

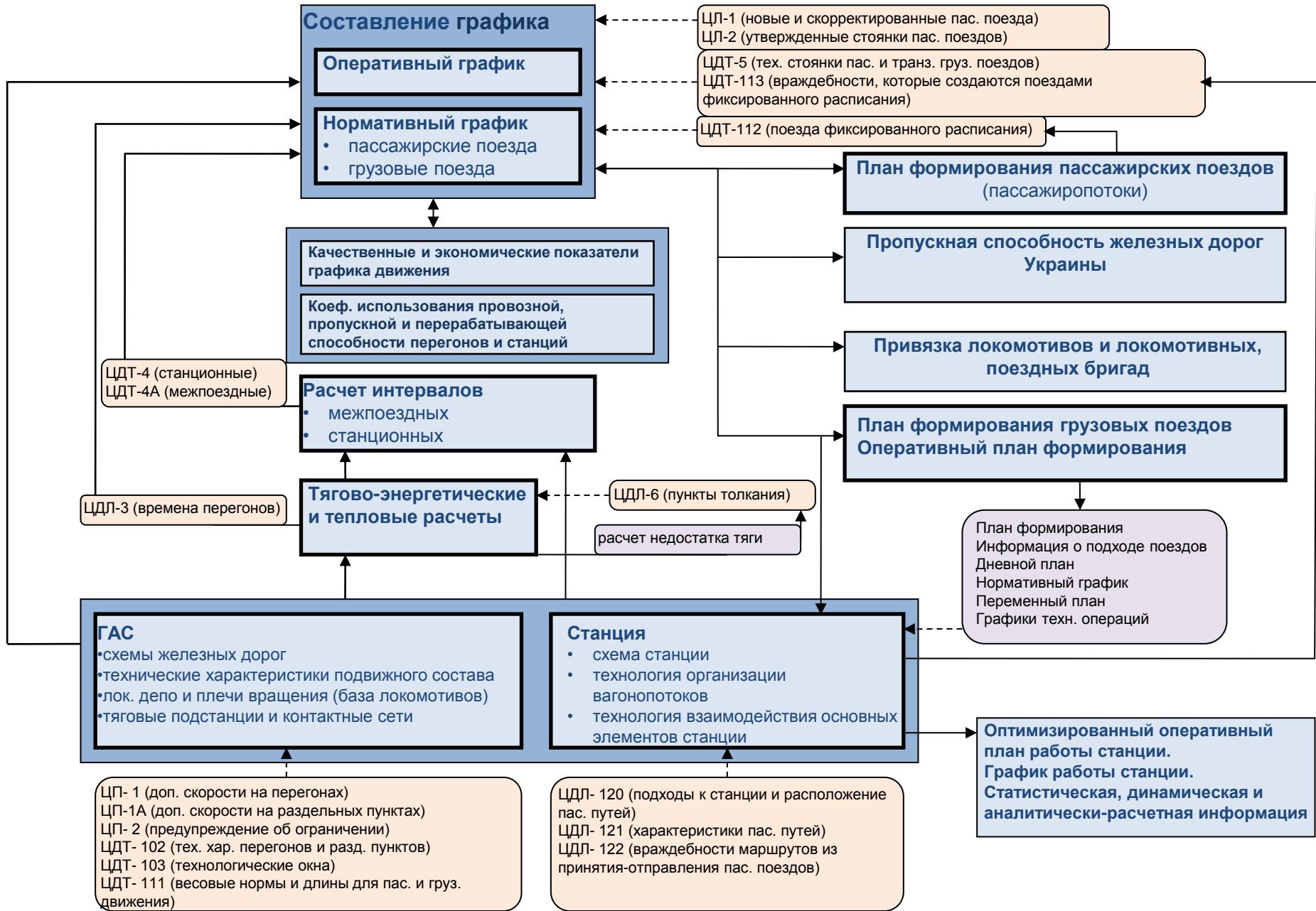
Организация движения поездов и  
работа железнодорожных станций

ООО «Математический центр»

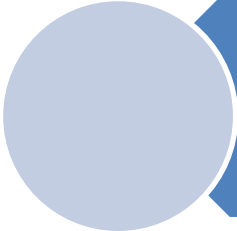
[mathcenter.com.ua](http://mathcenter.com.ua)

[company@mathcenter.com.ua](mailto:company@mathcenter.com.ua)

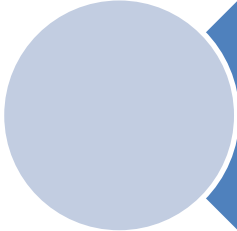
# Организация движения поездов и работа железнодорожных станций



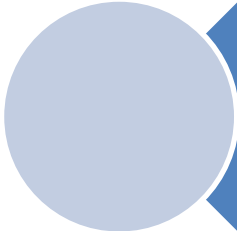
# ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ГАС)



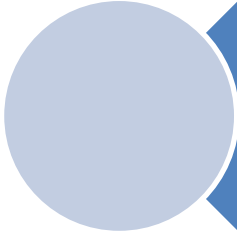
информационная поддержка задач оптимизации вагонопотоков и расчета основных элементов графика движения поездов;



