

Евдوماха Г. В., Глухов В. В., ведущий научный сотрудник,
Железнов К. И., Урсуляк Л. В., с. н. с.,
Заболотный А. Н., с. н. с.,
Швец А. А., н. с.,
Акулов А. С., м. н. с.,
Цивка Н. А., техник I кат.,
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. А. Лазаряна

О тренажере машиниста локомотива

Фото Петрунькина Сергея
фотокор. «Локомотив-информ»

На базе программно-аппаратного комплекса «Тренажер машиниста», разработанного в ДНУЖТ имени академика В. А. Лазаряна специалистами отраслевой научно-исследовательской лаборатории динамики и прочности подвижного состава, созданы тренажеры машиниста локомотивов ЧС7 (депо Октябрь, г. Харьков, депо Мелитополь), ВЛ80 (депо Знаменка), ВЛ8 (Нижнеднепровск-Узел, школа машинистов).

Программно-аппаратный комплекс предназначен для обучения машинистов безопасным и энергосберегающим технологиям вождения поездов, а также для обучения машинистов действиям в нестандартных и аварийных ситуациях.

Тренажер машиниста позволяет решить следующие задачи:

- без существенных финансовых затрат в короткий срок обучить машинистов безопасным и энергосберегающим технологиям вождения поездов;
- повысить профессионализм машинистов путем обучения действиям в нестандартных и аварийных ситуациях;
- всесторонне и объективно оценить квалификацию машинистов.

Оценить продольную нагруженность конкретного поезда в процессе его движения по реальному участку пути и свое-

временно принять меры по предупреждению «аварийных» ситуаций.

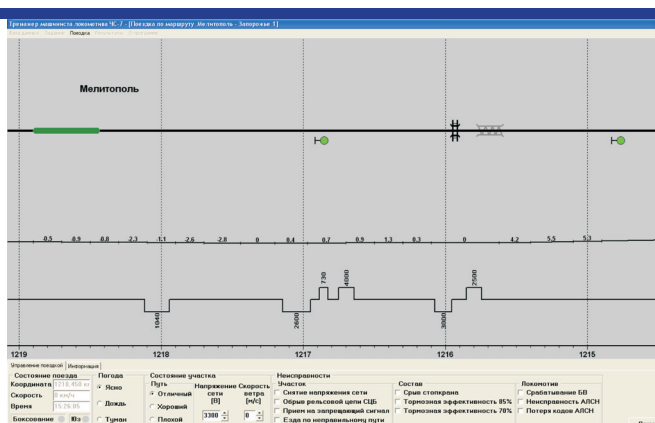
Тренажерный комплекс состоит из двух рабочих мест — инструктора и обучаемого (рис. 1). На обоих рабочих местах установлены компьютеры, связанные между собой по локальной сети для обмена информацией.

Компьютер, установленный на рабочем месте инструктора, осуществляет (рис. 2):

- расчет (моделирование) скорости движения и пройденного пути поездом при заданном машинистом управлении;
- расчет продольных динамических процессов для определения ускорений экипажей поезда;
- управление вводом информации с устройств управления локомотивом (контроллер, датчики давления в тормозном цилиндре локомотива и задатчике силы электродинамического тормоза, переключатели на пульте управления локомотивом и другие органы управления);
- управление выводом информации на устройства индикации и сигнализации локомотива (приборы на пульте управления, привод локомотивного скоростемера, сигнальные лампы, лампы локомотивного светофора и т. д.);



Рис. 1. Общий вид тренажерного комплекса



- отображение плана участка пути с указанием упрощенных планов станций, расположения светофоров, переездов, мостов, текущего местоположения поезда, профиля, плана и километража участка;
- управление через инструктора текущей поездной ситуацией (переключение сигналов светофоров, установка путей приема на станции, установка препятствий на пути и переездах), а также моделирование погодных условий и других параметров, влияющих на процесс движения поезда;
- имитацию с помощью инструктора некоторых видов неисправностей в тяговой, тормозной системах, системе управления локомотива, системе сигнализации и т. д.;
- передачу информации о текущем местоположении поезда на участке следования и о поездной ситуации на компьютер, расположенный на рабочем месте машиниста;

