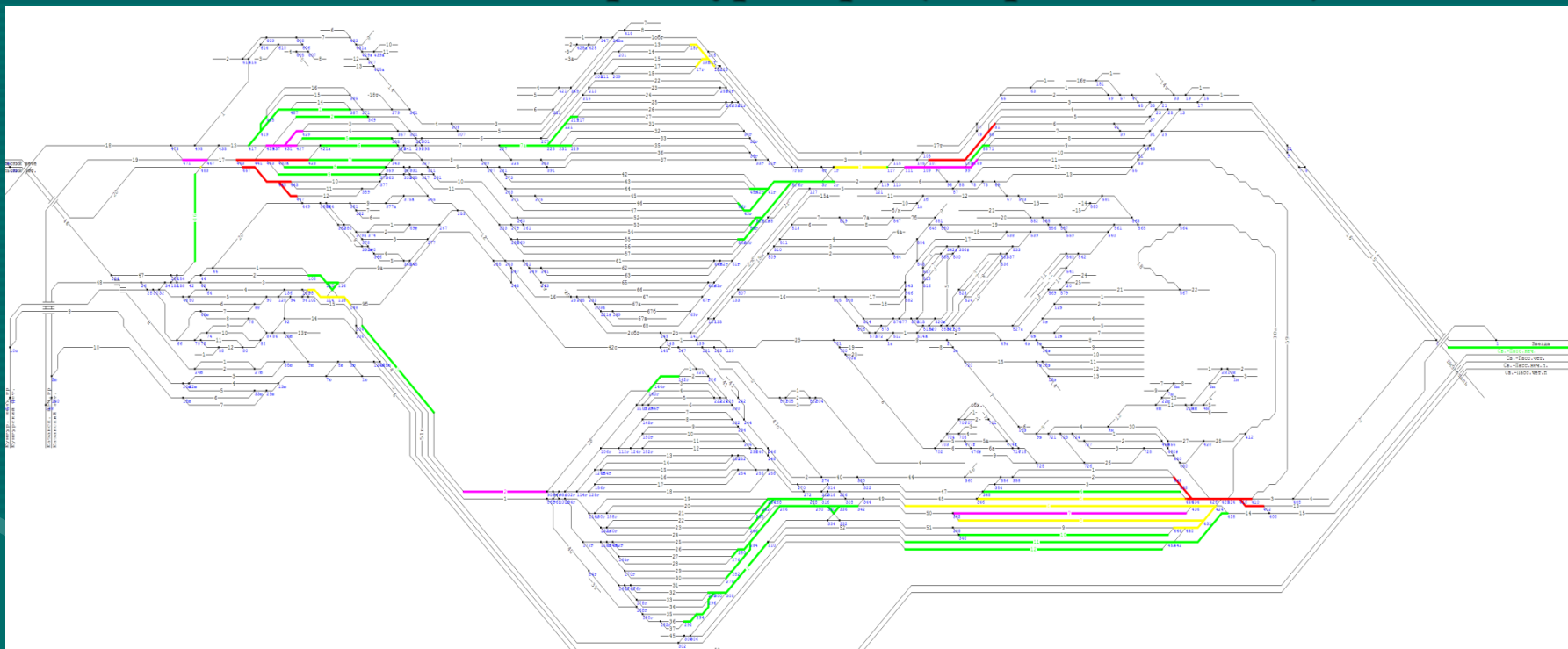
Можно установить взаимодействие операции технологического процесса со структурными элементами. Изменение маршрута может существенно снизить рассогласование технологии и структуры при том или ином потоке.

Соответствие технологии возможностям схемы путевого развития определяет структурный, функциональный и структурно-функциональный анализ результатов моделирования.

На данном этапе разработаны требования к моделям и технология их построения для оценки технологических сбоев, а также предложена последовательность соответствующих экспериментов и методика оценки результатов.

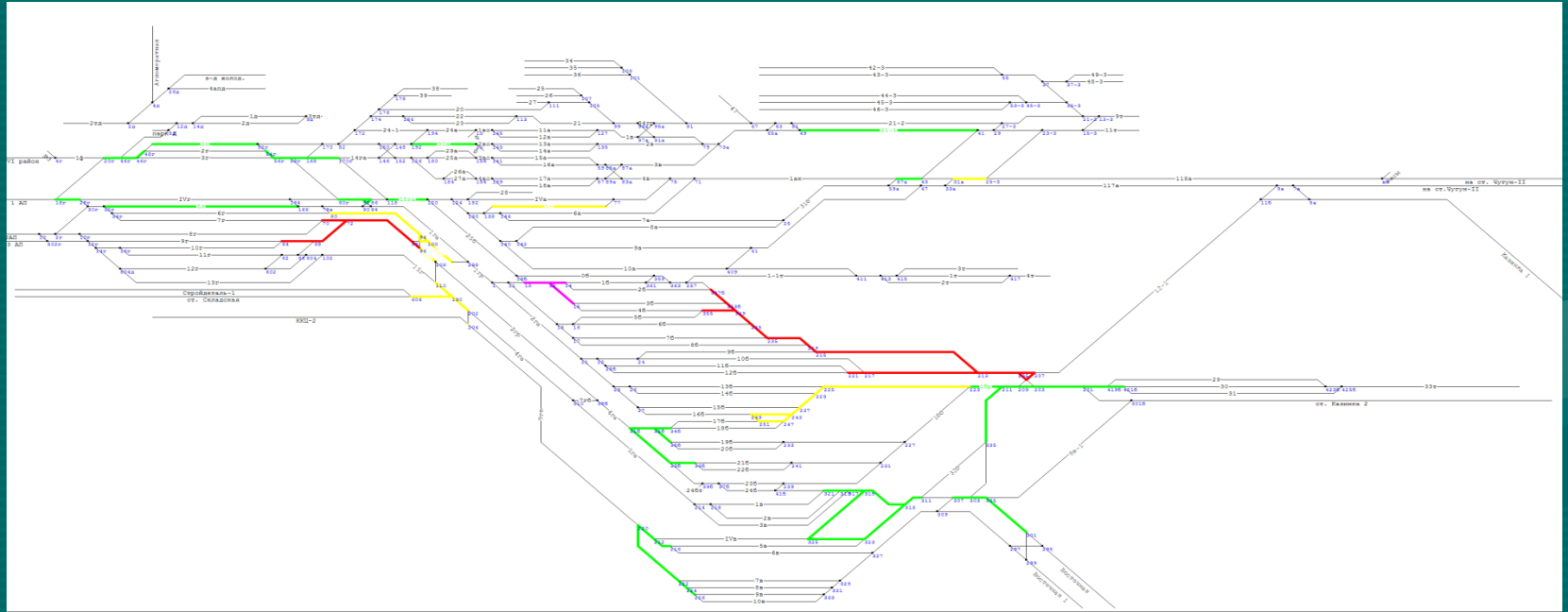
ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНЦИЙ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СБОЯХ

Станция Екатеринбург-сорт. (Свердловская ж.д.)



Особенность станции - это крупная **двусторонняя** сортировочная станция сетевого значения. Она имеет классическую структуру – **две сортировочные системы** и классическую организацию работы. Она рассчитана на **большой объем работы**.

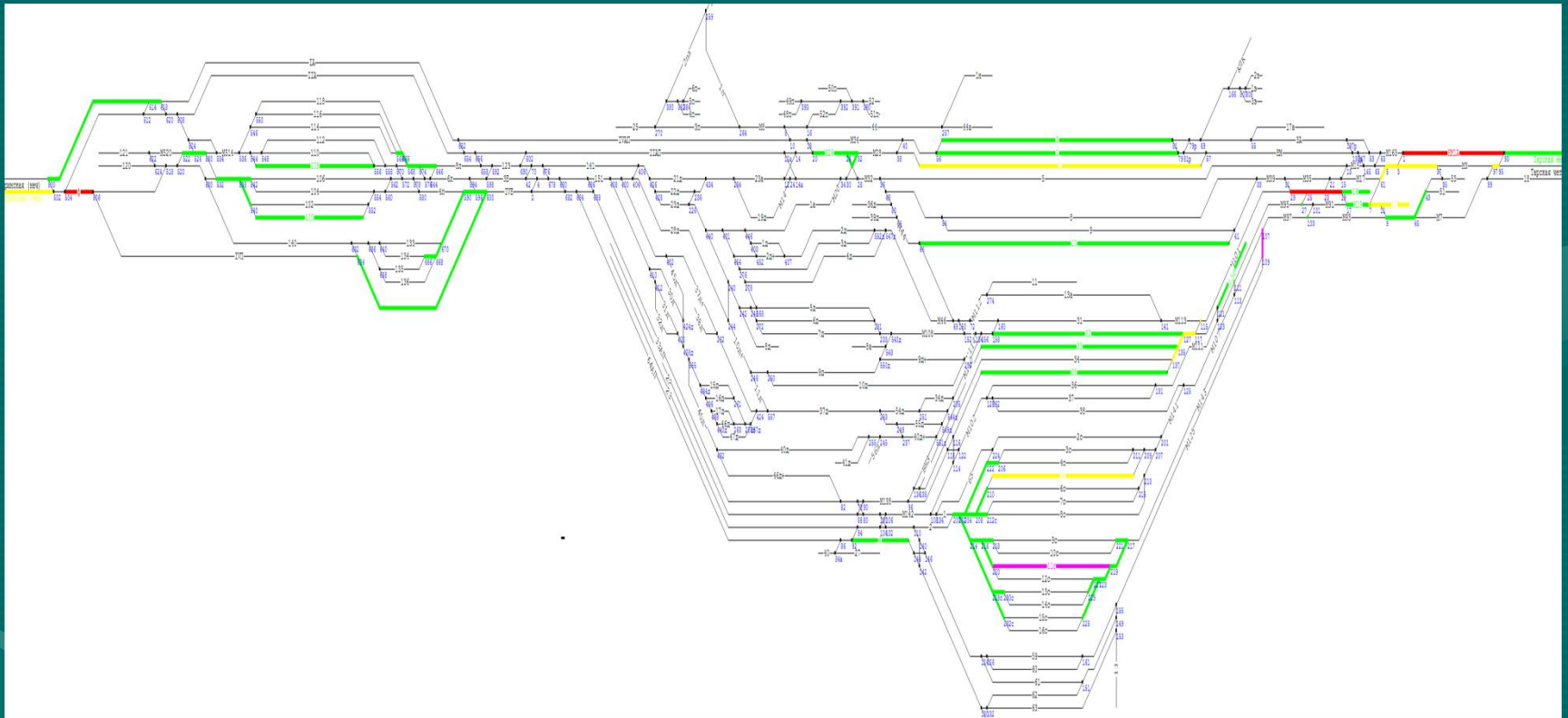
большой грузовой работой (Юго-Восточная ж.д.)



