

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА НЕЧЁТНОЙ СИСТЕМЫ СТАНЦИИ ГОМЕЛЬ



*Выполнила студентка гр. ЗД-61 Ткаченко Е. Г.
Руководитель к. т. н., доцент Пожидаев С.А.*

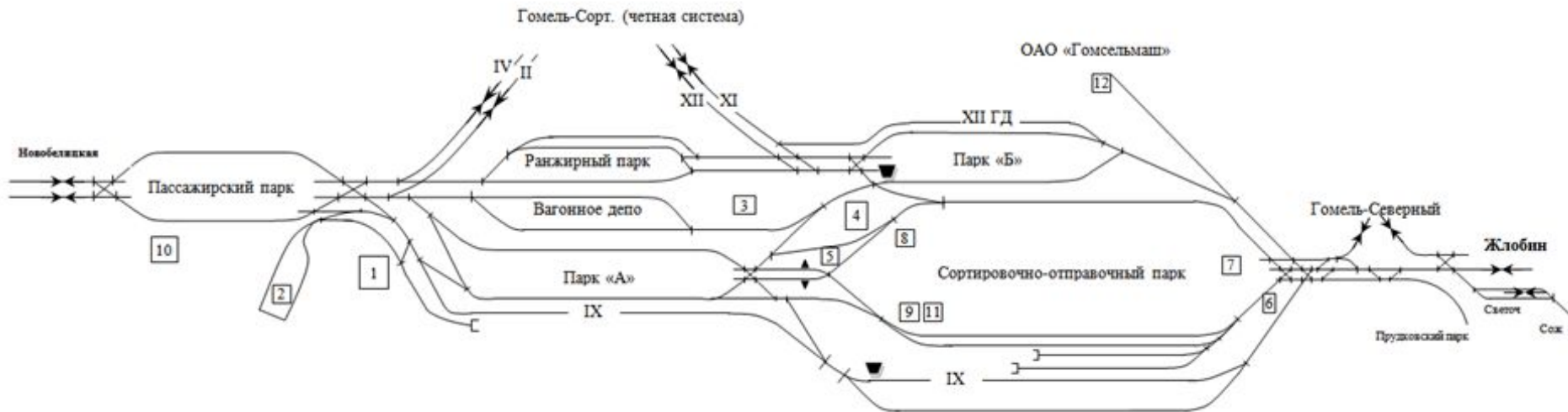
Цель дипломного проекта: обоснование сокращения энергоемкости работы сортировочного комплекса Нечётной системы станции Гомель.
Объект разработки дипломного проекта: станция Гомель (Нечётная система).

Предмет разработки дипломного проекта: техническое оснащение сортировочного комплекса Нечётной системы станции Гомель и его влияние на энергоёмкость работы.

Задачи, решаемые в дипломном проекте для достижения поставленной цели:

- 1. Анализ объёмов работ Нечётной системы станции Гомель и прогнозирование перспективных значений для проверки соответствия ими параметров технического оснащения и технологии работы Нечётной системы станции Гомель.**
- 2. Проверка основных параметров сортировочной горки.**
- 3. Выбор энергоэффективных тормозных средств и нормирование расхода сжатого воздуха для работы пневматических замедлителей.**
- 4. Разработка рациональной конструкции продольного профиля подвижной, перевальной и спускной части сортировочной горки и оптимизация их параметров по энергетическому критерию.**
- 5. Выбор энергоэффективного типа тягового подвижного состава для выполнения маневровой работы.**
- 6. Экономическая оценка предложений и рекомендаций и оценка эффективности вложения инвестиций.**

Схема Нечётной системы станции Гомель



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- 1 – здание Конторы начальника станции
- 2, 12 – помещение приемосдатчика груза и багажа
- 3 – административно-бытовое помещение
- 4 – пост ЭЦ
- 5 – помещение горочного составителя
- 6 – помещение дежурного по парку МП-8
- 7 – помещение обогрева

- 8, 9 – вышки управления 3-й тормозной позицией
- 10 – помещение дежурного по пассажирскому парку
- 11 – помещение регулировщика скорости движения вагонов
- ▲ – бункер для документов

Техническое оснащение сортировочного комплекса Нечётной системы станции Гомель:

