

## ПУТЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС КВ-1П

Е. А. ЕРКО, Е. В. ШАПОВАЛОВ, В. А. КОЛЯДА

ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Для контроля геометрических параметров железнодорожной колеи с целью выявления несоответствий нормам содержания различных участков пути, возникающих вследствие повышенной нагрузки на колею и износа рельсов, разработан и изготовлен путеизмерительный комплекс КВ-1П. Он предназначен для измерения ширины колеи и взаимного превышения рельсовых нитей с привязкой к путевой координате. Основные функции путеизмерительного комплекса КВ-1П – измерение геометрических параметров по четырем независимым каналам в процессе контроля состояния пути, сохранение результатов в виде отдельных файлов, графическая индикация результатов измерения с одновременным обнаружением опасных отклонений от норм содержания пути. Библиогр. 6, рис. 5.

*Ключевые слова:* путеизмерительный комплекс, диагностика, путевое хозяйство

С увеличением скорости и интенсивности движения поездов повышается вероятность возникновения аварийных ситуаций. Для обеспечения безопасности движения поездов крайне важно иметь достоверные данные о геометрических параметрах железнодорожного пути. Периодический контроль геометрических параметров дает возможность объективно оценивать состояние пути, составлять графики ремонта, а также устанавливать скорость движения поездов на конкретных участках [6]. Основным средством контроля геометрии рельсовой колеи являются путеизмерительные вагоны, однако они используются для оценки состояния главных путей, а для контроля железнодорожных путей вспомогательного назначения применяются путеизмерительные тележки. Путеизмерительные тележки предназначены для непрерывного измерения ширины рельсовой колеи и взаимного превышения рельсовых нитей. В отличие от путеизмерительного вагона путеизмерительная тележка проводит измерения без нагрузки на рельсы [1].

Наиболее распространенными моделями путеизмерительных тележек являются ПТС-3М, ПТ-7МК и РПИ ИНФОТРАНС российского производства, тележки немецких фирм «Trimble», «Intermetric» и их швейцарский аналог «Swiss trolley». Тележка модели ПТС-3М принадлежит к механическому типу. Регистрация результатов измерений осуществляется на бумажный носитель с помощью самописцев, данные об отклонениях расшифровываются оператором вручную. В модели типа ПТ-7МК результаты измерения записываются в энергонезависимую память, данные расшифровываются с помощью специального программного обеспечения. Несмотря на автоматизацию процесса обработки данных в ПТ-7МК есть несколько существенных недостатков: низкий уровень защиты от проникновения твердых

предметов и воды – IP42 (защищенность от попадания вертикальных капель воды и предметов диаметром более 1 мм), существенные конструкционные просчеты, влияющие на повторяемость результатов измерения и устойчивость тележки. Тележки РПИ производства Инфотранс дают наименьшую погрешность измерения среди тележек российского производства, однако данные показатели значительно ухудшаются в сложных погодных условиях. Из-за большой поверхности соприкосновения колес РПИ с рельсами может происходить налипание снега, что на порядок увеличивает погрешность измерения. Среди прочих недостатков РПИ можно назвать их большую массу – 40 кг в базовой комплектации и необходимость обслуживания данной тележки тремя сотрудниками.

Современные немецкие путеизмерительные тележки в большинстве своем являются однотипными. Среди типичных признаков можно назвать использование переносного компьютера в качестве вычислительного блока, контактные методы измерений, использование беспроводных методов передачи данных, приспособленность к разной ширине колеи, использование операционных систем как основы для программного обеспечения, а также привязку как к локальной, так и глобальной системам координат [2]. Тележки часто разборные – на их сборку может потребоваться 10...20 мин, при этом требуется взаимодействие двух работников. Рассматриваются путеизмерительные тележки фирм «Trimble», «Intermetric», «Vogel und Plotscher» и тележки швейцарского производства «Swiss trolley».

В тележках Trimble используется достаточно мощная вычислительная машина Trimble Yuma (1.6 GHz Intel Atom Prozessor, 1 GB DRAM, 32 GB SSD). Эту ЭВМ применяют в системе прежде всего из-за требований модульности, ее можно легко перенастроить на выполнение широкого спектра задач, которые могут требовать больше мощно-

стей, нежели рассматриваемая система. В тележках Intermetric и TRIMBLE используются операционные системы общего назначения, что может крайне негативно влиять на время срабатывания датчиков и синхронизацию измерений. Как преимущество тележек Intermetric можно рассматривать привязку данных к глобальной системе координат с помощью GPS. Существенными преимуществами путеизмерительных тележек Swiss Trolley являются их модульность и температурная стабильность каждого отдельного модуля. Каждый измерительный канал выделен в отдельный блок, который может быть использован в других системах. Модульность системы также дает возможность быстрой замены отдельных блоков в случае поломки. Путеизмерительные тележки производства «Vogel und Plotscher» сложны в настройке и использовании, однако применение операционных систем реального времени дало возможность повысить точность синхронизации данных. Отсутствие графического отображения результатов измерения компенсируется выводом информации в виде документов Excell с выделенными полями значений, которые превышают допустимые параметры.