Это заводская сортировочная станция, обслуживающая Новоліпецкий металлургический комбинат и связанный с ним промышленный узел, а также осуществляющая связь с ОАО РЖД.

Особенность станции – наличие большой грузовой работы (4 вагоноопрокидывателя и другие грузовые фронты). Станция имеет три приемоотправочных парка, один сортировочный, две горки. Здесь работает 8 маневровых локомотивов.

Сортировочная ст. Карымская (Забайкальская ж.д.)

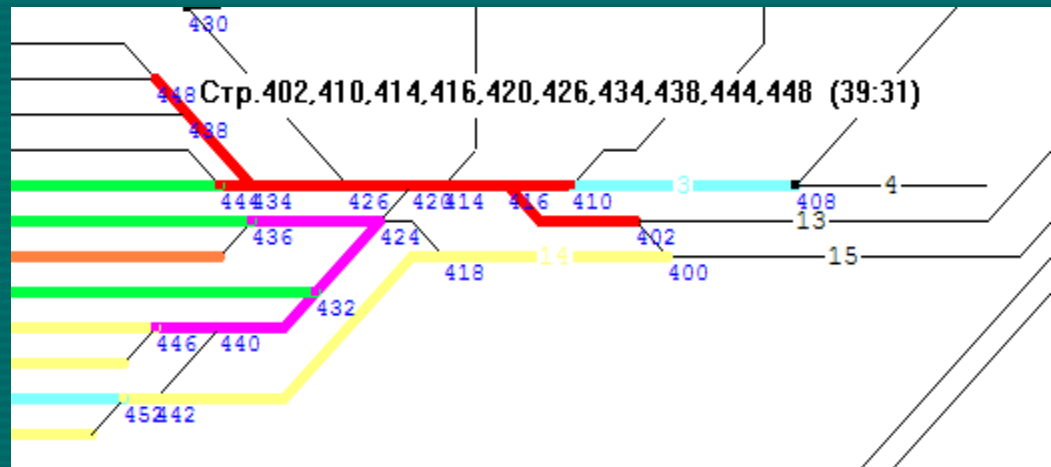
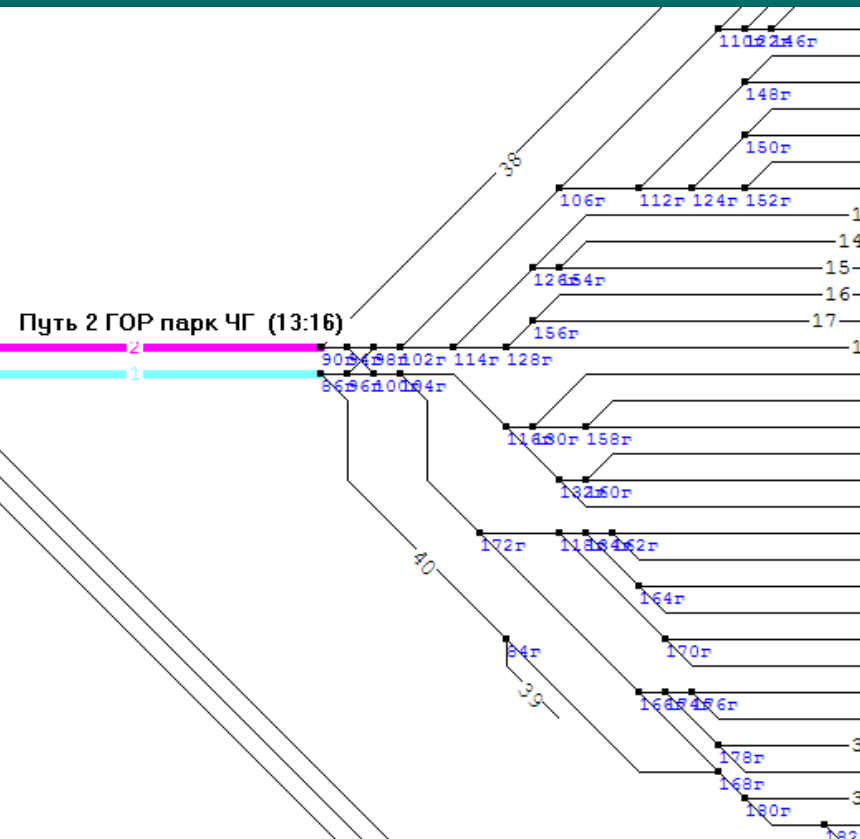


Особенностью станции является смена трех типов поездных локомотивов и, соответственно, высокая нагрузка горловин подачи их к поездам и уборкой в депо.

Технологические ущербы при сходе на ст. Екатеринбург-Сортировочный

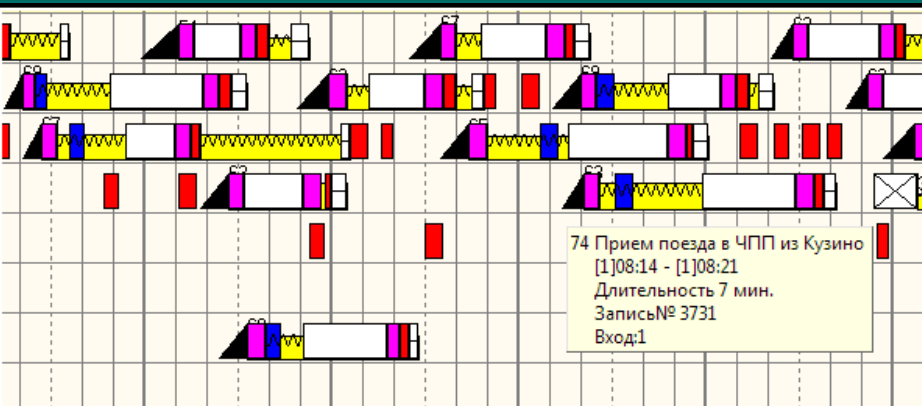
горка 2 четной системы

стрелки 402... выходной горловины ЧПО



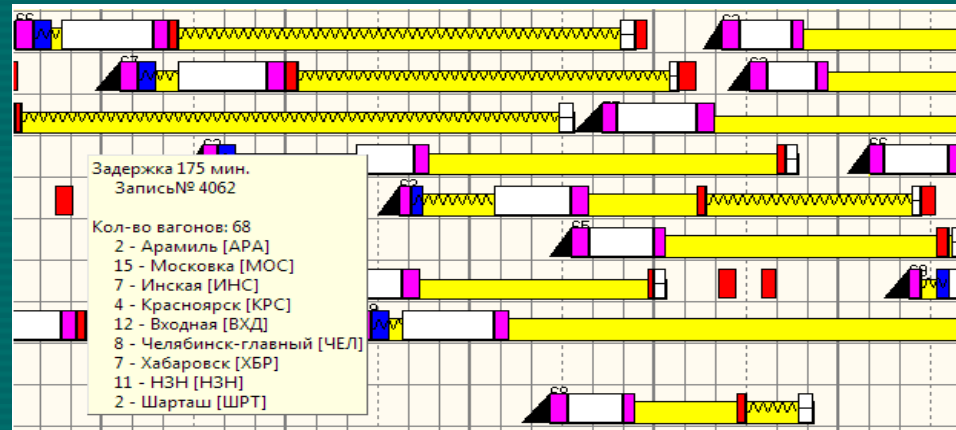
Эксперименты на модели проводились для случаев технологического «окна» для устранения схода продолжительностью 60 мин, 120 мин, 180 мин и 240 мин.