- механизированная сортировочная горка средней мощности высотой 3,49 м эн. в. с тремя тормозными позициями, оборудованными вагонными замедлителями (ЗВУ-06, ЗВУ-02, КЗ-3ПК, ЗВУ-05, РНЗ-2), двумя путями надвига, одним путём роспуска и двумя обходными путями;
- сортировочно-отправочный парк (роспуск производится на 21 путь, которые объединены в 3 пучка);
- компрессорная станция (винтовые компрессоры компании KAESER KOMPRESSOREN серии DSD 171 производительностью 16,12 м³/мин, энергопотребление 90кВт);
- устройства горочной автоматической централизации (ГАЦ); стрелочные переводы; фотоэлектрический контроль занятости стрелочных переводов; устройства пневматической облувки стрелочных

Диаграмма изменения количества принимаемых в Нечётную систему станции Гомель поездов в период с 2001 по 2016 гг.



Диаграмма изменения количества отправляемых с Нечётной системы станции Гомель поездов в период с 2001 по 2016 гг.

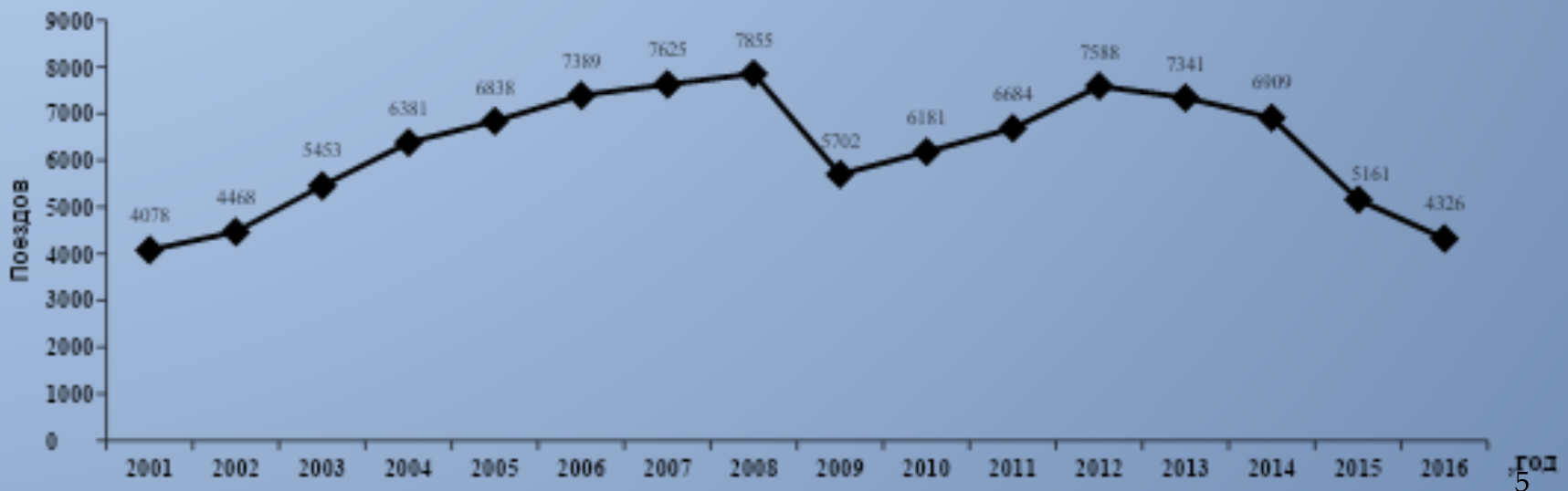


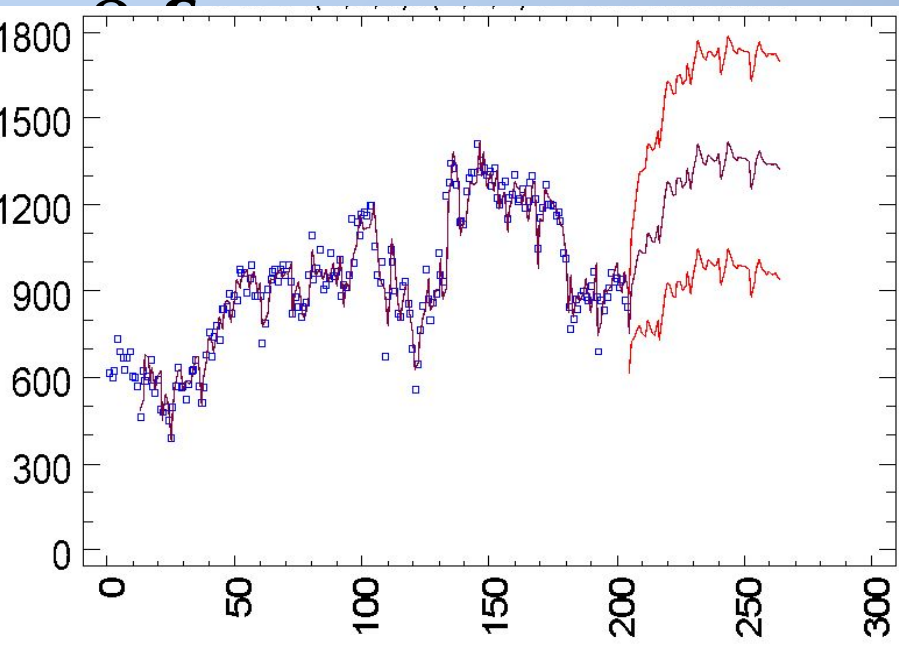
Диаграмма изменения среднесуточного количества вагонов, расформированных на горке Нечётной системы станции Гомель в период с 2001 по 2016 гг.



Прогнозирование показателей среднесуточной переработки вагонов на горке

СЕЗОННАЯ МОДЕЛЬ АРПСС (1,0,0) x(2,1,2)₁₂ с константой

$$\Pi_t = \varphi_0 + \Pi_{t-12} + \varphi_1(\Pi_{t-1} - \Pi_{t-13}) + \varphi_2(\Pi_{t-12} - \Pi_{t-24}) + \varphi_3(\Pi_{t-24} - \Pi_{t-36}) - \Omega_1 \cdot \varepsilon_{t-12}$$



Критерии качества модели для оценки адекватности модели реальным протекающим

