

УДК 629.017

А. С. Полянский, А. А. Побережный, В. Н. Плетнёв, В. В. Задорожня

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЁСНЫХ МАШИН НА УКЛОНАХ

*Приведены рекомендации по использованию разработанного контрольно-измерительного комплекса обеспечения безопасного использования мобильных машин при работе на уклоне. Внедрение данных рекомендаций позволит повысить точность установки датчиков ускорений на средствах транспорта, снизить погрешность измерений ускорений с 3 до 1 %. На предложенное устройство получен патент.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* колёсные машины, противоопрокидывающие устройства, информационная контрольная система, безопасность эксплуатации.

**Постановка проблемы.** Условия работы на склонах являются потенциально опасными, так как их крутизна, пересеченная местность и другие факторы способствуют возникновению критических ситуаций – потере продольной или поперечной устойчивости машины.

В эксплуатации находится значительное количество машин, требующих доработки, обеспечивающей безопасную их эксплуатацию. Модернизировать имеющуюся технику можно путем установки на машины различных предохранительных устройств и приспособлений, предназначенных для автоматической остановки машины или двигателя при аварийном крене, либо предупреждения водителя для принятия решения.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Анализ причин дорожно-транспортных происшествий показал, что зарубежные и отечественные фирмы создают машины повышенной устойчивости со стабилизацией остова, сохраняющие вертикальное положение при работе на склоне.

Устройства, обеспечивающие безопасную эксплуатацию колёсных машин, можно классифицировать [1] как: защитные, противоопрокидывающие, сигнализирующие и устройства автоматической остановки.

Защитные устройства предназначены для защиты оператора при опрокидывании машины. К ним относятся каркасы и рамы, выполняемые как внутри кабины, так и снаружи, а также пояса, шлемы и другие средства, удерживающие водителя при опрокидывании в определенном положении. Все эти устройства должны быть надежными и полностью обеспечивать безопасность водителя, при этом они должны быть не громоздкими, не увеличивать массу машины и не мешать выполнению операций.

Противоопрокидывающие устройства предназначены для предотвращения опрокидывания машин, работающих на склоне, при потере продольной или поперечной устойчивости. Чаще всего они имеют вид консоли, которая крепится к машине и в рабочем положении находится в выдвинутом состоянии, воспринимая нагрузки, возникающие при опрокидывании. При наклоне консоль упирается в грунт специальным башмаком или колесом. Одним из основных недостатков устройства является то, что при наезде на наклонную поверхность и развороте для движения в обратном направлении по наклонной поверхности необходимо каждый раз принудительно устанавливать предохранительное устройство в рабочее положение. Наличие такого устройства, например, значительно увеличивает поперечные размеры трактора.

Известны более компактные противоопрокидывающие устройства, опоры которых выполнены телескопическими, маятникового типа с возможностью поворота в плоскости опрокидывания. Для обеспечения компактности устройства поворотные опоры телескопически складываются с наружной стороны в пространстве между полками рамы, выполненной из профиля. Оборудование колёсных машин такими противоопрокидывающими устройствами повышает металлоемкость и трудоемкость их изготовления.

Наиболее приемлемыми приспособлениями для повышения безопасности использования колесных машин при работах на склонах являются сигнализирующие устройства, которые служат для предупреждения водителя об опасном крене машины или предельном уклоне [2].

По назначению их можно разделить на указатели угла склона (уклономеры) или угла крена машины (креномеры) и сигнализаторы предельного угла склона или предельного угла крена. Характерной особенностью этих конструкций является то, что при достижении машиной предельного крена или при работе на предельном склоне сигнализирующее устройство подает звуковой или световой сигнал непосредственно в кабину оператора.

**Цель статьи** – описание работы разработанного мобильного измерительного комплекса определения предельного угла положения машины на поперечном уклоне, формулирование рекомендаций по обеспечению безопасного использования мобильных машин при работе на склоне.

**Изложение основного материала.** За последние годы широкое применение получило использование датчиков ускорений, с помощью которых оценивают показатели надежности, управляемости, устойчивости, активной безопасности колесных и гусеничных машин, влияющие на безопасность дорожного движения.