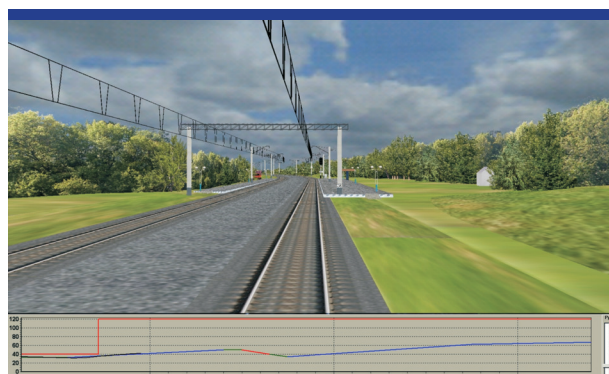


Рис. 3. Вид на экране рабочего места машиниста

Тренажер машиниста локомотива ЧС-7

База данных | Задание | Поездка | Результаты | О программе

- Участки
- Поезда
- Расписание
- Выход

Участки движения

Сохранить | Восстановить | Выход

Участок: Мелитополь - Запорожье I

Установленные скорости | Ограничения скоростей | Проба тормозов

N	Название	Скорость	Скорость	Скорость
п/п	станции	на перегоне	на входе	на выходе
1	Мелитополь	120	120	40
2	Обильная	120	100	100
3	Федоровка	120	60	60
4	Плодородие	120	100	100
5	Пришиб	120	100	100
6	Бурчак	120	100	100
7	Тавричеськ	100	80	100
8	Плавни	100	100	100
9	Плавни грузовая	100	100	100
10	Конкриньовка	100	100	100

Расписание поездов

Создать | Сохранить | Восстановить | Удалить | Выход

Номер поезда: 68

N	Название	Время	Время
п/п	станции	прибытия	отправления
1	Мелитополь	15.13	15.26
2	Обильная	15.37	15.37
3	Федоровка	15.48	15.48
4	Плодородие	15.56	15.56
5	Пришиб	16.02	16.02
6	Бурчак	16.09	16.09
7	Тавричеськ	16.17	16.17
8	Плавни грузовая	16.31	16.31

Поезда (не более 100 экипажей)

Создать | Сохранить | Восстановить | Удалить | Выход

Название поезда: Пассажирский 16 вагонов

N	Экипаж	Вес	Длина	Осей	Колодки	Режим в/р	Нажатие	Подшипники	Зазор	Аппарат
1	ЧС-7	172.0	34.0	8	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
2	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
3	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
4	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
5	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
6	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
7	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
8	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
9	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
10	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
11	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
12	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
13	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
14	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
15	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
16	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
17	Пассажирский	60.5	25.0	4	Чугун	Короткосоставный	Двустороннее	Качения	0.040	ЦНИИ-Н6
18										

Рис. 4. Изображение на экране баз данных тренажера машиниста

Задание на поездку

Сохранить Восстановить Выход

Дата поездки	10.06.2009
Фамилия машиниста	Иванов И.И.
Участок	Мелитополь - Запорожье I
Поезд	Пассажирский 16 вагонов
Номер поезда	68
Станция отправления	Мелитополь
Станция назначения	Запорожье 1