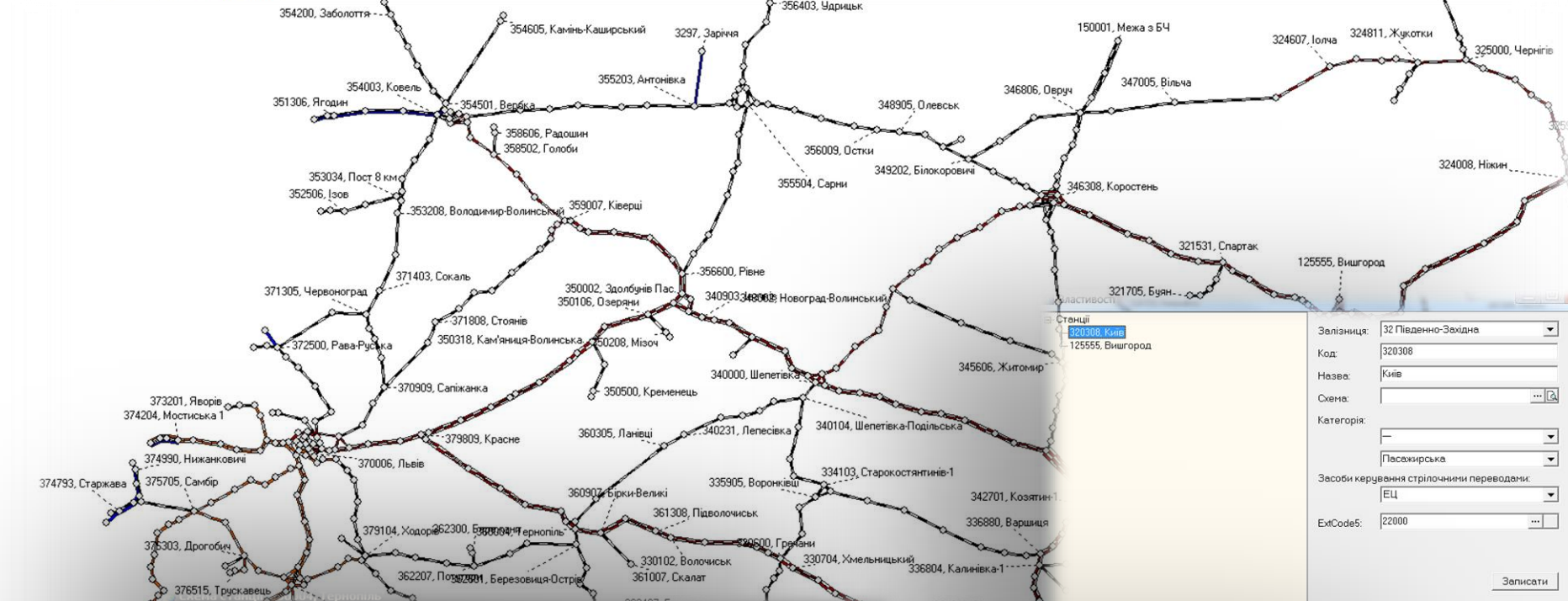
формирование и редактирование схемы железных дорог и разработка схем станций;



формирование информационных моделей объектов железной дороги и подвижного состава;



разработка нормативной базы для решения задач планирования и оптимизации



Станції

320308 Київ

125555 Вишгород

Залізниця: 32 Південно-Західна

Код: 320308

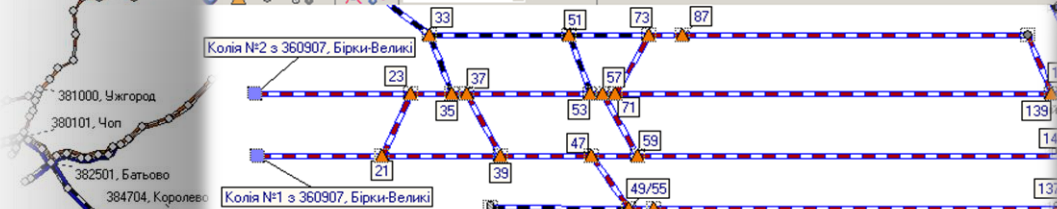
Назва: Київ

Схема:

Категорія:

Засоби керування стрілочними переводами: ЕЦ

ExtCode5: 22000



**Властивості**

Станції колії

- Колія №1 (Головна, Комбінована)
- Колія №2 (Головна, Комбінована)
- Колія №2 (Головна, Комбінована)
- Колія №1 (Головна, Комбінована)
- Колія №1 (Головна, Комбінована)
- Колія №2 (Головна, Комбінована)
- Колія №2 (Головна, Комбінована)
- Колія №2 (Головна, Комбінована)
- Колія №1 (Головна, Комбінована)

Початковий пункт: Колія №1 з 360907, Бірки-Великі

Кінцевий пункт: 21

Номер: 1

Тип: Головна

Призначення: Комбінована

Корисна довжина: 0

Перегони

322002, Немішіве - 321902, Клядівце (6093)

- 1. 6093
- 2. 6093

Початкова станція: 322002, Немішіве

Кінцева станція: 321902, Клядівце

Кількість колій: 2

Пристрої СЦБ: автоблокування

Межа початкової станції: 840 доп. швидкості

Межа кінцевої станції: 1694 доп. швидкості

Відстань від початкової станції до стрілки: 480

Відстань від кінцевої станції до стрілки: 1380



# ТЯГОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОВЫЕ РАСЧЕТЫ

расчет оптимальных параметров движения поездов по заданным критериям;

расчет адаптивных параметров моделей движения и моделей управления режимами движения поездов (расчет реальных тягово-энергетических характеристик локомотивов и опорных параметров подвижного состава);

расчет проектных параметров для прокладки путей под заданный режим движения поездов;

расчет тепловых характеристик приводов локомотивов под заданный или рассчитанный режим движения поездов;

расчет характеристики дополнительной тяги для поездов с заданными параметрами и рассчитанными режимами их движения;

построение функциональных зависимостей между тяговыми, топливно-энергетическими, временными, скоростными и другими параметрами поездов и режимами их движения;