Одними из наиболее существенных недостатков немецких и швейцарских тележек, которые

препятствуют их внедрению в путевое хозяйство Украины, являются габариты в собранном состоянии и масса путеизмерительных комплексов. Использование тележек в Украине предполагает работы в перерывах между движением поездов, что существенно повышает требования ко времени подготовки комплекса к работе и снятия тележки с пути [3].

В ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины разработан путеизмерительный комплекс КВ-1П (рис. 1), оснащенный электронным блоком регистрации данных. Путеизмерительный комплекс включает тележку, измерительную систему, испытательный стенд, а также программное обеспечение.

Путеизмерительное оборудование комплекса снабжено датчиком пройденного пути, датчиком уровня и датчиком ширины рельсовой колеи. Датчик пройденного пути определяет величину и направление перемещения тележки, а также выдает синхронизирующие импульсы для остальных датчиков тележки с шагом 0,25 м по координате пути. Опционально тележка может оснащаться GPS приемником [3, 4].

Для регистрации, анализа и индикации показаний датчиков используется микропроцессорный контроллер (МК), оснащенный жидкокристаллическим дисплеем и клавиатурой. МК имеет энергонезависимую память. Для питания электронной аппаратуры используются автономные аккумуляторные батареи.

Аппаратно-программное обеспечение МК (рис. 2) можно условно разделить на блок регистрации результатов измерений, блок обнаружения отклонений параметров пути от заданных норм, блок цифровой индикации и графической визуализации значений регистрируемых параметров пути, а также блок сохранения результатов измерения параметров пути.

Блок автоматической регистрации результатов измерений выполняет регистрацию каждого из измеряемых параметров пути, синхронизированных по единой координате.



Рис. 1. Тележка путеизмерительная КВ-1П на испытательном стенде

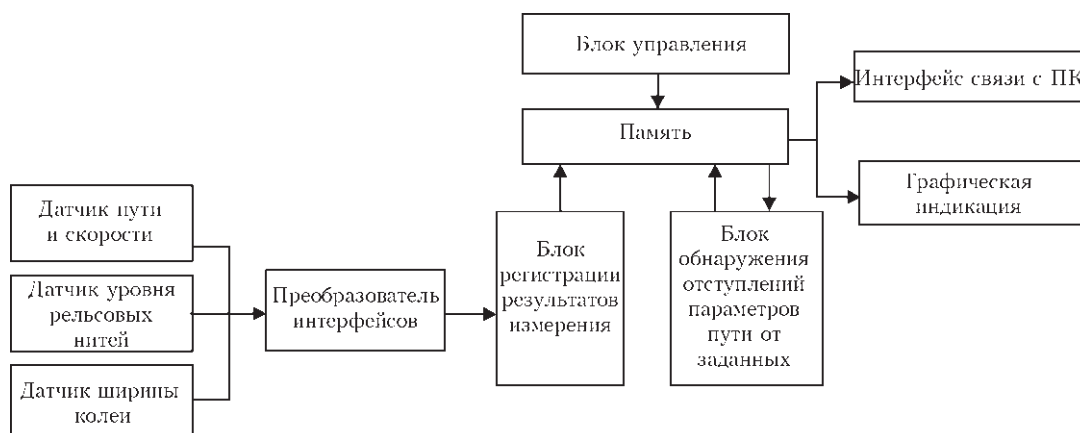


Рис. 2. Структурная схема системы измерения параметров колеи



Блок обнаружения отклонений параметров пути от заданных норм осуществляет анализ и сравнение результатов измерения параметров пути с паспортными данными участка, установленными для данного участка пути, после чего направляет найденные отклонения в блок энергонезависимой памяти МК [5, 6].

Блок энергонезависимой памяти фиксирует результаты измерений, поступающих из блока автоматической регистрации измерений; предварительно установленные паспортные нормы участка пути; выявленные отклонения от норм содержания пути; параметры объектов инфраструктуры рельсового пути, находящихся на контролируемом участке.