| Среднеквадратичная ошибка, вагонов | Средняя стандартная ошибка, вагонов | Средняя абсолютная процентная ошибка, % | Средняя ошибка, вагонов | Средняя процентная ошибка, % |
|------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|------------------------------|
| 68,13 | 51,79 | 5,75 | 0,55 | -0,53 |

СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ ОБЪЁМЫ РАБОТЫ: **1260 ВАГОНОВ В СУТКИ**

МАКСИМАЛЬНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ВАГОНОВ НА ГОРКЕ: **1790 ВАГОНОВ В СУТКИ**

МИНИМАЛЬНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ВАГОНОВ НА ГОРКЕ: **460 ВАГОНОВ В СУТКИ**

Расчёт минимально необходимой высоты сортировочной горки
*(существующая высота сортировочной горки Нечётной системы станции Гомель
 $H_p=3,49$ м эн. в.)*

| № участ ка | Параметры плана горки и расчётного бегуна | | | | | | Средние потери удельной энергии, м эн. в. | | | |
|------------------|--|-------------------------|--------|--------|----------|-------|---|----------|----------|----------|
| | l_i , м | $\sum \alpha$, град | n, шт. | v, м/с | w_{CB} | w_o | h_{OCH} | h_{CK} | h_{CB} | $\sum h$ |
| | | | | | H/кН | | | | | |
| 1 | 51,27 | 6,03 | 1 | 4 | 1,953 | 1,75 | 0,09 | 0,03 | 0,1 | 0,22 |
| 2 | 108,107 | 16,36 | 2 | 5 | 2,509 | | 0,19 | 0,12 | 0,27 | 0,58 |
| 3 | 220,22 | 46,04 | 5 | 4 | 1,953 | | 0,39 | 0,21 | 0,43 | 1,03 |
| 4 | 61,49 | 0 | 0 | 2 | 1,071 | | 0,11 | 0 | 0,07 | 0,18 |
| Итого | 441,087 | 68,43 | 8 | | | | 0,78 | 0,36 | 0,87 | 2,01 |

Минимально необходимая высота сортировочной горки:
 $H_p = 1,75 \cdot (0,78 + 0,36 + 0,87) + 0,12 - 0,11 = 3,54$ м эн. в.