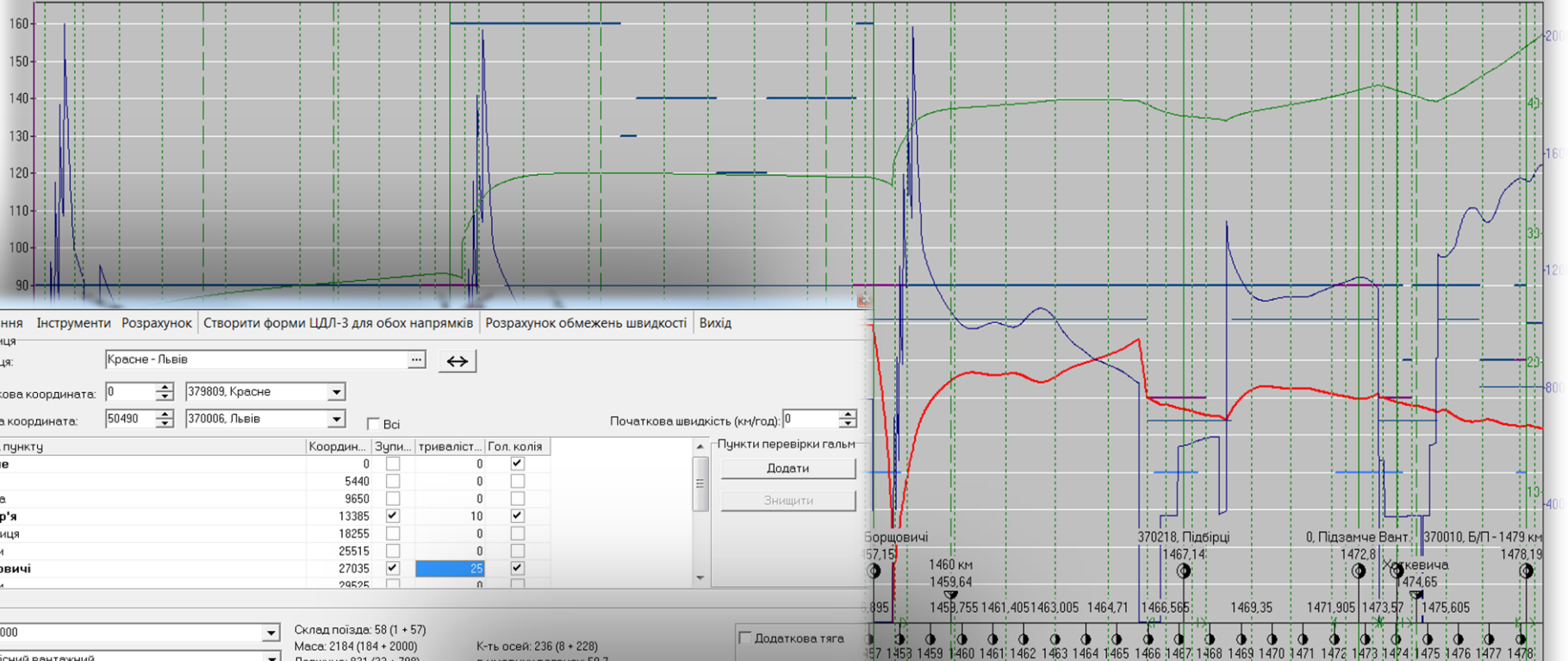
формирование оптимальных ограничений на скорость движения на незаданных участках или их частях для заданного времени на перемещение поезда;

автоматизация процесса формирования оперативных режимных карт ведения поездов

3 однієї тоці 30 метри Висота смуги профілю (м): 100 Графіки Тягові характеристики

Сітки Кілометраж Пошук Згенерувати малюнки Легенда

Відст. від поч. 0 н (1430,14-й кілометр) Обмеження швидкості 90 км/год Струм 0 А (0 А) ??  
 Час 0 хв Швидкість 0 км/год Чийл 0,7 проміле Температура 0 °C



Завдання Інструменти Розрахунок Створити форми ЦДЛ-3 для обох напрямків Розрахунок обмежень швидкості Вихід

Дільниця: Красне - Львів

Початкова координата: 0 379809, Красне

Кінцева координата: 50490 370006, Львів  Всі

Початкова швидкість (км/год): 0

Назва пункту	Координ...	Зупи...	триваліст...	Гол. колія
Красне	0	<input type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Куткір	5440	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Полтва	9650	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Задвір'я	13385	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input checked="" type="checkbox"/>
Полониця	18255	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Залуги	25515	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Борщовичі	27035	<input checked="" type="checkbox"/>	25	<input checked="" type="checkbox"/>
1460 км	29535	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>

Пункти перевірки гальм

Додати

Знищити

Додаткова тяга

Піезд: ВЛ80 2000

Склад поїзда: 58 (1 + 57)

Маса: 2184 (184 + 2000)

К-ть осей: 236 (8 + 228)

у умовних вагонах: 59,7

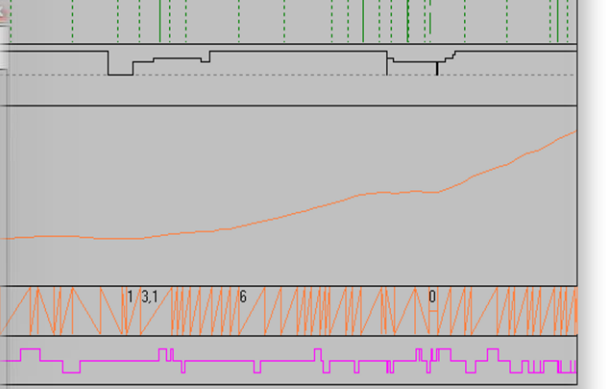
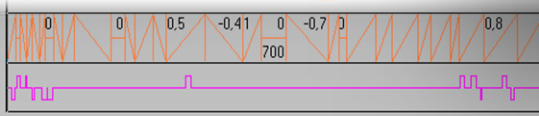
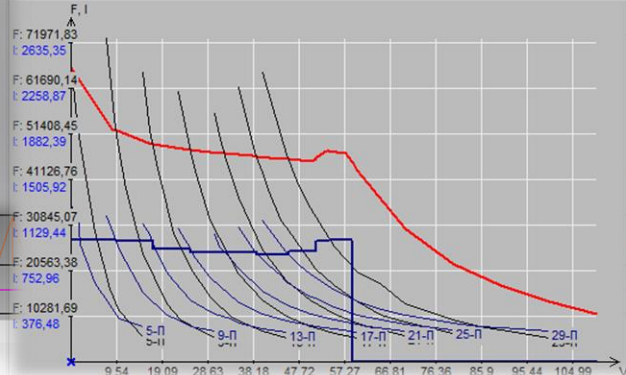
Швидкісний вантажний

Довжина: 831 (33 + 798)

Тягові характеристики

Струми двигуна  Відобразити назви режимів

V: 0 I: 0 F: 0



# ПРОКЛАДКА НИТЕЙ ГРАФИКОВ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

расчет времен перегонов по заданным критериям;

расчет междупоездных и станционных интервалов движения поездов;

построение нормативных графиков движения поездов;

автоматизация процесса построения графика движения с учетом «окон» на пути перемещения поезда;

автоматическая прокладка графика для поездов различных категорий, которые имеют индивидуальные режимные параметры хода, длины или массу;

ручная корректировка графика движения поездов;

прокладка графика движения поездов на основе экономических критериев выбора его нормативов и показателей;

разработка системы оптимального адаптивного (на основе оперативного установления реальных тягово-энергетических характеристик) автоведения поездов на основе высокоточного прогнозирования параметров в процессе его движения;

автоматизация процесса выявления имеющих "враждебностей" маршрутов по приему - отправлению пассажирских поездов