Увеличение простоев при технологических сбоях на ст. Екатеринбург-Сортировочный

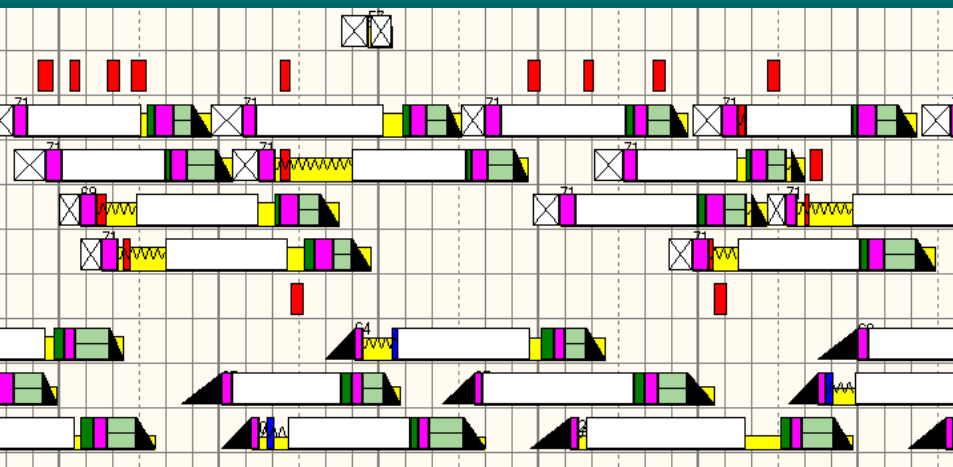


Работа парка приёма ЧПП в нормальных условиях

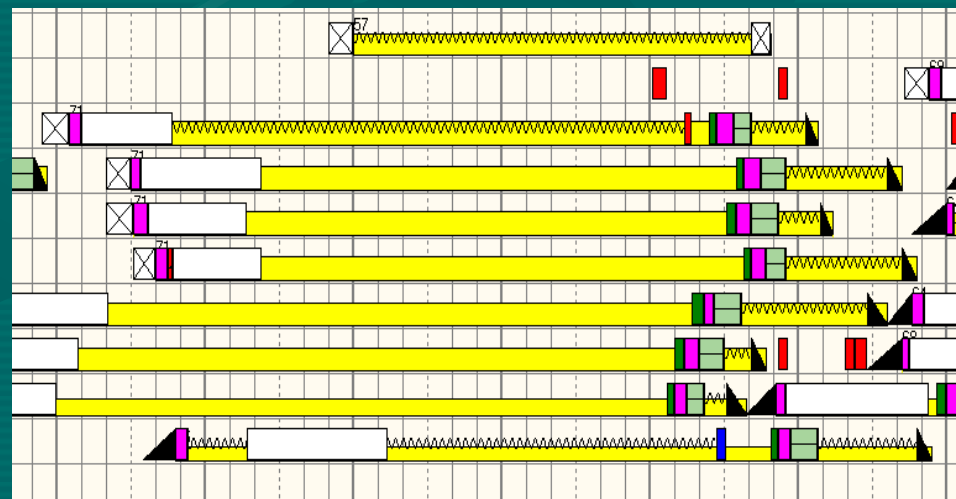
Работа парка приёма ЧПП при сходе на горке 2