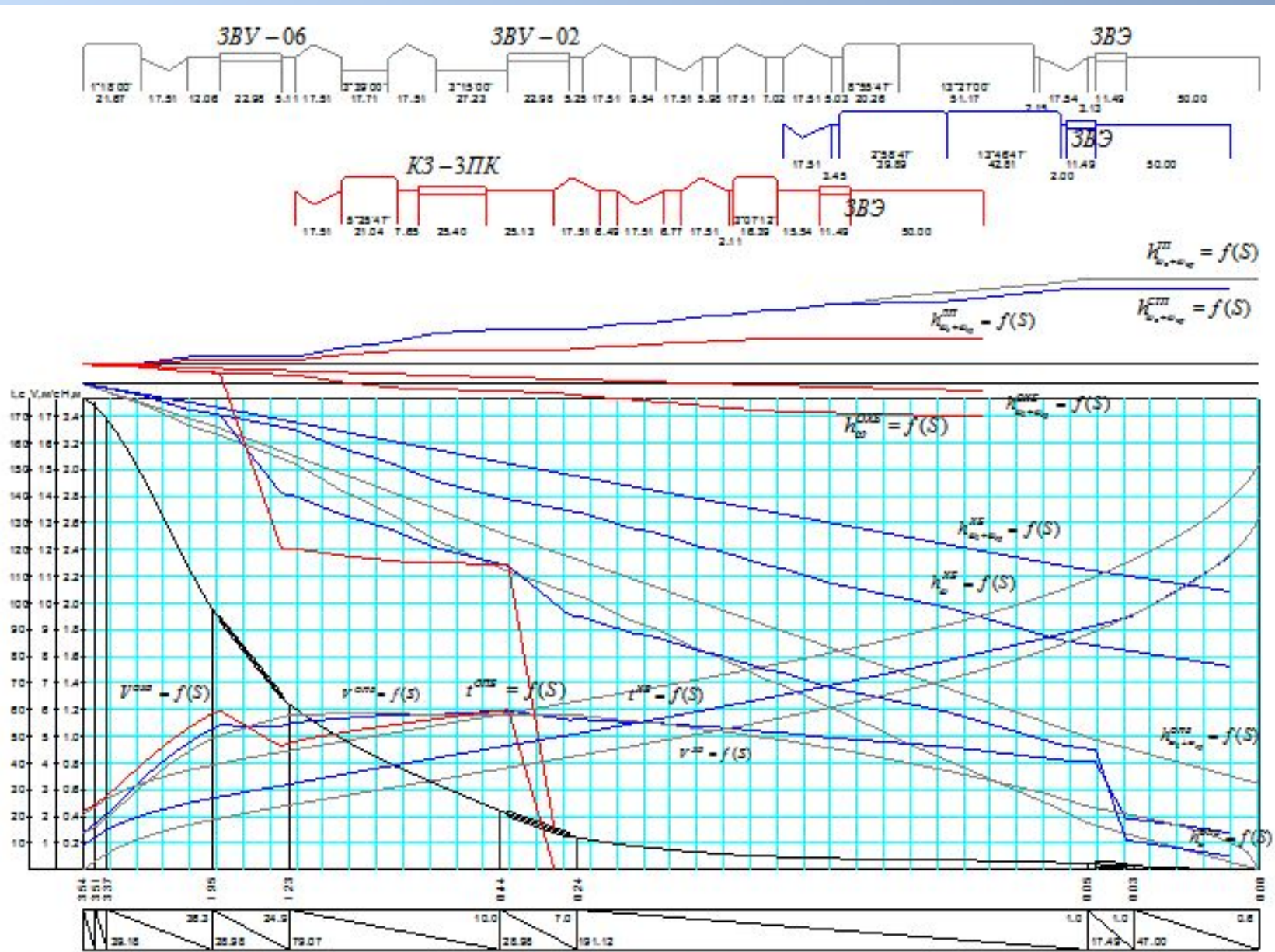
Основные параметры сортировочной горки в сравнении с существующим положением