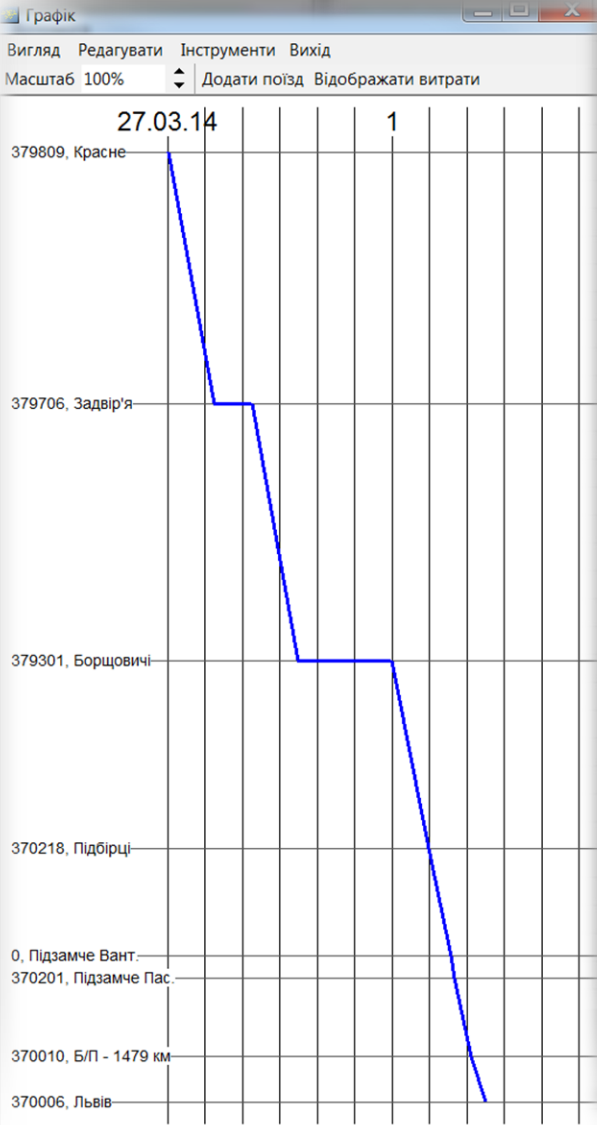


Результати розрахунку

Графік Таблиці Розклад

Зберегти таблицю Створити форму ЦДЛ-3 Створити форму попереджень Розрахувати економію енергії при збільшенні часу ходу Перевірки гальм

роздільний пункт	координата		план - профіль			розрахунок руху				енергетика	
назва	поч. (...)	кінц. ...	ухил	R кривої...	V макс. (км/...	V (км/го...	шлях (м)	час (с)	стан	струм (А)	температур...
<b>379809, Красне</b>	<b>350</b>						<b>0</b>	<b>0 (хв)</b>		<b>0 (кВт.год)</b>	
	350	370	0	1700	60	0	0	0	Тяга, Позиція: 5-П	375	17,75
	370	375	0	1700	60	11,69	20	12,32	Тяга, Позиція: 9-П	575,27	17,85
	375	380	0	0	60	12,49	25	13,8	Тяга, Позиція: 9-П	543,04	17,93
	380	400	-4,7	0	60	13,17	30	15,21	Тяга, Позиція: 9-П	515,63	18,18
	400	420	-4,7	0	60	15,39	50	20,25	Тяга, Позиція: 9-П	430,83	18,32
	420	440	-4,7	0	60	16,83	70	24,72	Тяга, Позиція: 9-П	390,08	18,43
	440	460	-4,7	0	60	17,96	90	28,86	Тяга, Позиція: 13-П	910,99	18,7
	460	480	-4,7	0	60	20,41	110	32,61	Тяга, Позиція: 13-П	771,44	18,88
	480	500	-4,7	0	60	22,04	130	36	Тяга, Позиція: 13-П	686	19,01
	500	515	-4,7	0	60	23,3	150	39,18	Тяга, Позиція: 13-П	614,16	19,09
	515	535	-4,7	780	60	24,11	165	41,46	Тяга, Позиція: 13-П	568,06	19,18
	535	540	-4,7	780	60	25,07	185	44,38	Тяга, Позиція: 17-П	1227,98	19,23
	540	560	5,5	780	60	25,57	190	45,1	Тяга, Позиція: 17-П	1190,59	19,42
	560	565	5,5	780	60	27,38	210	47,82	Тяга, Позиція: 17-П	1070,12	19,46
	565	585	5,5	0	60	27,73	215	48,47	Тяга, Позиція: 17-П	1048,01	19,6
	585	605	5,5	0	60	29,03	235	51,01	Тяга, Позиція: 17-П	966,09	19,72
	605	625	5,5	0	60	30,08	255	53,44	Тяга, Позиція: 17-П	927,92	19,82
	625	645	5,5	0	60	31,02	275	55,8	Тяга, Позиція: 17-П	893,91	19,91
	645	665	5,5	0	60	31,85	295	58,09	Тяга, Позиція: 17-П	864,04	19,99
	665	685	5,5	0	60	32,59	315	60,32	Тяга, Позиція: 21-П	1501,56	20,14
	685	690	5,5	0	60	33,93	335	62,49	Тяга, Позиція: 21-П	1408	20,17
	690	700	5,5	-1100	60	34,22	340	63,02	Тяга, Позиція: 21-П	1387,94	20,23
	700	720	-1,4	-11							
	720	740	-1,4	-11							
	740	760	-1,4	-11							
	760	770	-1,4	-11							
	770	790	-1,4								
	790	810	-1,4								
	810	830	-1,4								
	830	850	-1,4								
	850	870	-1,4								
	870	890	-1,4								
	890	910	-1,4								
	910	920	-1,4								
	920	940	2,7								
	940	960	2,7								



Результати розрахунку

Графік Таблиці Розклад

Час відправлення з початкової станції: Чт 27.03.20! 00:00 Додати до графіка

Станція	Прибуття	Тривалість стоянки	Відправл...
379809, Красне			0:00:00
Куткір	0:05:33		
Полтва	0:08:46		
379706, Задвір'я	0:12:16	0:10:00	0:22:16
Полониця	0:27:14		
Залуги	0:32:48		
379301, Борщовичі	0:34:47	0:25:00	0:59:47
1460 км	1:02:38		
370218, Підбірці	1:09:44		
0, Підзамче Вант.	1:15:33		
370201, Підзамче Пас.	1:16:21		
Хоткевича	1:17:01		
370010, Б/П - 1479 км	1:20:55		
370006, Львів	1:24:54		

Загальні витрати електроенергії: [немає даних]

Закрити



# ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

## Расчет:

- максимально допустимой массы поезда и его режимных параметров;
- режимов движения поезда с минимальными суммарными энергетическими затратами;
- комбинированной тяги (набора локомотивов), которая обеспечит минимальные энергетические затраты;
- зависимости между массой, временем движения и энергетическими затратами поезда для различных типов локомотивов;
- затрат на график движения сформированного (нормативного) поезда при существующих затратных ставках.