Работа парка ЧПО при сходе в выходной горловине

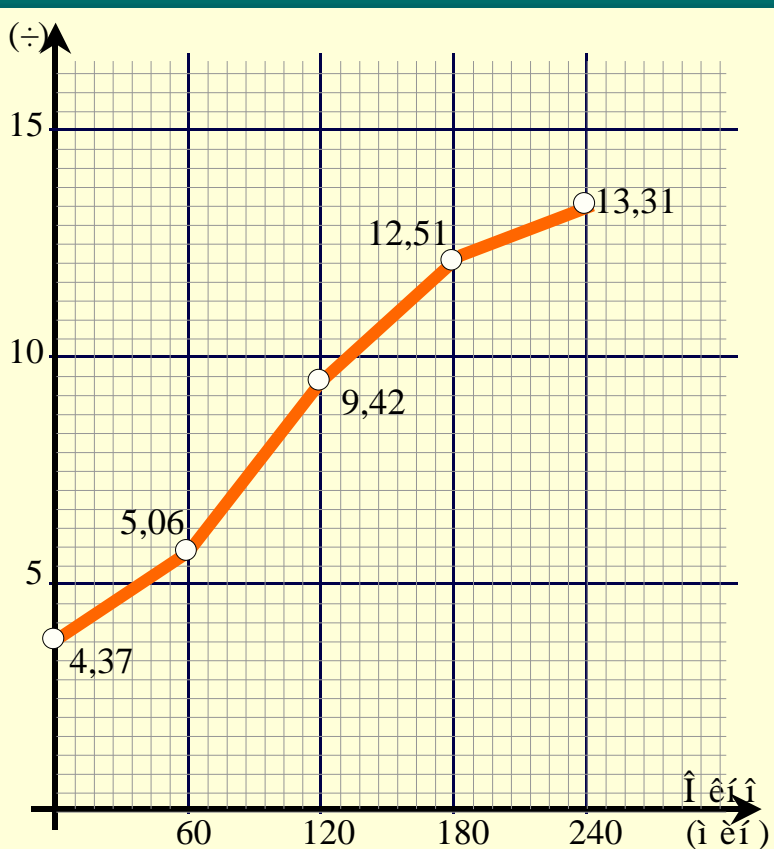


Работа парка отправления ЧПО в нормальных условиях

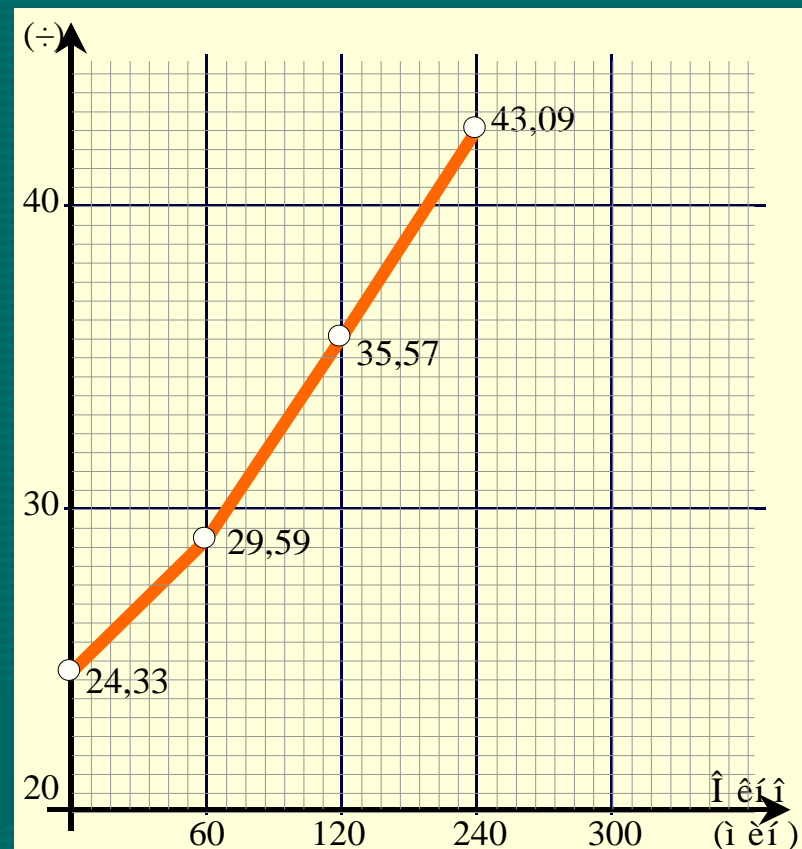


Анализ возрастания задержек на ст. Екатеринбург-Сортировочный

из-за схода на горке 2 четной системы

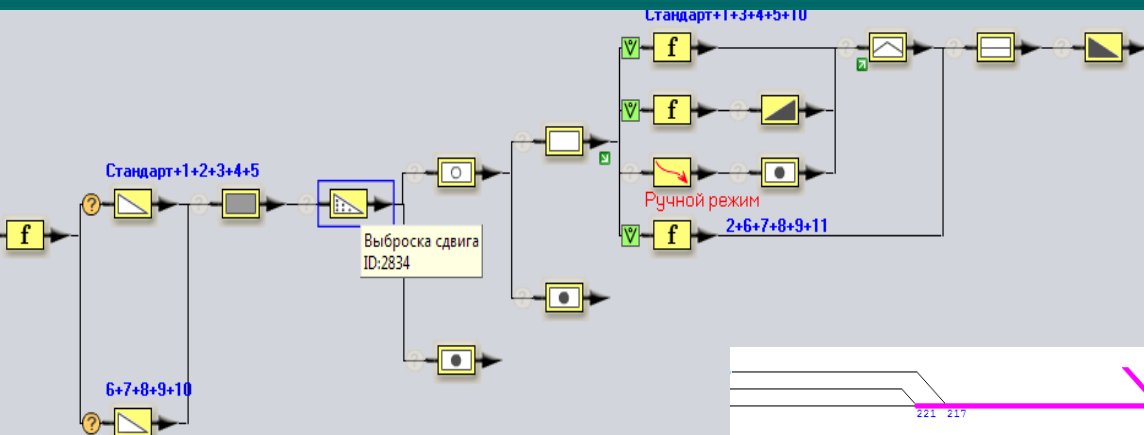


из-за схода на стрелках 402-410



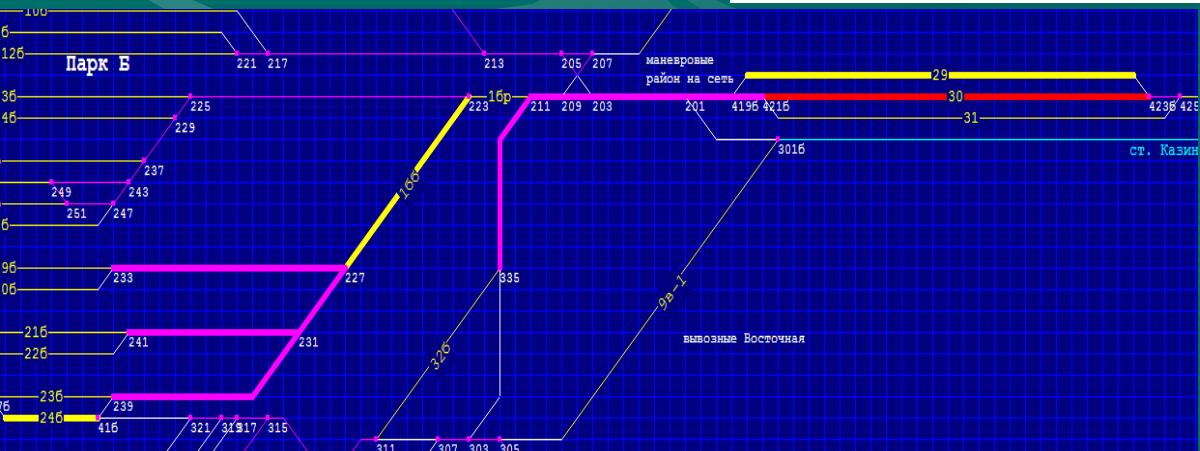
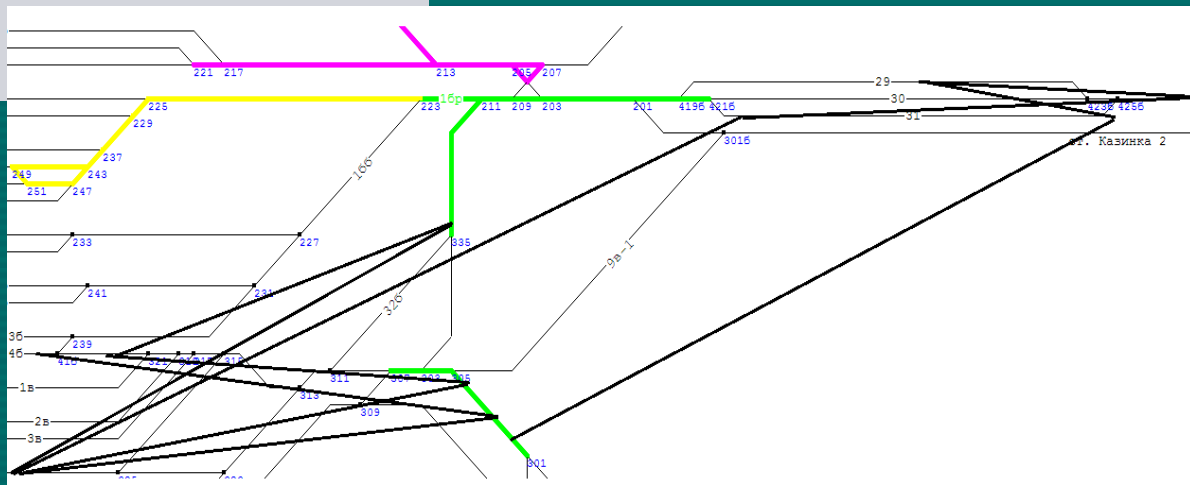
Степень возрастания задержек из-за выбранных элементов при увеличении «окна» будет различна: в три раза, если сход на горке, и в полтора раза – если в выходной горловине ЧПО. Однако в абсолютном выражении суммарные задержки в технологическом процессе увеличиваются более значительно во втором случае – на 19 часов против 9 часов. Стрелочная группа 402... создает большую функциональную уязвимость станции.

Технологические ущербы при сдвиге груза на ст. Новолипецк



Функциональная структура модели с операцией уборки вагона со сдвигом

Схема передвижений по подаче вагона со сдвигом в ремонт



Элементы горловины парка Б, занятые при подаче вагона в ремонт

Работа ст. Новолипецк в нормальных условиях и при двух сдвигах в сортировочном парке (нижняя часть парка)

в нормальных условиях

По станции	
прибыло поездов	78
убыло поездов	85
прибыло вагонов	3985
убыло вагонов	4008
средний простой вагона	5.99

В том числе по паркам:

Парк Парк Г

прибыло вагонов	3455
убыло вагонов	3390
средний простой	1.18

Парк Парк Б

прибыло вагонов	3002
убыло вагонов	3126
средний простой	3.8

Парк Парк А

прибыло вагонов	979
убыло вагонов	979
средний простой	2.69

Парк Парк В

прибыло вагонов	2668
убыло вагонов	2613
средний простой	2.14

при двух сдвигах в сортировочном парке

По станции	
прибыло поездов	78
убыло поездов	82
прибыло вагонов	3985
убыло вагонов	3714
средний простой вагона	6.19

В том числе по паркам:

Парк Парк Г

прибыло вагонов	3424
убыло вагонов	3352
средний простой	1.19

Парк Парк Б

прибыло вагонов	2919
убыло вагонов	2668
средний простой	4.29

Парк Парк А

прибыло вагонов	896
убыло вагонов	945
средний простой	2.21

Парк Парк В

прибыло вагонов	2604
убыло вагонов	2603
средний простой	2.12

В сутки два случая, манёвры по выброске и подаче занимают элементы горловины в среднем 40 мин, по отношению к параметрам работы в нормальных условиях. Увеличивается простой вагонов в сортировочном парке Б и несколько на станции в целом.

Работа ст. Новолипецк при трех сдвигах в верхней части сортировочного парка

По станции	
прибыло поездов	77
убыло поездов	80
прибыло вагонов	3985
убыло вагонов	3746
средний простой вагона	6.38

В том числе по паркам:

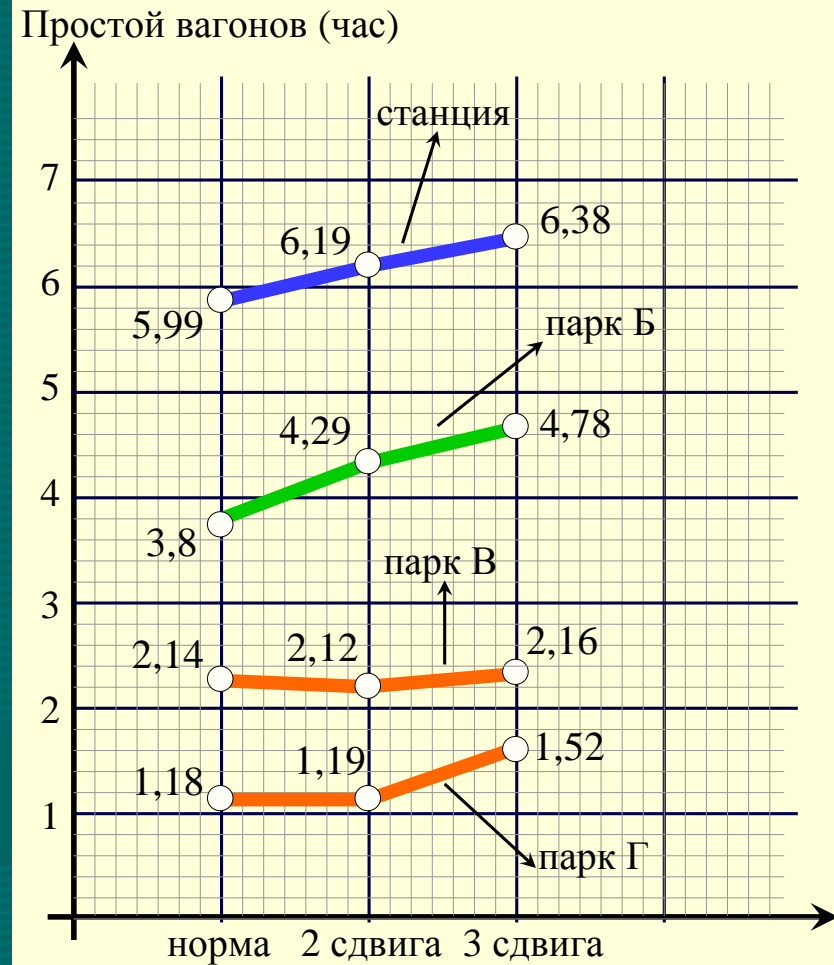
Парк Парк Г	
прибыло вагонов	3576
убыло вагонов	3408
средний простой	1.52

Парк Парк Б	
прибыло вагонов	2963
убыло вагонов	2910
средний простой	4.78

Парк Парк А	
прибыло вагонов	899
убыло вагонов	910
средний простой	2.46

Парк Парк В	
прибыло вагонов	2664
убыло вагонов	2605
средний простой	2.16

Возрастание полного и расчлененного простоя вагонов при появлении сдвигов груза



Сбои частично затрагивают работу предгорочного парка Г и практически не влияют на работу приёмо-отправочного парка В.

Г - предгорочный парк;
 В - приемо-отправочный парк;
 Б - сортировочный парк.

Параметры работы ст. Новолипецк при выброске вагона со сдвигом в четной и нечетной горловине (четыре сдвига)

в четной горловине

По станции	
прибыло поездов	78
убыло поездов	81
прибыло вагонов	3985
убыло вагонов	3974
средний простой вагона	6.21

В том числе по паркам:

Парк <u>Парк Г</u>	
прибыло вагонов	3433
убыло вагонов	3340
средний простой	1.24

Парк <u>Парк Б</u>	
прибыло вагонов	2942
убыло вагонов	2849
средний простой	3.88

Парк <u>Парк А</u>	
прибыло вагонов	962
убыло вагонов	939
средний простой	2.77

Парк <u>Парк В</u>	
прибыло вагонов	2553
убыло вагонов	2549
средний простой	2.16

в нечетной горловине

По станции	
прибыло поездов	78
убыло поездов	81
прибыло вагонов	3992
убыло вагонов	3983
средний простой вагона	6.37

В том числе по паркам:

Парк <u>Парк Г</u>	
прибыло вагонов	3433
убыло вагонов	3340
средний простой	1.27

Парк <u>Парк Б</u>	
прибыло вагонов	2942
убыло вагонов	2849
средний простой	3.91

Парк <u>Парк А</u>	
прибыло вагонов	962
убыло вагонов	939
средний простой	3.05

Парк <u>Парк В</u>	
прибыло вагонов	2553
убыло вагонов	2549
средний простой	2.19

Маневровые работы по уборке вагона производятся или с четной, или с нечетной стороны, скорость передвижения ограничена. Расчеты показали, что лучше их проводить с четной стороны. В этом случае технологические потери меньше. Простой на станции возрастает с 5,99 до 6,21 при работе в четной горловине и до 6,37 при работе в нечетной. При этом простой в парке прибытия А составляет соответственно 2,77 и 3,05.