| Параметры | Существующее положение | Принимаемый вариант |
|---|---|---------------------|
| Высота сортировочной горки, м эн. в. | 3,49 | 3,54 |
| Потребная мощность ТП1 и ТП2 | 3,85 | |
| Наличная мощность тормозных средств первой и второй тормозной позиции, м эн. в. | 3,9 | 3,9 |
| Потребная мощность ПТП, м эн. в. | 0,13 | |
| Наличная мощность тормозных средств ПТП, м эн. в. | 1,3 – для ЗВУ-05 1,05 – для РНЗ-2 | 0,3 – для ЗВЭ |
| Тип, производительность и мощность компрессорной станции | <i>KAESER KOMPRESSOREN</i> <i>DSD171;</i> производительность 16,12 м ³ /мин.; мощностью двигателя 90 кВт. | |
| Потребная производительность компрессорной установки, м ³ /мин. | 14,31 | 10,64 |

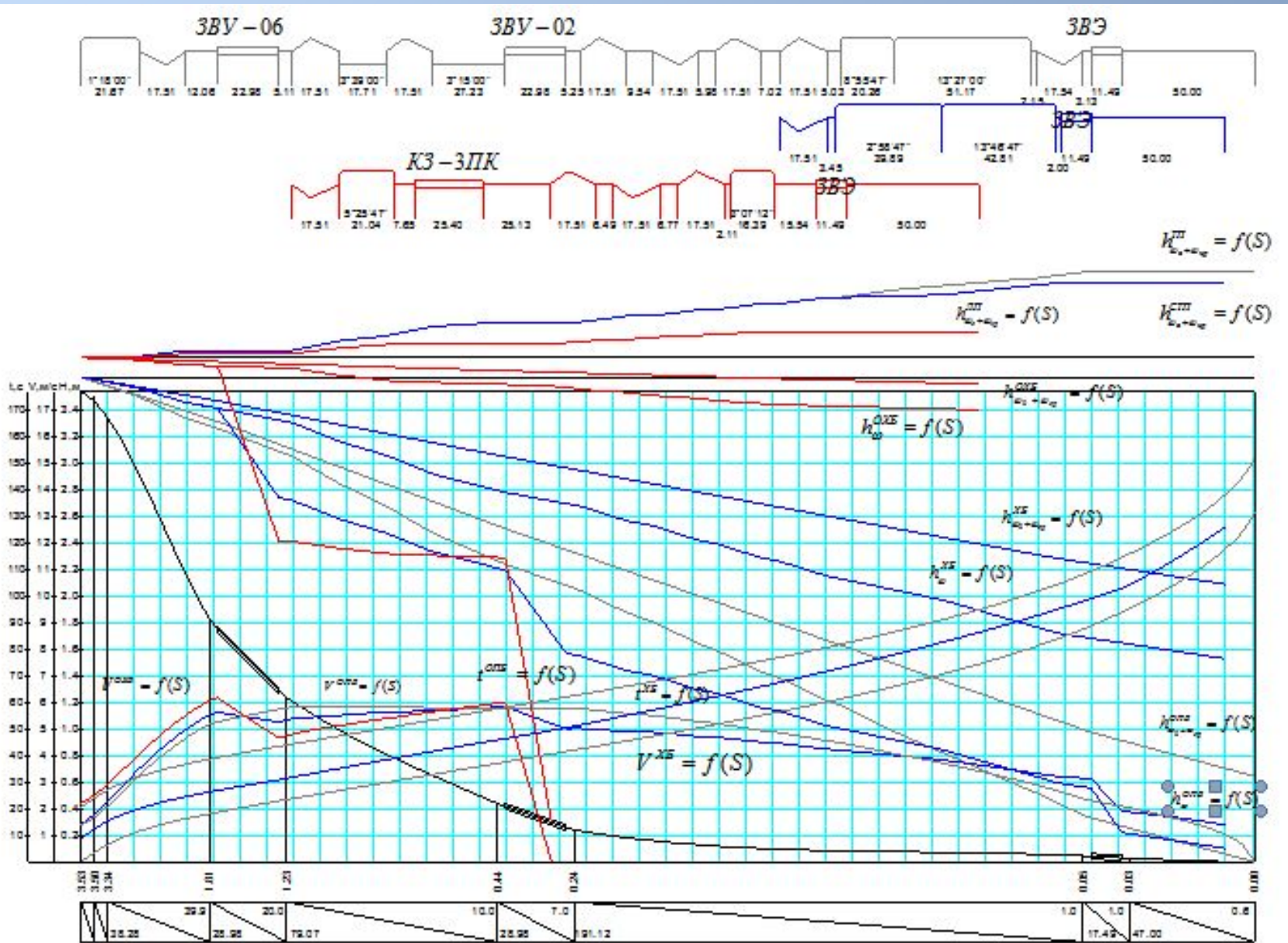
Характеристика клещевидно-нажимного двухрельсового пружинно-гидравлического вагонного замедлителя ЗВЭ