Прокладка нити графика для конкретного поезда по заданному критерию оптимальности

Построение экономической оценки изменения графиков движения поезда

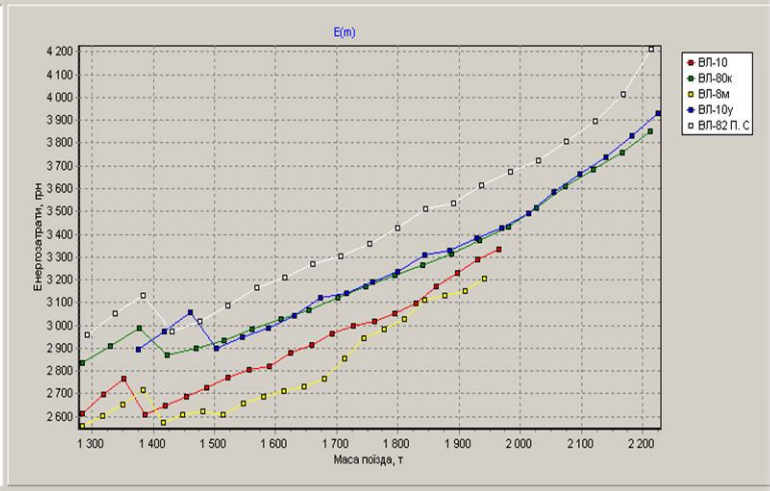
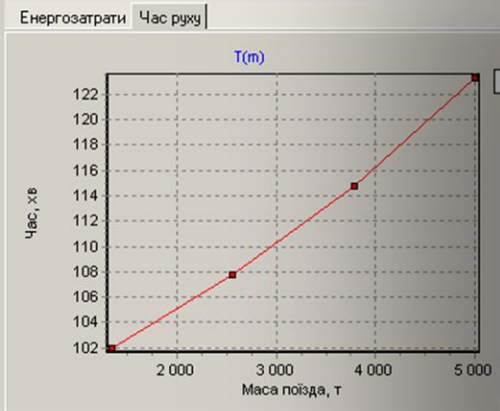
Построение ограничений (на незаданных участках) на скорость движения поезда по заданному критерию

Локомотив	Макс. маса (т)
ВЛ-10	1965
ВЛ-80к	2212
ВЛ-8м	1942
ВЛ-10у	2225
ВЛ-82 П.С	2214

Результати розрахунку

Довідка Дані ▾

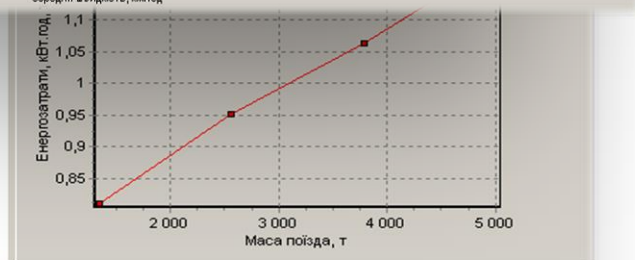
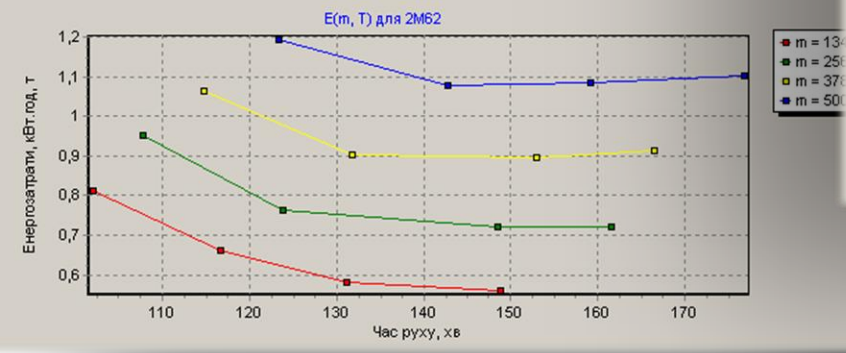
Локомотив	Макс. маса (т)
2М62	5000



ВЛ-10 ВЛ-80к ВЛ-8м ВЛ-10у ВЛ-82 П.С

2М62

Швидкість  
Час руху



2М62



**Функциональные зависимости между параметрами в условиях оптимального режима движения поездов и при различных типах тяги**

# РАЗРАБОТКА ОПЕРАТИВНЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛАНОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ

- количеству вагонов охваченных отправной и технической маршрутизацией;
- дальности следования без переработки;
- суммарной затрате на накопление, простой вагонов в процессе переработки и нахождение в транзитных поездах без переработки;
- количеству вагонов, перерабатываемых на технических станциях;
- эффективному использованию перерабатывающей способности и сортировочных средств станций;
- количеству назначений поездов, формируемых на станциях, сети железных дорог в целом

Построение оптимального плана формирования по:

- динамическая матрица корреспонденций вагонов (с грузом и без груза) между станциями;
- динамическая матрица прогнозной потребности в вагонах;
- динамическая матрица готовности вагонов к отправке;
- расписание движения пассажирских и грузовых поездов;
- остаточная пропускная и перерабатывающая способность перегонов и станций;
- расходные нормативные и расчетные ставки;
- критерии оптимальности объединения вагонопотоков

Информационная основа:

# РАСЧЕТ ИМЕЮЩЕЙСЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

пропускная способность участков на перегонах;

пропускная способность станций (по путевым  
развитиям, горловинам, горкам, вытяжных путей и т.п.);

пропускная способность вагонного и локомотивного  
хозяйств;

пропускная способность основных сооружений и  
устройств;

расчет пропускной способности тягового  
электрооборудования;

расчет имеющейся пропускной и перевозочной  
способности железнодорожных линий

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РАБОТЫ СТАНЦИЙ

Разработка единственной базы типичных технологических процессов работы станций и программных инструментальных средств для системы автоматизации формирования технологических процессов работы станций, групп технологически связанных станций.