Технологические ущербы при выходе из строя

устройств ЭЦ (нечетная горловина ст. Карымская)

"Узкие места" структуры

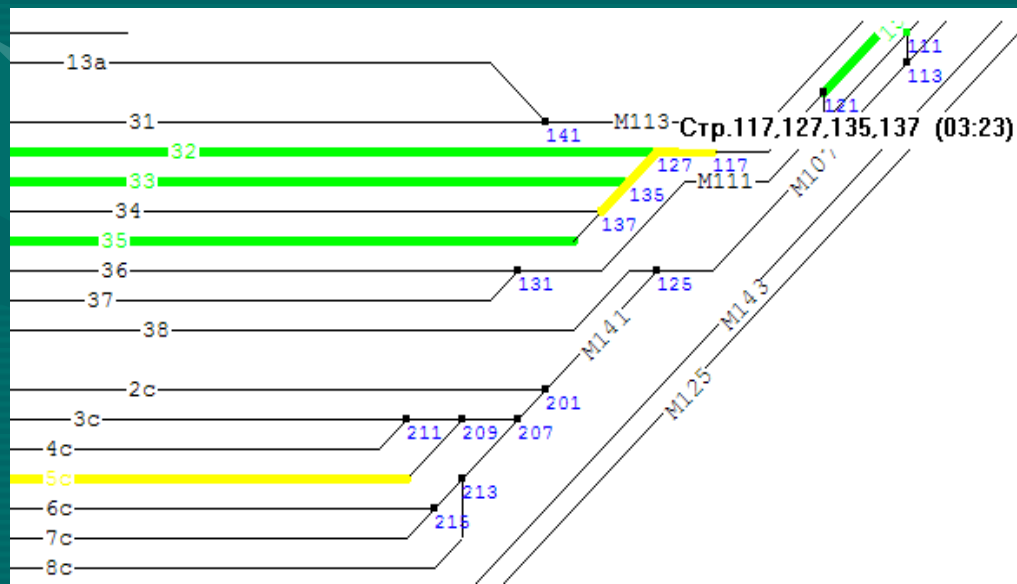
Показатель	Задержка	
	Графически	Суммарн. (чч:мм)
Стр.19,23,25,29		15:00
Стр.107,109		05:06
Стр.115		04:03
Стр.95,97		03:55
Стр.117,127,135,137		03:23
Стр.3,5,37,61		03:14
Стр.7,11		03:10
Стр.111		02:04
Стр.159p,217,219,219,221,223,225,227,229		02:03
Стр.522,526,530		01:57
Стр.200,202,204,206,208,210,212c,214,216,218,220,222,22		01:55
8c,230c,232c		01:54
Стр.103		01:54
Стр.9,43,45		01:45
Стр.590,596,600,634,666,668,670		01:42
Стр.17		01:26
Стр.26,32		01:09
Стр.564,566,568,574,646		01:07
Стр.532,538,540,542		01:03
Стр.27		01:02
Стр.500,514,618		01:02

"Узкие места" структуры

Показатель	Задержка	
	Графически	Суммарн. (чч:мм)
Стр.19,23,25,29		14:43
Стр.117,127,135,137		11:39
Стр.107,109		04:27
Стр.95,97		03:17
Стр.115		02:40
Стр.3,5,37,61		02:19
Стр.17		02:00
Стр.103		01:56
Стр.7,11		01:45
Стр.116,118		01:33
Стр.508,524,620		01:31
Стр.111		01:27
Стр.564,566,568,574,646		01:24
Стр.26,32		01:18
Стр.522,526,530		01:17
Стр.15,21		01:17
Стр.200,202,204,206,208,210,212c,214,216,218,220,222,22		01:06
8c,230c,232c		

Распределение задержек при нормальной работе

Задержки при сбое ЭЦ в нечетной горловине

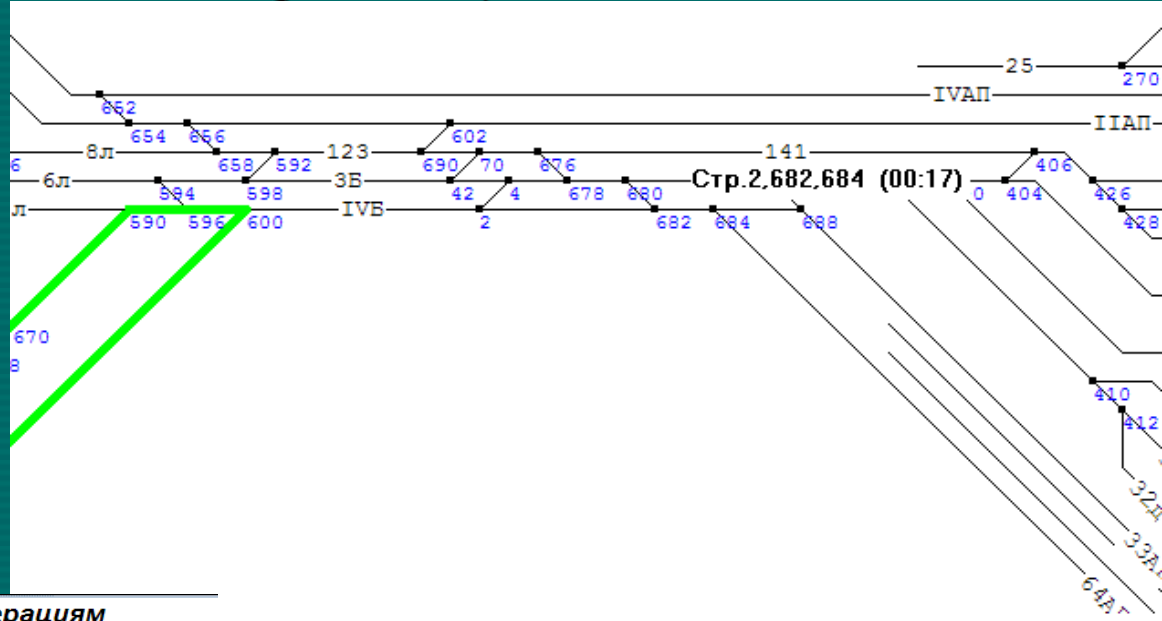


Маршруты готовятся вручную, поездные и маневровые операции становятся более продолжительными. Стрелочные горловины становятся более занятыми и из-за них возникают дополнительные задержки

Группа стрелок, где не работает ЭЦ в нечетной горловине

Технологические ущербы при выходе из строя устройств ЭЦ (четная горловина ст. Карымская)

Модель позволяет оценить последствия выхода из строя устройств автоматики, сдвига груза и других технологических сбоев, с которыми связана высокая функциональная уязвимость станций



Распределение задержек по операциям при выходе из строя ЭЦ

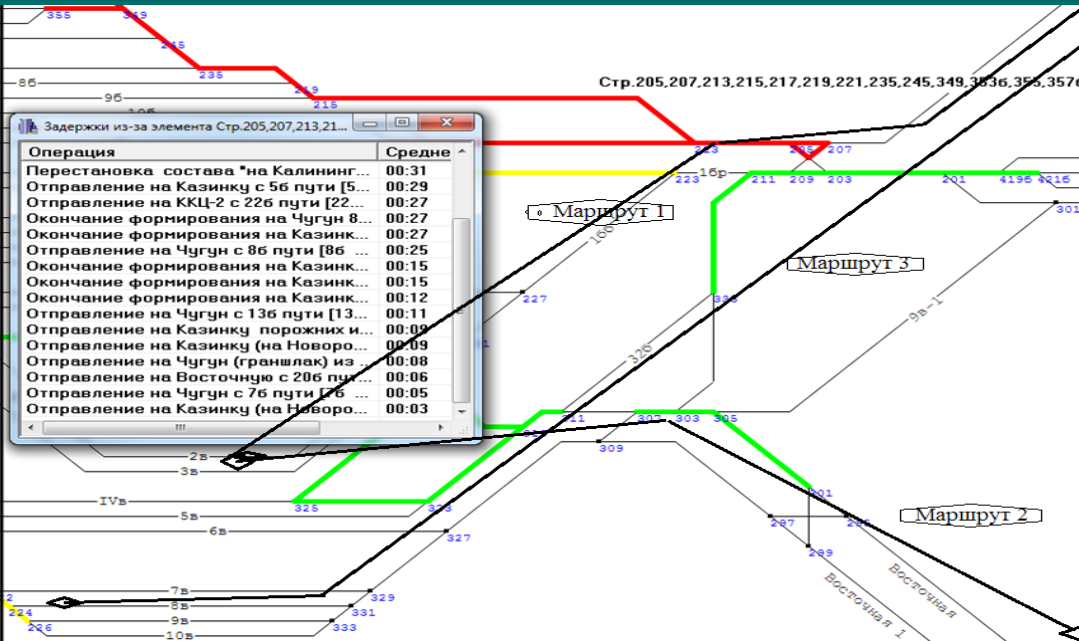
"Узкие места" структуры по операциям

Элемент	Операция	Задержка	
		Графически	Суммарн. (чч:мм)
Стр.117,127,135,137	Подача поездного локомотива через тупик 156 транзит Чит-Хаб, б/п, Б [Из района Депо]		05:41
	Подача поездного локомотива с тупиков транзит Чит-Хаб, б/п, Б 156 [33 п. парка "Б"]		03:21
	Отправление состава транзит Чит-Хаб, б/больн, Б [34 п. парка "Б"]		00:52
	Подача поездного локомотива к поезду своего формирования на Хаб, Заб [Из района Депо]		00:35
	Подача поездного локомотива с тупиков транзит Чит-Хаб, б/п, Б 156 [35 п. парка "Б"]		00:15
	Подача поездного локомотива с тупиков транзит Чит-Хаб, б/больн, Б 156 [35 п. парка "Б"]		00:14
	Уборка поездного локомотива транзит Чит-Заб отцепка, б/больн, наличие готовых лок Б [34 п. парка "Б"]		00:12

Группа стрелок в четной горловине, где не работает ЭЦ

По результатам обработки данных экспериментов предложена **технология определения элементов**, с которыми связана высокая функциональная уязвимость станций.