Блок цифровой индикации и графической визуализации обеспечивает графическое отображение результатов обработки и анализа всех параметров пути на экране дисплея в реальном времени непосредственно на месте замеров, включая обнаруженные неисправности пути.

Устройство управления программным обеспечением МК обрабатывает введенные оператором начальные параметры настройки путеизмерительного оборудования, осуществляет выбор режимов работы путеизмерительного оборудования, управление выбором информации из блока регистрации измерений и его вывод на дисплей устройства визуализации. Интерфейс связи МК использует

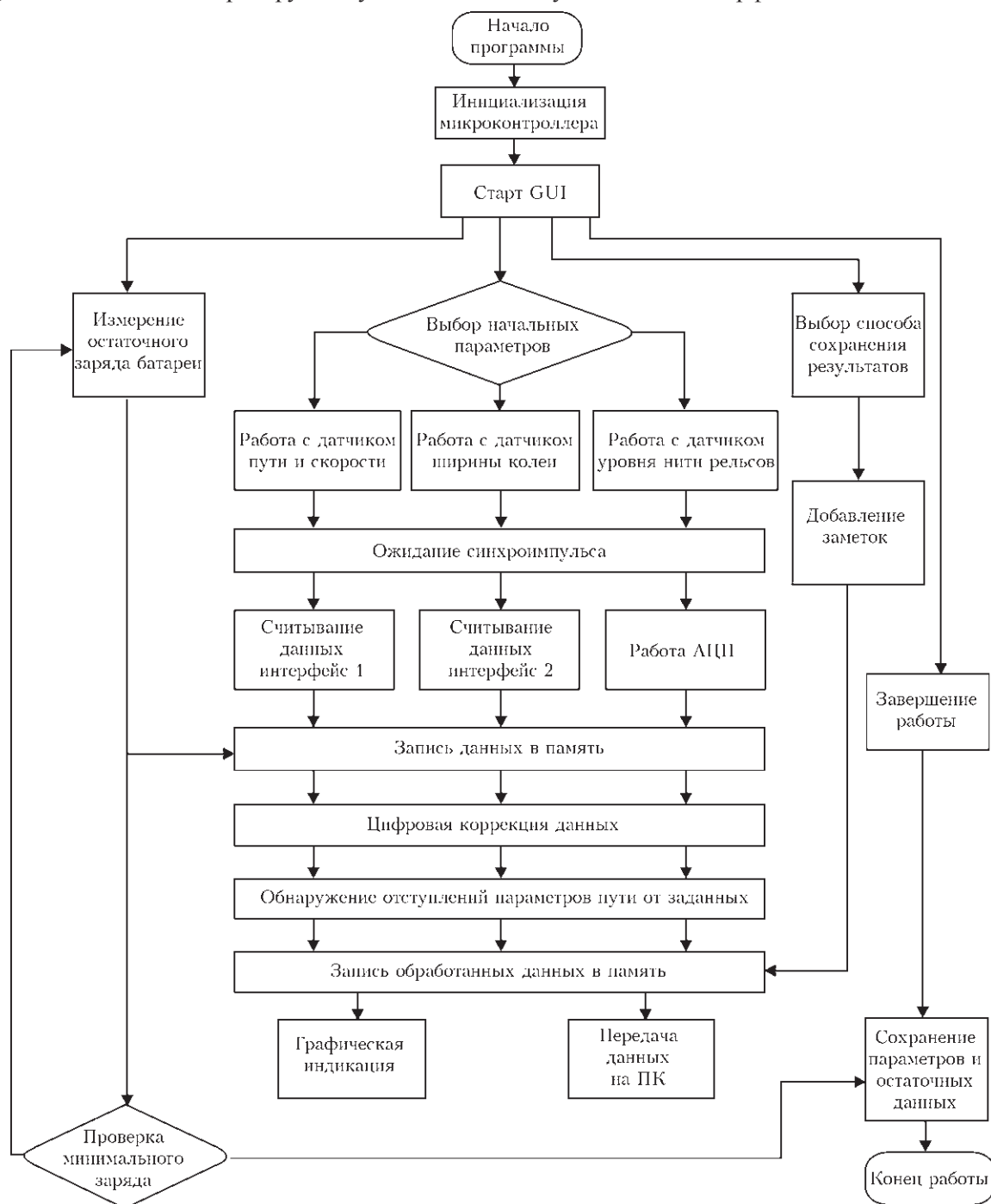


Рис. 3. Алгоритм работы программного обеспечения путеизмерительной тележки

ся для передачи данных из энергонезависимого блока памяти в компьютер предприятия путевого хозяйства или в компьютерную базу данных департамента пути и сооружений управления железной дороги. Интерфейс двусторонней связи с внешним компьютером или компьютерной базой данных обеспечивает удобный и универсальный обмен результатами измерений и анализа параметров пути. Структурная схема системы измерения параметров колеи изображена на рис. 2.