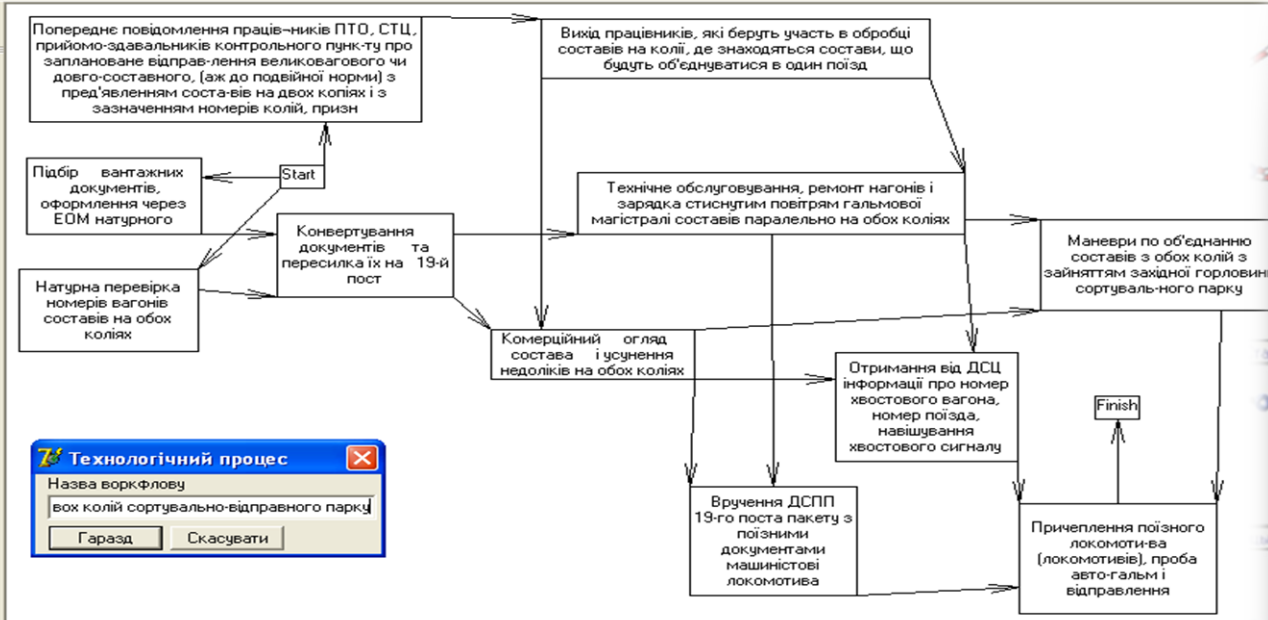
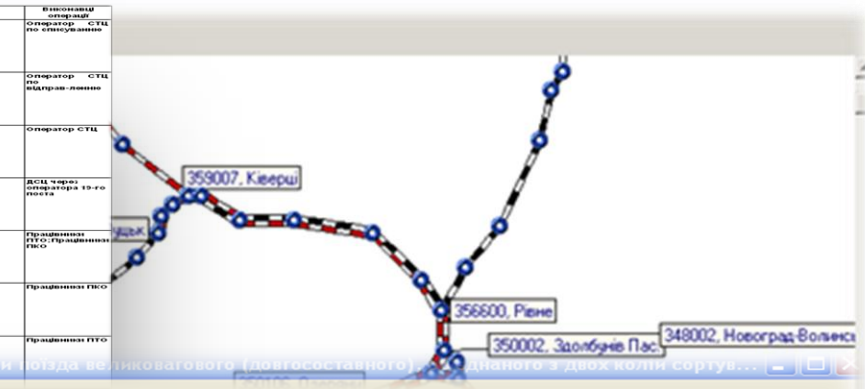
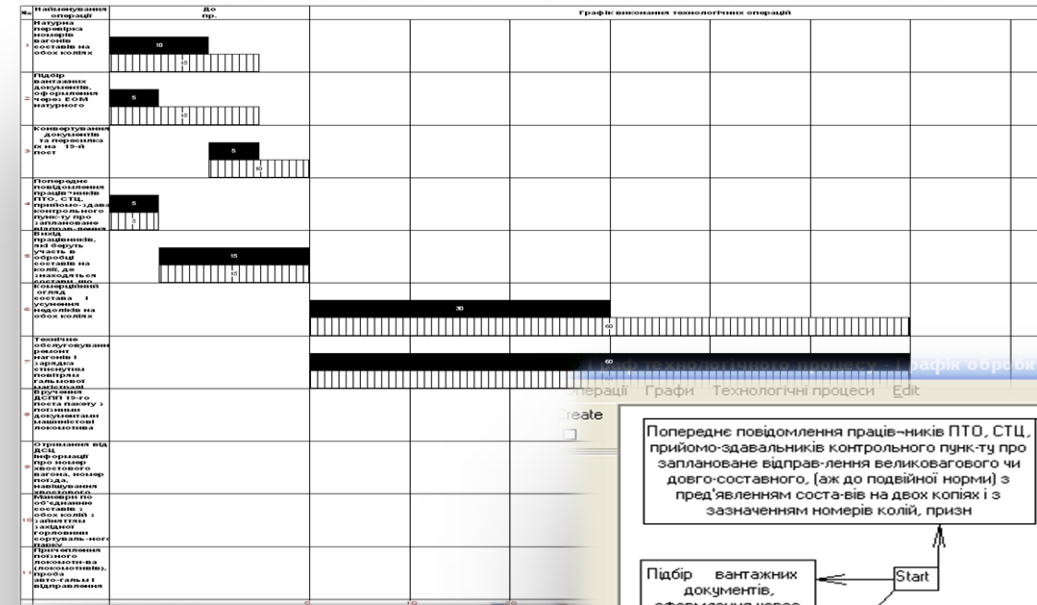
Разработка динамической модели взаимодействия технологических процессов работы станции, групп станций для системы принятия оперативных решений.

Расчет параметров производительности, технико-экономических оценок ее работы; потенциала оптимизации пропускной и перерабатывающей способности станций.