Эксперименты по снижению функциональной уязвимости станции (имитационный спуск)



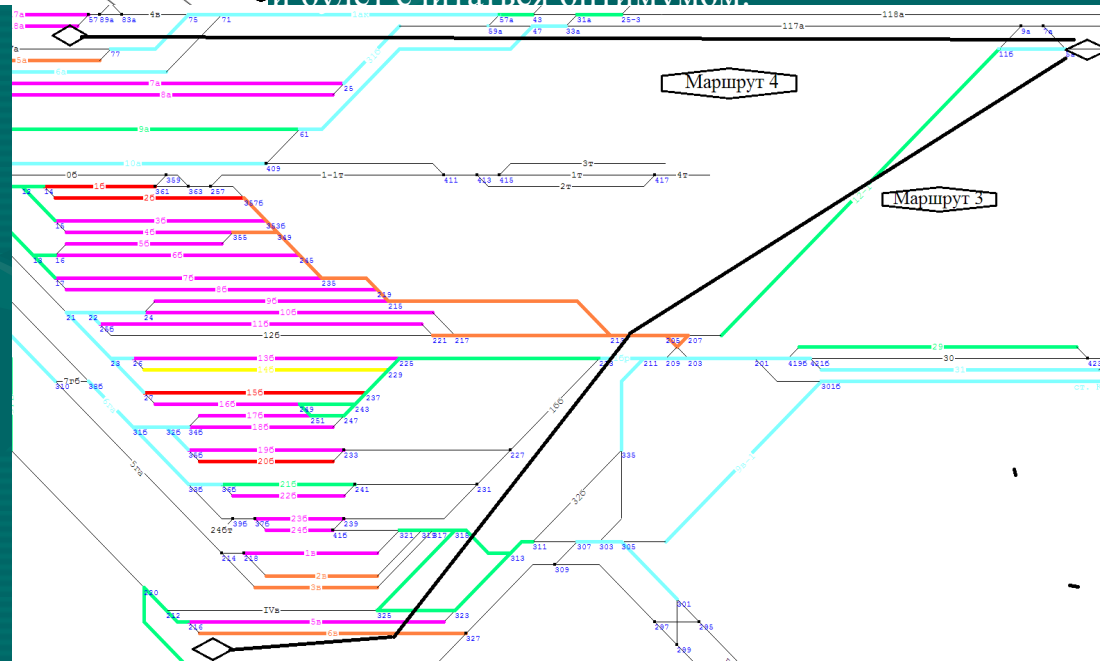
Эксперименты с моделью сложной системы трудоёмки, поэтому полный перебор вариантов, как правило, невозможен. Поэтому необходимо использовать методы планирования экспериментов. Избежать полного перебора вариантов позволяет метод ускорения процесса оптимизации, так называемый «имитационный спуск». Сначала выбираем элементы с наибольшими задержками и вносим изменения относительно их ликвидации, далее опускаемся по уровню задержек ниже и ниже и доходим до оптимума. Но в каждой системе существует при заданных условиях такой уровень задержек, дальнейшее снижение которого невозможно. Это и будет считаться оптимумом.

Маршруты загрузки

проблемного элемента (стрелка 205.):

- маршруты 1 и 2 – маршруты отправления из сортировочно-отправного парка В
- маршрут 3 – маршруты приема в парк В

С помощью процедуры «имитационный спуск» были отобраны варианты функциональной **разгрузки** элемента стр. 205: большая часть поездов из маршрута 3 передается на маршрут 4

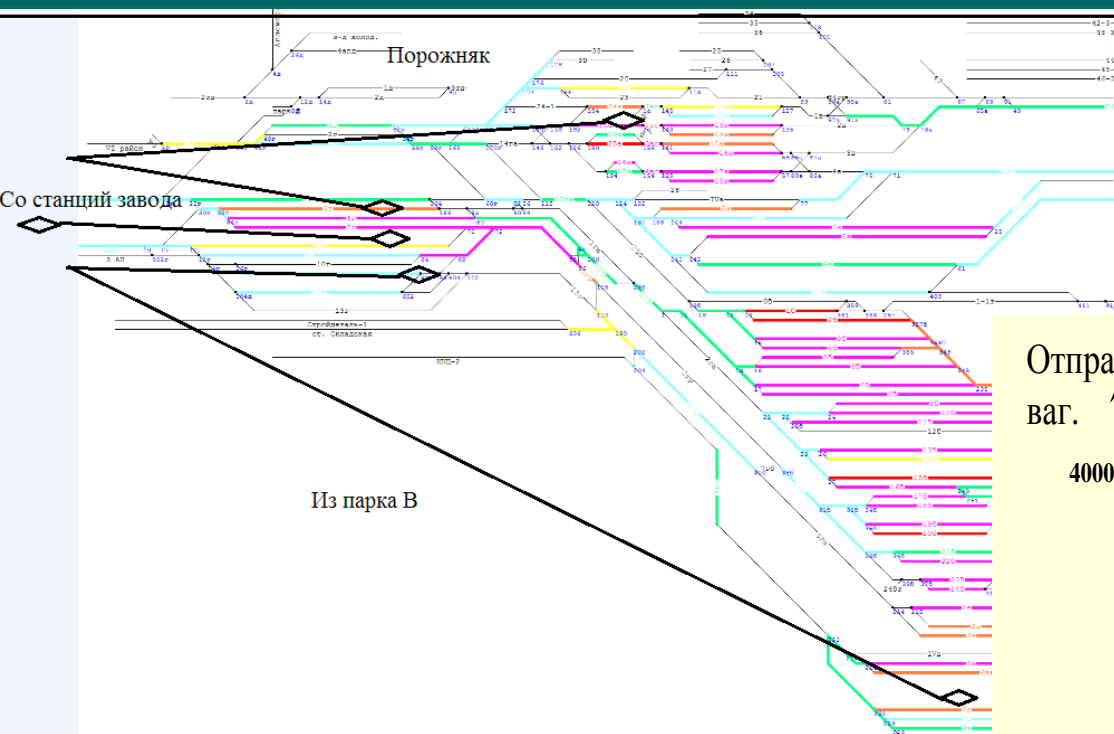


Повышение функциональной надежности станций при ИМИТАЦИОННОМ СПУСКЕ



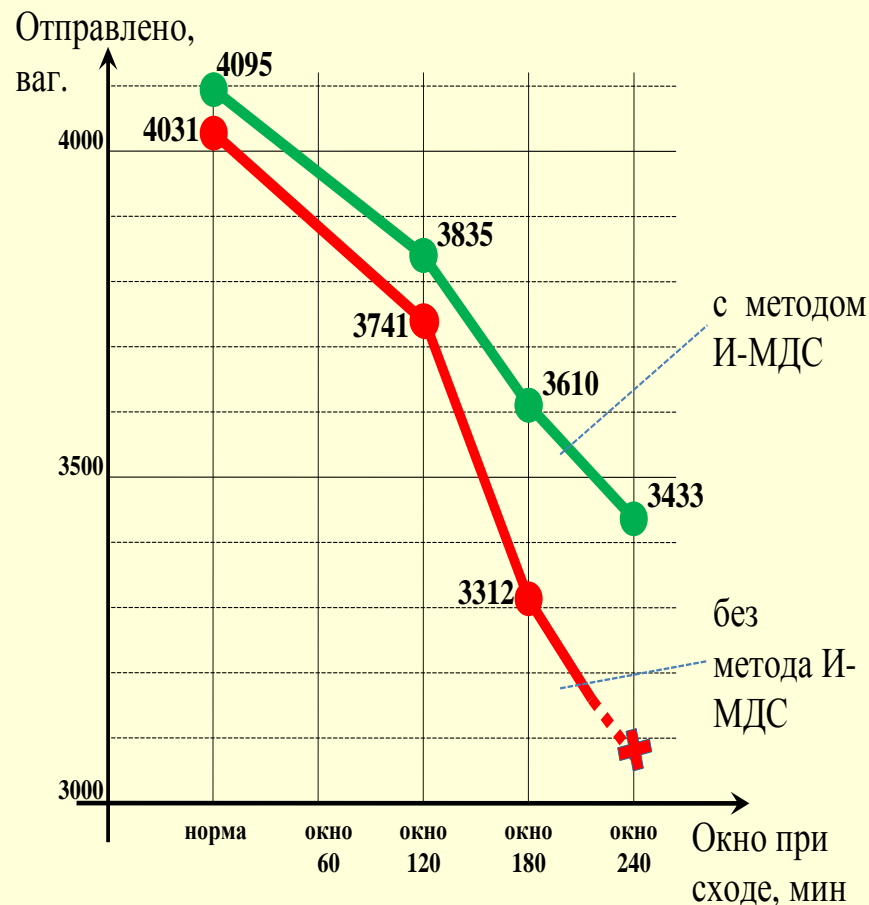
Снижение задержек при сходе на стрелке 205...
за счет функциональной разгрузки проблемного элемента

Повышение адаптивности станции за счет применения метода И-МДС



Имитационный метод динамического согласования позволяет задавать конечный ритм (конечную операцию) и от нее корректировать начальную.