Расчет оптимальной траектории

Рис. 5. Задание на поездку на экране машиниста

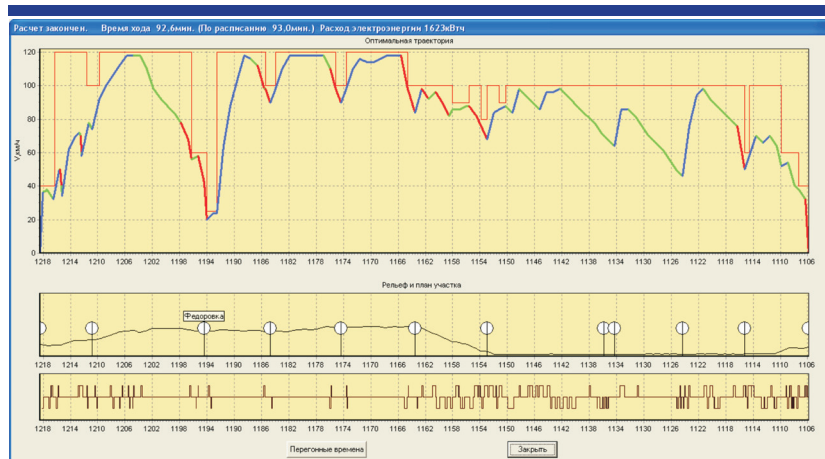


Рис. 6. Отображение на экране расчета оптимальных режимов ведения поезда

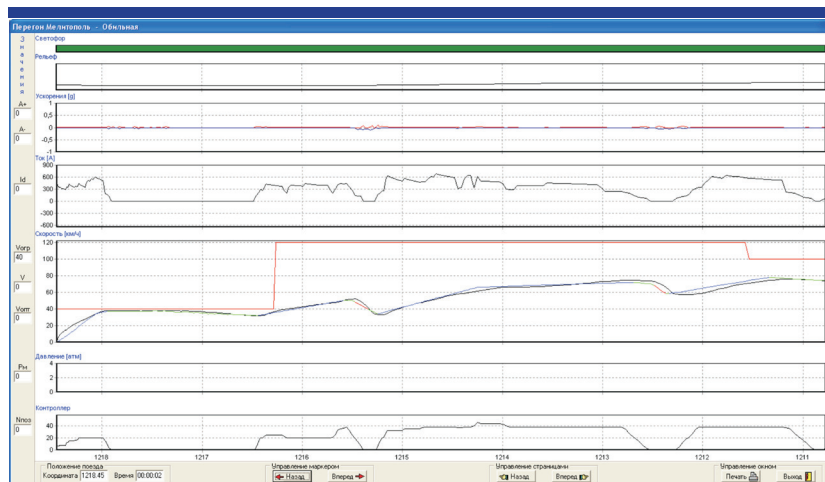


Рис. 7. Моделирование движения поезда

- фиксацию всех промежуточных результатов поездки для последующего анализа.

На компьютере с рабочего места обучающего осуществляются:

- прием информации о текущем местоположении поезда на участке следования и о поездной ситуации, заданной инструктором;
- отображение на мониторе окружающей панорамы с учетом полученной информации (рис. 3);
- отображение оптимальной траектории движения поезда по участку;
- имитацию звуковых эффектов, сопровождающих движение поезда (работу силового и вспомогательного оборудования локомотива, сигналы локомотива, стук колес о рельсы, сигналы локомотивов встречных поездов и др.).

На экране компьютера рабочего места машиниста отображается следующая информация: непосредственно пейзаж отрезка пути, по которому движется поезд, а внизу экрана выносятся подсказка на экран в зависимости от выбранного типа поездки — «обучающая» и «тестирующая». В подсказке отображаются: красная ступенчатая линия — скорость, установленная на участке; линия с разноцветными отрезками — рациональные режимы ведения поезда (синий — тяга; зеленый — выбег; красный — пневматическое торможение; коричневый — электрическое торможение).

Функционально тренажер состоит из программной и аппаратной части. Программная часть тренажера состоит из следующих подсистем (рис. 4).

1. База данных предназначена для подготовки необходимой информации об участках пути, расписании движения поездов и для формирования поездов.

2. Задание на поездку (рис. 5) — предназначено для выбора участка поездки, состава, расписания движения, станции отправления и станции назначения в пределах выбранного участка и для выполнения расчета энергосберегающих режимов ведения поезда. Кроме этого, задается и другая информация, используемая при систематизации и анализе результатов поездок. Для выполнения расчета энергосберегающего режима ведения поезда учитываются: расписание движения поезда (время хода по участку в целом с или без учета времени хода по перегонам), параметры состава, параметры локомотива и параметры участка (продольный профиль пути, кривые в плане пути, ограничения скорости и т. д.).

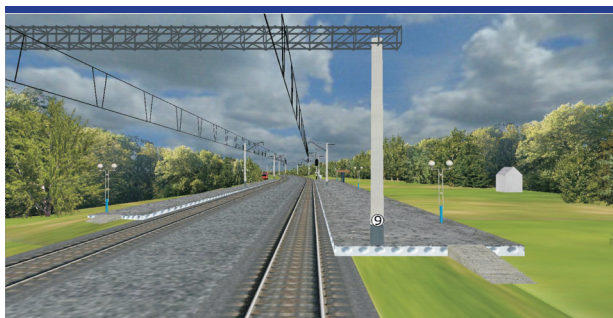


Рис. 8. Общий вид панорамы на одном из участков движения поезда

3. Подсистема моделирования движения поезда (рис. 6, 7) — выполняет расчет параметров движения поезда (скорость, пройденный путь, продольные ускорения в поезде) при задаваемых с пульта машиниста режимах ведения поезда.

4. Подсистема связи компьютера с устройствами управления и сигнализации электровоза — предназначена для отслеживания задаваемых машинистом режимов управления и для индикации состояния систем локомотива и поезда (тяговой, тормозной систем, систем сигнализации и индикации).