Система динамического планирования и прогнозирования, имитационного моделирования работы станции по заданному критерию оптимальности.

Система информационной поддержки баз операций, взаимодействия технологических типичных и сформированных процессов.

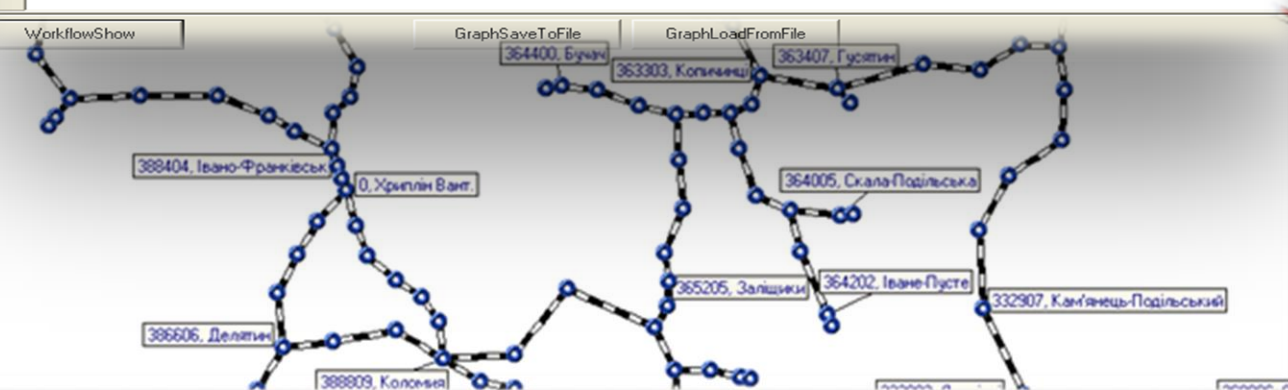
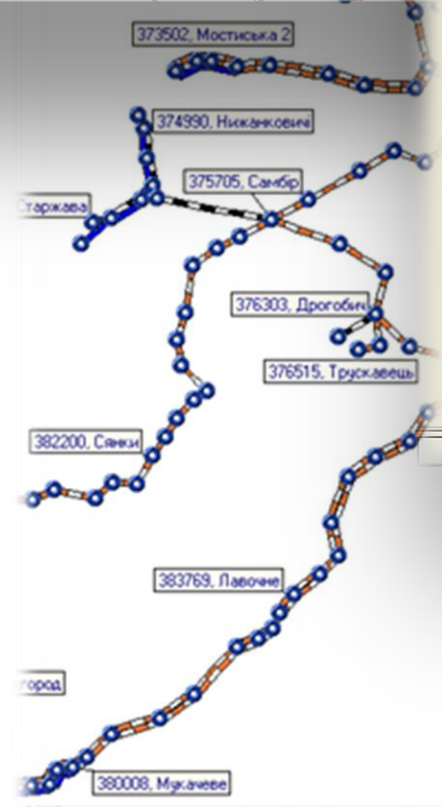
Программно-графические инструментальные средства автоматизации формирования технологических процессов станций и представления технологических процессов



**Технологічний процес**

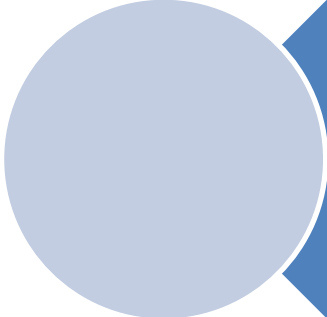
Назва воркфлову  
вох колій сортувально-відправного парку

Гаразд Скасувати

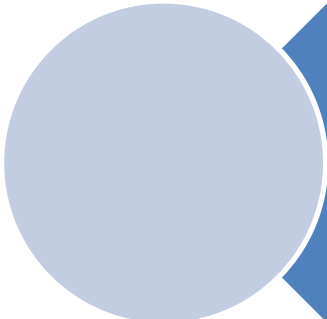




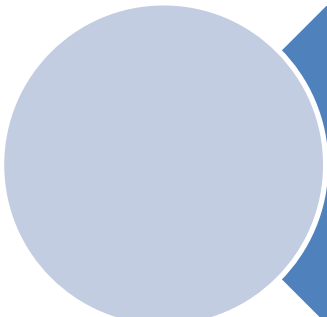
# ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ СТАНЦИЙ



база типичных операций и технологических процессов работы станций и система разработки и актуализации технологических процессов станций;



динамическая модель взаимодействия технологических процессов работы станции для системы принятия оперативных решений (оптимального планирования и прогнозирования работы станций);



единая информационная система технологических процессов на Укрзализныци

# Оптимальный план работы на прогнозное время

Динамическая модель

Система  
прогнозирования

Система  
оптимизации

База технологических процессов

Граф-схема  
производственного  
объекта, описание  
производственного  
процесса

База типичных  
технологических  
процессов

Система  
редактирования  
технологических  
процессов

Нормативная  
база операций

***Система автоматизации процесса построения модели  
объекта и моделирования его производственного процесса***

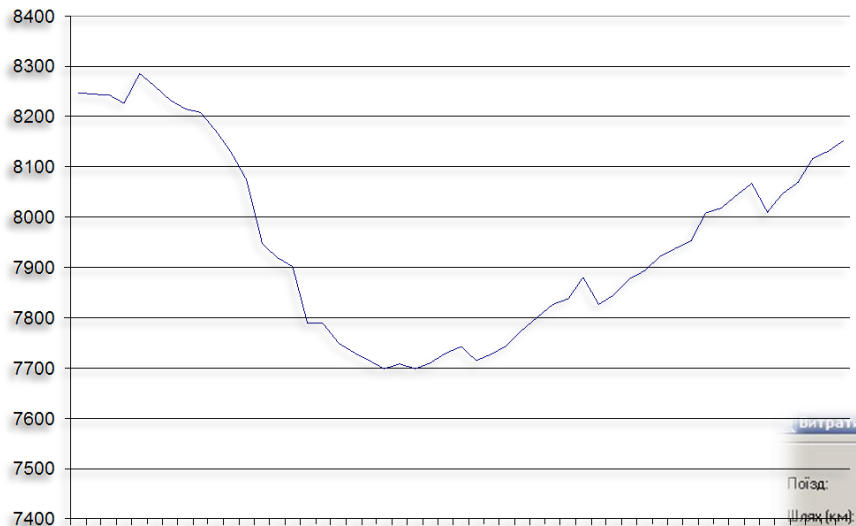
# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ

## Разрабатывание:

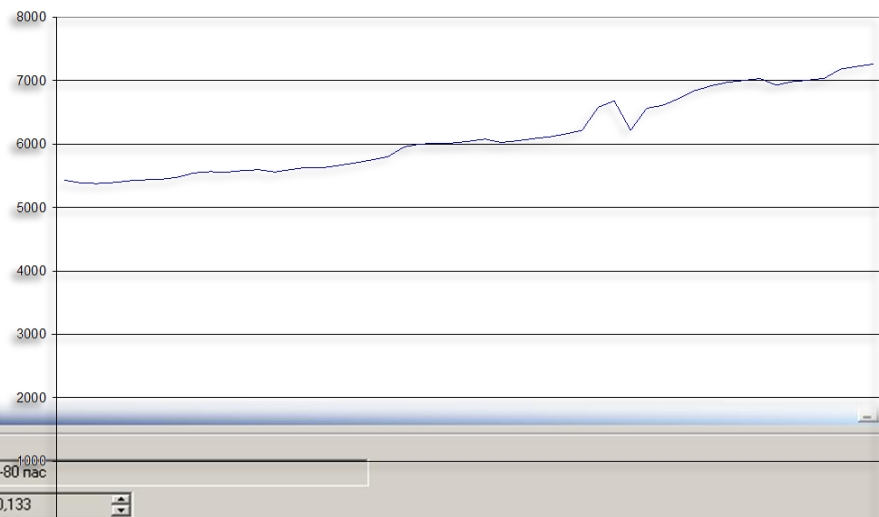
- концепции из автоматизации процессов планирования и прогнозирования вагоно- и поездопотоков для формирования параметров оптимального управления организацией перевозочной и перерабатывающей работ на Укрзализныци;
- комплексной программы для поэтапного перехода железной дороги на автоматизированную технологию разработки графика движения (нормативного и оперативного);
- единственной базы типичных технологических процессов работы станций и программных инструментальных средств для системы автоматизации формирования технологических процессов работы станций, групп технологически связанных станций;
- динамической модели взаимодействия технологических процессов работы станций, групп станций для системы принятия оперативных решений;
- базы нормативных и оперативных графиков движения для автоматизированной системы их формирования;
- автоматизированной системы формирования и поддержки в актуальном состоянии нормативной базы для разработки нормативных графиков движения поездов;
- системы расчета пропускной способности тягового электроснабжения в среде ГАС;
- автоматизированной технологии разработки графика движения поездов;
- системы информационного обеспечения задач разработки планов формирования поездов;
- оперативного и долгосрочного планов формирования поездов;
- системы оптимального адаптивного (на основе оперативного расчета, в процессе движения, реальных тягово-энергетических, характеристик сопротивления, технического состояния подвижного состава и влияния внешних факторов) автоведения поездов на основе высокоточного прогнозирования параметров движения в оперативных условиях;
- имеющейся пропускной, перевозочной способностей железнодорожных линий

**Графики зависимости энергозатрат от времени движения (прибавленного к минимальному) для разных участков и поездов: (по вертикали - энергозатраты в кВт; по горизонтали - прибавленное время в мин.)**

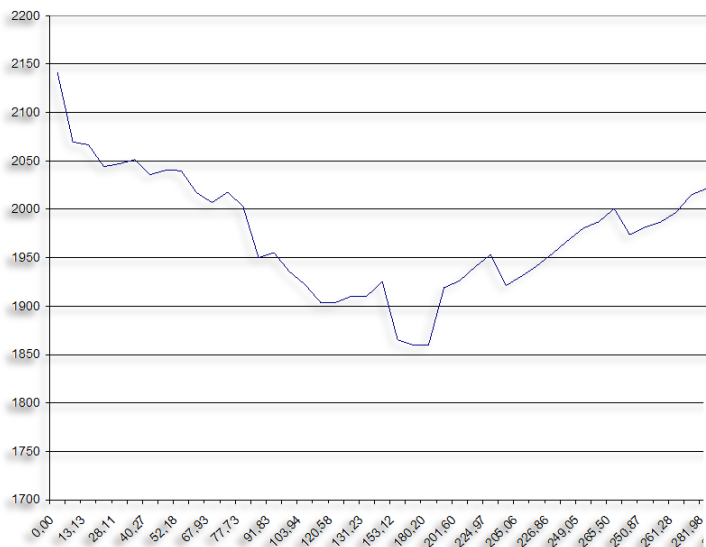
**Ивано-Франковск - Рахов, грузовой, 2М62**



**Ивано-Франковск - Рахов, грузовой, ВЛ-80, 3000т**



**Ивано-Франковск - Рахов, грузовой, ВЛ-11**



Поезд: ВЛ-80 пас  
 Шлях (км): 220,133  
 Вес (кг): 195,1  
 Витрати на тягу: 3 021,68 грн.  
 Витрати за ставками: 10 148,13 грн.

Витрати за ставками

Враховувати	Сума	Назва
<input type="checkbox"/>	3 971,20 грн.	Вагоно-кілометр по всіх видах тяги
<input type="checkbox"/>	919,22 грн.	Вагоно-година
<input type="checkbox"/>	4 623,98 грн.	Вагоно-година в русі
<input type="checkbox"/>	735,24 грн.	Електрово-кілометр
<input type="checkbox"/>	124,79 грн.	Електрово-година
<input type="checkbox"/>	318,36 грн.	Бригадо-година (електровозна тяга)
<input type="checkbox"/>	554,40 грн.	1 перевезення пасажирів по ПКД
<input type="checkbox"/>	1,74 грн.	1000 тонно-кілометрів бруто по всіх видах тяги
<input checked="" type="checkbox"/>	10 148,13 грн.	Поездо-кілометр електровозної тяги
<input type="checkbox"/>	6 980,16 грн.	Поездо-година електровозної тяги в русі
<input type="checkbox"/>	0,00 грн.	Поездо-година простою електровозної тяги на станції
<input type="checkbox"/>	0,00 грн.	Витрати на зупинку поїзда при електровозній тязі

Энергетические расходы, грн	Расходы за расходными ставками, грн	Суммарные расходы, грн	Время движения, мин
2776,67	18332,89	21109,56	195
2629,09	19310,1	21939,19	226
2631,59	20571,88	23203,47	254