Метод И-МДС позволяет рассчитать режимы работы маневровых локомотивов и, соответственно, ритмы подачи вагонов на горку из всех трех мест. Расчеты на модели показали, что перерабатывающая способность станции возрастает даже в негативных условиях сходов на стр. 110... Т.е. модель задает конечный ритм и идет от обратного к маневровой работе.

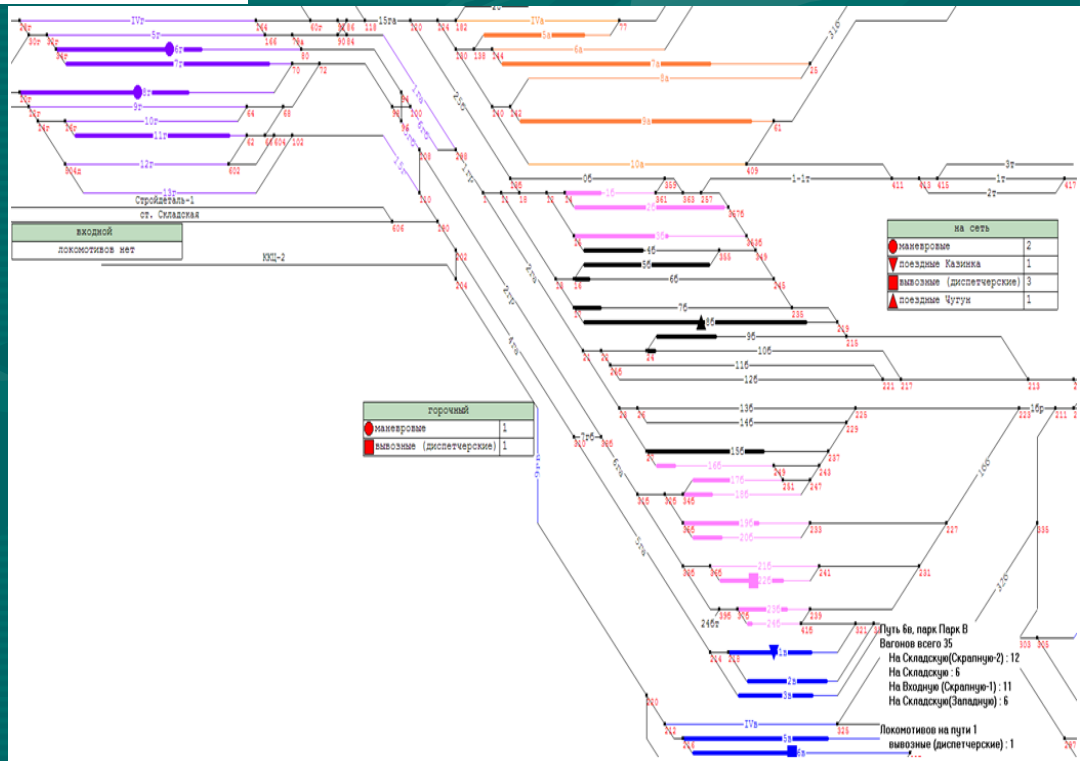
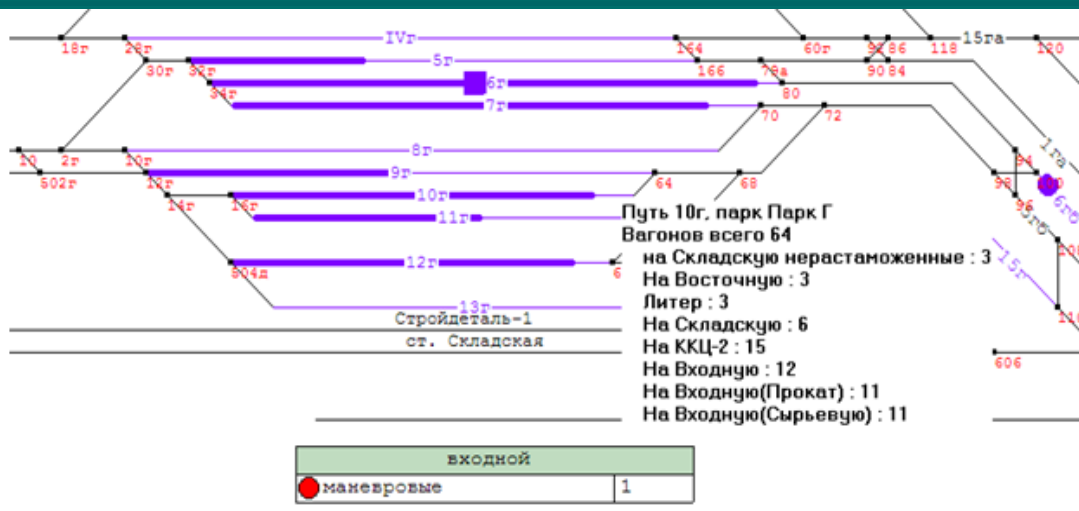


Интерактивное моделирование – метод снижения

функциональной уязвимости

Предлагаются конкретные подходы по повышению функциональной надежности станций при технологических сбоях. Для разработки специальных режимов работы в случае сложных типов сбоев предложена процедура интерактивного моделирования, когда гармонично соединяются возможности имитационной модели и интеллект человека.

Схема станции с расположением локомотивов



Состояние парка приема в модели

В трудной ситуации модель останавливается и управление передается опытному технологу. Он имеет всю необходимую информацию и полный набор управленческих действий. Технолог, выбирая наилучшую в этих условиях последовательность операций, вводит систему в нормальное состояние и передает управление назад модели. И так при каждой ее остановке.

Режим работы технолога в случае технологического сбоя

Очередь операций

57% [2] 03:47 8

№	Название операции	Поступление
1031	Отправление на ККЦ-2 с 22б пути [22б п. парка Парк Б]	[2] 03:22
2392	Отправление на Входную (на Прокат порожние) [8в п. парка Парк В]	[2] 03:29
842	Отправление на Входную со 2б, 3б путей [2б п. парка Парк Б]	[2] 03:46
2155	Расформирование разборочного со Входной ручной режим [8г п. парка Парк Г]	[2] 03:47
931	Отправление на Складскую с 23б пути [23б п. парка Парк Б]	[2] 03:51
2240	Расформирование сборного с Проката ручной режим [6г п. парка Парк Г]	[2] 03:57
2218	Перестановка состава на 2,3,4 в.о. (концентрат) [7а п. парка Парк А]	[2] 03:58
1188	Отправление на Входную с 17б пути [17б п. парка Парк Б]	[2] 04:00
798	Отправление на Чугун с 8б пути [8б п. парка Парк Б]	[2] 04:06
2484	Отправление на Казинку (на Калининград) [1в п. парка Парк В]	[2] 04:11

Прогноз прибытия поездов с разложением составов

Прогноз прибытия поездов на 3 часа

Всего составов: 123. Составов принято: 34. Составов, прибывающих в ближайшее время: 45.

Направление	№	Время	Операция	Вагон
Входная	3903	[2] 09:57	Прием со Входной (со ст. Прокат)	42
ККЦ-2	3203	[2] 10:20	Прием с ККЦ-2 (на Новороссийск)	50
Входная	3979	[2] 10:20	Прием со Входной (с Сырьевой) местные вагоны	28
Восточная	3109	[2] 10:20	Прием с Восточной сборного	40
Казинка	3719	[2] 10:47	Прием с Казинки разборочного	64
Чугун-II	3538	[2] 10:52	Прием с Чугуна маршрута с концентратом	64
Восточная	709	[2] 11:12	Прием с Восточной сборного	40
Входная	605	[2] 11:22	Прием со Входной разборочного	47
Входная	3929	[2] 12:01	Прием со Входной (со ст. Прокат)	42

Назначение	Количество
На Казинку(Новороссийск)	12
На Казинку (Калининград)	8
На Казинку	20
ротор №1	2