5. Подсистема моделирования панорамы участка (рис. 8) — отображает на мониторе всю панораму: здания, сооружения, светофоры и другие объекты в соответствии с местоположением поезда.

6. Подсистема анализа результатов (рис. 9) — позволяет в удобной для пользователя форме получать результаты поездки и производить анализ ситуаций, возникших в пути следования.

Используемое для моделирования движения поезда программное обеспечение тренажера позволяет:

- моделировать работу тяговой и тормозной систем. Работа этих систем контролируется машинистом по показаниям приборов и состоянию средств индикации и сигнализации. Осуществляется аналогично контролю работы на реальном пульте в кабине машиниста;
- моделировать работу тормозных систем вагонов при различных режимах работы воздухораспределителей;
- моделировать продольную динамику поездов и определять продольные динамические ускорения в поезде с точностью до 0,01g;
- определить с точностью 1–2 км/ч скорость движения поезда;
- определять тормозной путь с точностью до 10–20 м;
- имитировать в процессе движения поезда отказы отдельных систем локомотива, состава и системы сигнализации, а также аварийные ситуации, задаваемые инструктором;
- моделировать движение поезда, сформированного из разного количества вагонов, различной загруженности, с несколькими локомотивами с возможностью рассредоточения их по длине поезда. При этом все локомотивы управляются синхронно с головным.

Аппаратная часть тренажера состоит из модулей ввода/вывода дискретной и аналоговой информации и электромеханического привода с электронным блоком управления для управления локомотивным speedometerом (рис. 10).

Аппаратная часть выполняет такие функции:

СПРАВКА О РЕЗУЛЬТАТАХ ПОЕЗДКИ	
Дата поездки	10.06.2009
Фамилия машиниста	Иванов
Название участка	Мелитополь – Запорожье I
Состав	Пассажирский 16 вагонов
Номер поезда	68
Станция отправления	Мелитополь
Станция назначения	Бурчак
Время отправления	13.26
Расчетные параметры поездки	
Время хода (мин)	45,8
Средняя техническая скорость (км/ч)	72
Общий расход электроэнергии (кВтч)	1105
Проверка тормозов на эффективность	
1215,5 км	
Скорость начала торможения [км/ч]	50
Скорость начала отпуска [км/ч]	40
Установленный тормозной путь [м]	250
Расчетный тормозной путь [м]	150
1212,5 км	
Скорость начала торможения [км/ч]	70
Скорость начала отпуска [км/ч]	60
Установленный тормозной путь [м]	250
Расчетный тормозной путь [м]	100
Основные результаты поездки	
Максимальный перегрев двигателя (град)	31
Проба тормозов (количество)	2
1215,5 км Тормозной путь (м)	156
1212,5 км Тормозной путь (м)	167
Средняя техническая скорость (км/ч)	72
Удельный расход на тягу (кВтч/ткм)	186
Результаты по перегонам	
Перегоны	Расход электроэнергии
	Время хода
Печать	
Выход	

Рис. 9. Экранная форма анализа результатов поездки, выполненной машинистом на заданном участке

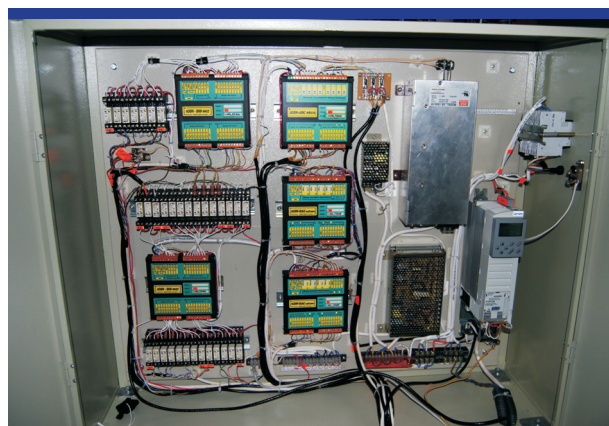


Рис. 10. Аппаратная часть тренажера

- определение состояния органов управления локомотивом;
- обеспечение индикации на приборах, средствах сигнализации и индикации параметров управления локомотива и состояния систем локомотива и поезда;
- управление локомотивным speedometerом в соответствии со скоростью движения поезда, получаемой в процессе моделирования его движения, и состоянием АЛСН.

Локомотив