| Наименование параметра | Численное значение |
|--|--------------------|
| Тормозное усилие, кН | 60 ±5 |
| Погашаемая энергетическая высота (тормозная мощность) при торможении полногрузных 4-осных вагонов массой 92 т с колесом шириной 130 мм, метров энергетической высоты (м. эн. в.), не менее | 0,30 |
| Максимально допустимая скорость входа вагона в замедлитель, м/с | 6 |
| Время перевода из положения "Отторжено" в положение "Заторжено", с, не более | 0,4 |
| Время снятия усилия нажатия тормозных шин, с, не более | 0,6 |
| Давление в гидросистеме, МПа, не более | 12 |
| Потребляемая мощность, Вт, не более | 120 |
| Габаритные размеры замедлителя, мм, не более: | |
| - длина по тормозным шинам | 3 410 |
| - длина по рельсам | 8 200 |
| - ширина | 3 600 |
| - высота в рабочем положении | 750 |
| - высота от низа бруса до уровня головки рельса | 600 |
| Масса замедлителя, кг, не более | 12 500 |

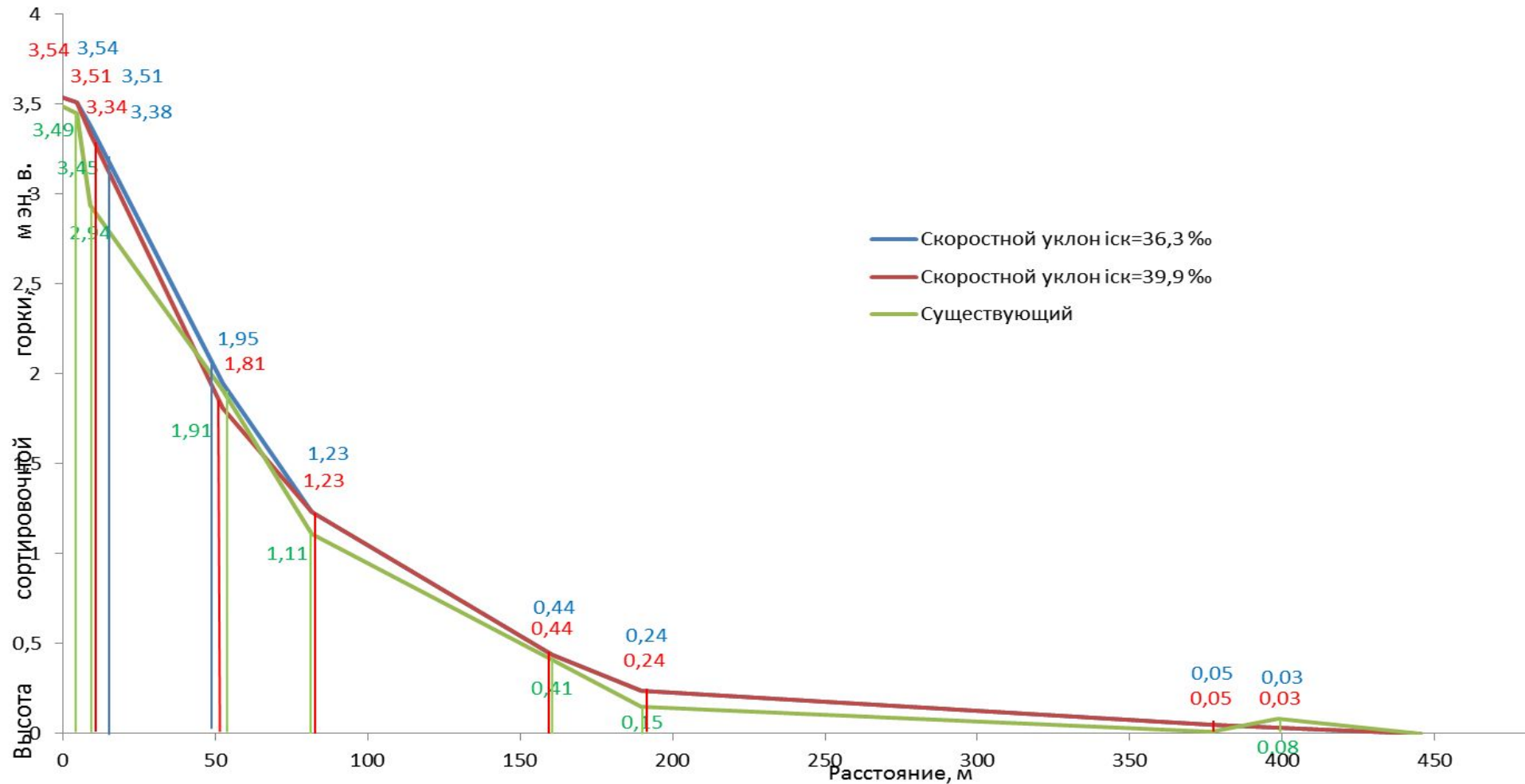
Графоаналитический расчёт параметров сортировочной горки при величине скоростного уклона $i_{ск} = 36,3\%$