Возникла исключительная ситуация

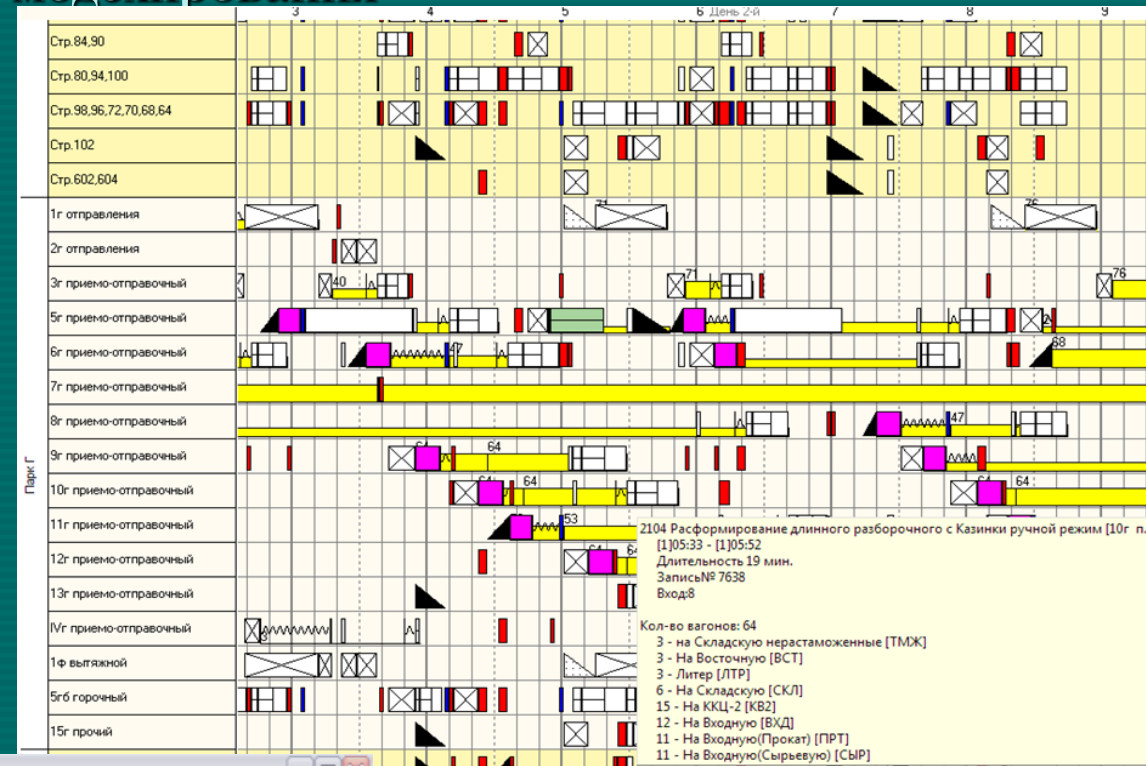
Нормальн

Очередь операций, ожидающих выполнения

Действия технолога при использовании процедуры интерактивного моделирования

График исполненной работы

Технолог может посмотреть график исполненной работы и протокол, чтобы увидеть последовательность предыдущих операций. Имеется дополнительная информация для более глубокого анализа.



Протокол

↑ Показать за последние 1 час

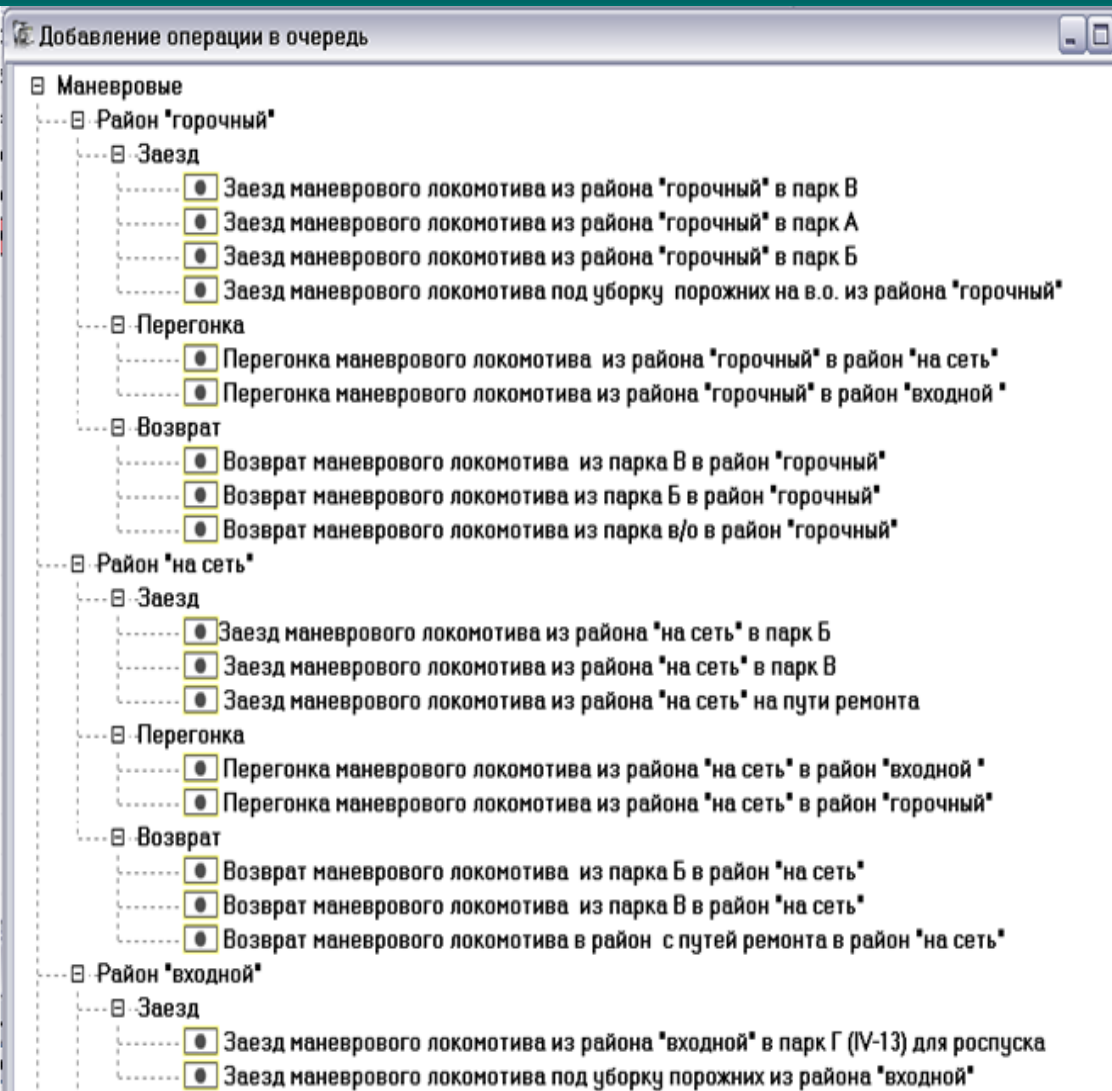
ID	Имя операции	Время
2231	☒ Перестановка состава на 2 в.о. (доломит) стандарт [6а п. парка Парк А]	[2] 08:20
2230	☒ Перестановка состава на 2 в.о. (флюсы) стандарт [5а п. парка Парк А]	[2] 08:20
2740	☒ Расформирование сборного со Складской (ручной режим) [9г п. парка Парк Г]	[2] 08:19
1413	● Уборка локомотива с 5б в район "на сеть" [С 5б п. парка Парк Б в район на сеть]	[2] 08:19
2740	☒ Расформирование сборного со Складской (ручной режим) [9г п. парка Парк Г]	[2] 08:19
1881	■ Осаживание (на Казинку) 5б путь	[2] 08:19
2034	☒ Перестановка состава "разборочный со Складской" в парк Г (6-12) стандарт [2в п. парка Парк В]	[2] 08:19
2202	☒ Перестановка состава в парк А (известь и 1 в.о.) стандарт [1б п. парка Парк Б]	[2] 08:16
2740	☒ Расформирование сборного со Складской (ручной режим) [9г п. парка Парк Г]	[2] 08:16
2190	☒ Перестановка состава с провешиванием (порожние концентрат) стандарт [1г п. парка Парк Г]	[2] 08:16
2740	☒ Расформирование сборного со Складской (ручной режим) [9г п. парка Парк Г]	[2] 08:16

У технолога есть возможность переставить любой локомотив в любую точку, отправить поезд, переставить состав и т.п.

Протокол работы модели до остановки

Действия технолога при использовании процедуры интерактивного моделирования

Таблица добавляемых в очередь операций



Удобный сервис в модели:

Технолог может вставить в очередь любую операцию из технологического процесса и выполнить её вне очереди. После расчета система ИСТРА выдает исчерпывающие результаты для анализа. Сочетание возможностей модели и интеллекта человека позволяет рассчитать предельные возможности транспортной системы и определить её запас прочности. Это поможет **снизить функциональную уязвимость станций при технологических сбоях разной природы.**

ВЫВОДЫ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

1. Снизить функциональную уязвимость станции при выходе из строя функционального элемента можно повышением ее адаптивности с помощью имитационного моделирования.
2. Функциональная надежность выше, если достигнута гармония между структурой и технологией. Для её достижения предлагается использовать оптимизирующую процедуру «имитационный спуск». Он позволяет устранить несоответствие между структурой и технологией за счет направленной последовательности шагов по снижению межоперационных задержек, то есть устранения «узких мест» структуры и технологии.

ВЫВОДЫ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

3. Финитное управление означает логическое выстраивание технологических цепочек по конечным ритмам (например, ритмам накопления составов на различные направления). Разработанный специальный метод И-МДС заранее запускает технологические цепочки в соответствии с их «длиной», тем самым предлагая запуск технологической линии с учетом возникшего сбоя.
4. Для выбора и отработки специальных режимов работы в сложных ситуациях предложен эффективный метод - интерактивное моделирование. В этом случае модель прекращает автоматическую работу, передается управление технологу, который оценив ситуацию, выбирает наилучшее решение. Соединение возможностей развитой имитационной системы и интеллекта человека поможет выбрать пути эффективного повышения работоспособности станции при технологических сбоях.

ВЫВОДЫ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

5. Эксперименты на модели показали высокую эффективность оптимизирующих процедур «имитационный спуск», интерактивное моделирование и И-МДС.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!