Работает путеизмерительный комплекс согласно следующему алгоритму (рис. 3) [3, 4].

После включения энергопитания от автономных аккумуляторных батарей происходит загрузка программами начальной установки для инициализации внутренних и внешних интерфейсных устройств, осуществляя тем самым подготовку к работе. С устройства управления программным обеспечением вводятся начальные параметры настройки путеизмерительного оборудования.

Все операции по настройке контролируются оператором путеизмерительного комплекса на экране блока цифровой индикации и графической визуализации. После ввода начальных параметров контролируемого участка выполняется одновременно их контроль и анализ.

С момента начала движения путеизмерительного комплекса с датчика пройденного пути через одинаковые расстояния (0,25 м) поступают синхронизирующие сигналы. Результаты измерений передаются в блок автоматической регистрации измерений, из которого они поступают в блок памяти. В блоке памяти находятся также наперед заданные нормы содержания данного участка пути.

Работа блока обнаружения отклонений параметров пути от заданных норм заключается в том, что из блока памяти поочередно берется пакет данных, соответствующий отрезку пути фиксированной длины и сравнивается с паспортными нормами для данного участка. Результат сравнения передается в блок памяти и одновременно поступает в блок цифровой индикации и графической визуализации.

Устройство управления программным обеспечением, работающее по командам оператора, обеспечивает выбор требуемой информации из блока памяти и вывод на экран блока цифровой индикации и графической визуализации. С помощью устройства управления программным обеспечением осуществляется выбор режима работы путеизмерительного оборудования, а также выбор требуемого пункта меню программного обеспечения.

Полученные после обработки результаты контроля и анализа могут быть переданы для дальнейшей обработки внешним компьютерам, что повышает эффективность использования данного путеизмерительного комплекса за счет принятия оперативных решений по выполнению наиболее важных работ по техническому обслуживанию и ремонту рельсового пути.

Для вторичной (более детальной) автоматизированной обработки результатов измерения, выполняемой на внешнем компьютере, разработано программное обеспечение KvDecoder (рис. 4). Программа позволяет определять следующие отклонения от норм содержания колеи: перекосы и плавные отклонения уровня колеи, расширение и сужение колеи, ненормативные уклоны отвода