Графоаналитический расчёт параметров сортировочной горки при величине скоростного уклона $i_{ск} = 39,9\%$



Сравнение параметров существующего и проектных продольных профилей спускной части сортировочной горки



Результаты расчёта затрат времени и топлива при надвиге состава из 53 вагонов массой 3330 т на один ропуск по 23А пути

| Вариант | Режим тяги и инерции, тепловоз ЧМЭЗ, ограничение скорости по ропуску 5 км/ч | |
|------------------|--|-------------------------|
| | Расход топлива, кг | Затраты времени, мин |
| Исходный | 7,7 | 11,3 |
| 1 вариант | 5,7 | 10,7 |
| 2 вариант | 5,9 | 10,6 |
| <i>3 вариант</i> | <i>6,3</i> | <i>10,3</i> |
| 4 вариант | 5,5 | 10,8 |
| 5 вариант | 6,0 | 10,4 |
| 6 вариант | 6,4 | 10,4 |
| <i>7 вариант</i> | <i>6,9</i> | <i>10,1</i> |

Технические характеристики маневровых локомотивов

| | ЧМЭЗ | ТМЭ1 | ТМЭ2 |
|--|------|------|------|
| Мощность по дизелю, кВт | 993 | 1455 | 970 |
| Максимальное тяговое усилие, кН | 369 | 436 | 410 |
| Конструкционная скорость, км/ч | 95 | 100 | 100 |
| Удельный расход топлива при максимальной мощности, г/кВт ч | 220 | 202 | 202 |
| Масса, т | 123 | 120 | 120 |

**Результаты расчета продолжительности и расхода
топлива на надвиг и роспуск состава из
64 вагонов массой 3990 т
тепловозами различных типов**

| Тип ЛОКОМОТИВА | Продолжитель ность надвига и роспуска, мин | Расход ТОПЛИВА, КГ |
|-------------------|--|-----------------------|
| ЧМЭ-3 | 12,7 | 9,2 |
| ТМЭ-1 | 12,8 | 10,8 |
| ТМЭ-2 | 13,5 | 7,0 |

- Суммарные капиталовложения в постоянные устройства по развитию горочного сортировочного комплекса Нечётной системы станции Гомель, обеспечивающие сокращение энергоёмкости его работы, составят 4 835 413,99 рублей, а эксплуатационные расходы на содержание дополнительных устройств составят 11 648,04 рублей в год.
- Общая экономия эксплуатационных расходов при реконструкции горочного комплекса составляет 472 543 рублей в год, а чистый доход 1 163 315,96 рублей в год.
- С учётом норматива дисконтирования 0,14 динамический период возврата инвестиций в системе дисконтирования составит 7,78 лет. Расчётная норма рентабельности составит 0,021, а индекс доходности –

1,021.
Вложения инвестиций в предлагаемые мероприятия по развитию горочного сортировочного комплекса Нечётной системы станции Гомель, обеспечивающие сокращение энергоёмкости его работы, экономически выгодны

График определения динамического периода возврата инвестиций в системе дисконтирования