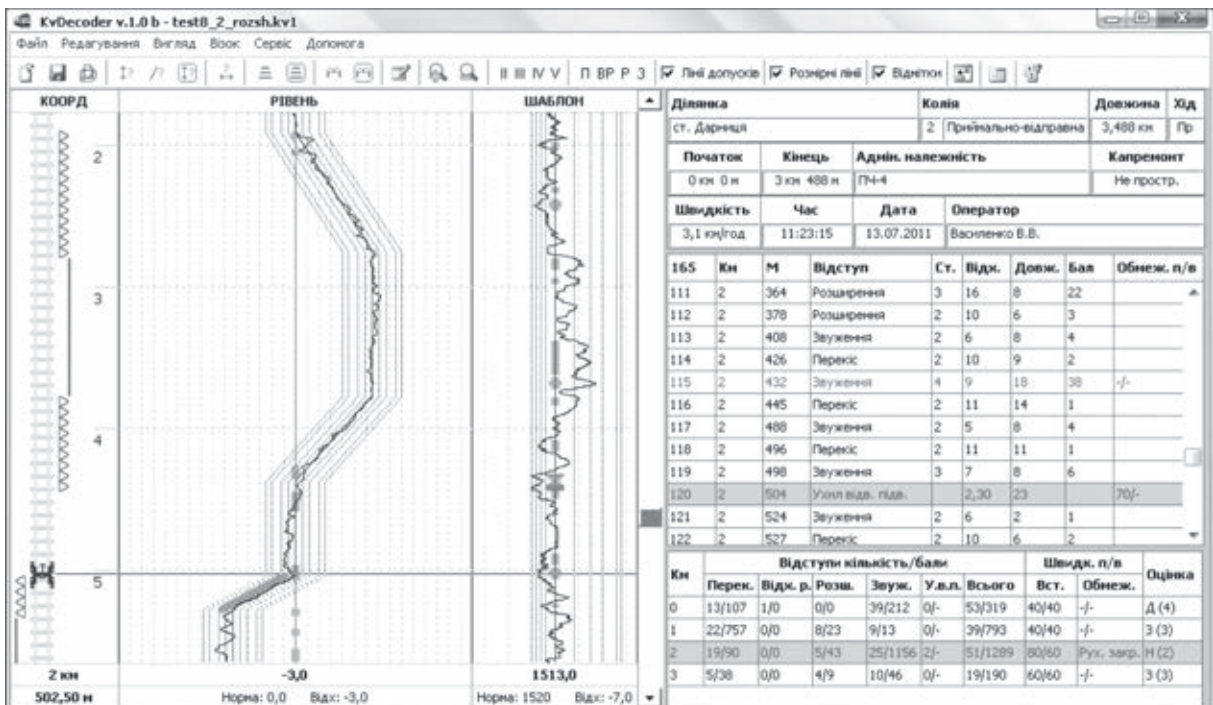


Рис. 4. Главное диалоговое окно программного обеспечения KvDecoder





Рис. 5. Пример вывода графической информации на экран

превышения внешней рельсовой нити на криволинейных участках пути. При выявлении отклонений автоматически определяется их степень и штрафные баллы, по которым устанавливается качественная оценка каждого километра и участка пути в целом. Предусмотрено автоматическое формирование отчетных документов, таких как графические диаграммы с обозначением выявленных отклонений; таблицы отклонений; ведомости оценки состояния и натурального осмотра колеи. Предусмотрен предварительный просмотр отчетных документов, их сохранение в электронном виде и вывод на печать. Также компьютерная программа имеет диалоговые средства для редактирования свойств участка пути, формирования паспортов колеи, автоматизированного анализа смены состояния колеи со временем и взаимодействия с электронным блоком тележки.

Процесс изготовления тележек практически полностью автоматизирован, что позволяет минимизировать влияние человеческого фактора и получить достаточно высокую повторяемость результатов измерения.

Track-measuring complex KV-1P was designed and manufactured to monitor the geometrical parameters of railway track in order to reveal noncompliance with the norms of maintenance of different track sections, arising as a result of increased load on the track and rail wear. It is designed for measurement of track width and relative excess of trackways with binding to track coordinate. Main functions of track-measuring complex KV-1P are measurement of geometrical parameters in four independent channels during monitoring of track condition, result storing in the form of individual files, graphic indication of measurement results with simultaneous detection of deviations from track maintenance norms, critical in terms of traffic safety. 6 References, 5 Figures.

*Keywords:* track-measuring complex, diagnostics, railway equipment

Отдельного внимания заслуживает интерфейс оператора тележки. Была реализована функция записи результатов измерения в отдельные файлы, что упростило навигацию и поиск важной информации, введена возможность внесения оператором отметок о состоянии пути. Одним из главных преимуществ разработанной тележки является вывод на дисплей помимо цифровой еще и графической информации (рис. 5). Существенные неисправности пути определяются в режиме реального времени и также выводятся на экран.

## Выводы

Разработан путеизмерительный комплекс KV-1P для контроля геометрических параметров железнодорожной колеи и выявления отклонений параметров от норм содержания пути, который по своим техническим характеристикам, функциям и возможностям не уступает лучшим зарубежным аналогам. Комплекс KV-1P успешно прошел стендовые и эксплуатационные испытания.

1. *Путеизмерительная тележка* // Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / Гл. ред. Н. С. Конарев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – 348 с.
2. *Маркс К. Л., Лихтбергер Б.* Измерение параметров пути с привязкой к системе глобального позиционирования // Железные дороги мира. – 2002. – № 7. – С. 71–75.
3. *ЦП 0020.* Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів. Затвер. Наказом Укрзалізниці № 9-Ц від 17.01.96 р.
4. *Положення* про роботу колієвимірювальних візків ЦП-0265: Затв. Наказом Укрзалізниці від 31.01.2012 № 032-Ц / Мін-во інфраструктури України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниці, Головне управління колійного господарства, Державне підприємство Науково-конструкторське технологічне бюро колійного господарства. – Київ.: Поліграфсервіс, 2012.
5. *Самратов У. Д., Сакович Л. А., Кривдин Д. Г.* О точности определения геометрических параметров железнодорожного пути с помощью АПК // Геопрофи. – 2007. – № 6. – С. 28–32.
6. *Актуальные проблемы выправки и приемки пути после ремонта* / А. Я. Коган, К. Б. Ершова, В. В. Петуховский и др. // Путь и путевое хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 7–9.

Поступила в редакцию  
23.05.2014