В наших исследованиях были использованы датчики MMA7260QT – емкостные акселерометры с тремя рабочими осями и пределом измерения  $\pm 1,5$  g. Они имеют встроенный фильтр коррекции изменения температуры, фильтр нижних частот и крайних значений, не требуют дополнительных устройств, при этом обладают высокой чувствительностью (800 мВ/г).

Обработка данных, получаемых от таких датчиков, выполняется с помощью бортового регистрационно-измерительного комплекса [2] с использованием метода наименьших квадратов. Алгоритм обработки данных приведен на рис. 1.

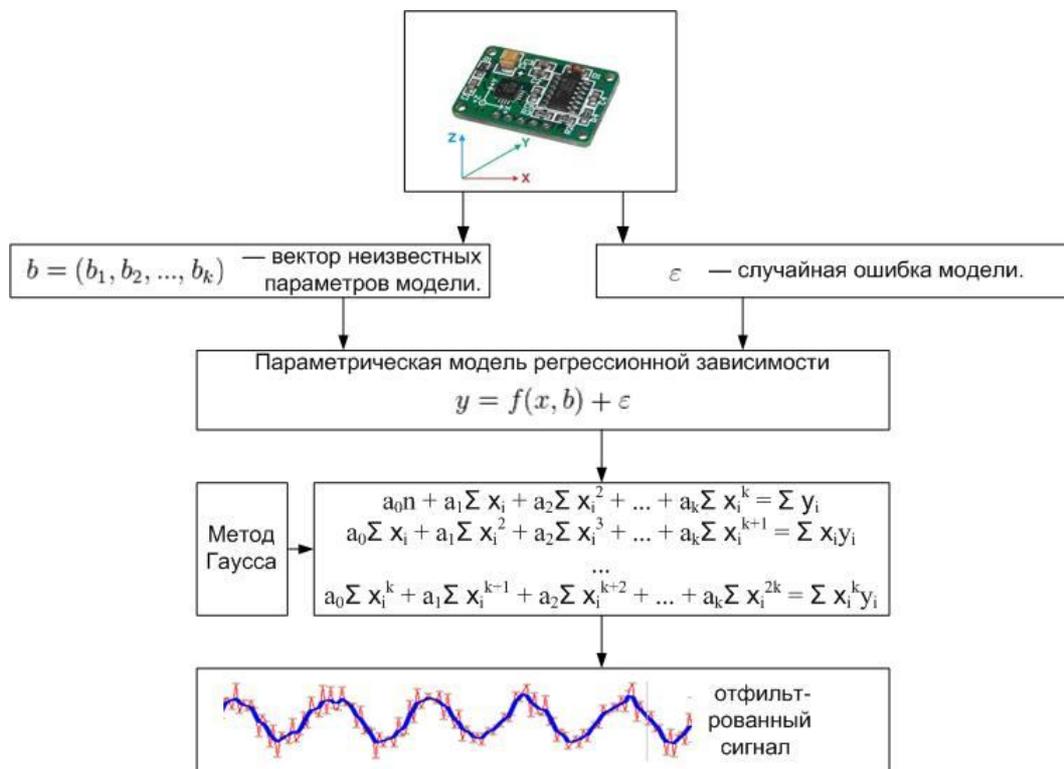


Рис. 1. Алгоритм обработки данных, получаемых с помощью регистрационно-измерительного комплекса методом наименьших квадратов

Разработанный алгоритм, который используется в комплексе, работает с помощью программы “Approximate” в системе объектно-ориентированного программирования Delphi 7.

Основная идея мониторинговых систем заключается в наблюдении и проверке соответствия уровня сигналов их эталонным аналогам, заложенным в память. Если уровень сигнала выходит за допустимые пределы, то это фиксируется как неисправность и заносится в память. Такие сообщения могут быть вызваны из памяти в виде кода неисправности. После извлечения эти коды дают важную информацию для диагностирования надежности и устойчивости в процессе эксплуатации (см. рис. 2).

Требования бортовой диагностики позволили обосновать три основных критерия, которым должна удовлетворять информационная контрольная система [3]:

- установленная на средство транспорта система должна быть унифицированной;
- о возникновении любых неисправностей, которые могут вызвать ухудшение работы машины, оператор должен быть извещен сигнальной лампочкой на приборной панели и (или) звуковым сигналом;
- информация о неисправности должна быть зафиксирована и сохранена в памяти системы с возможностью ее извлечения.

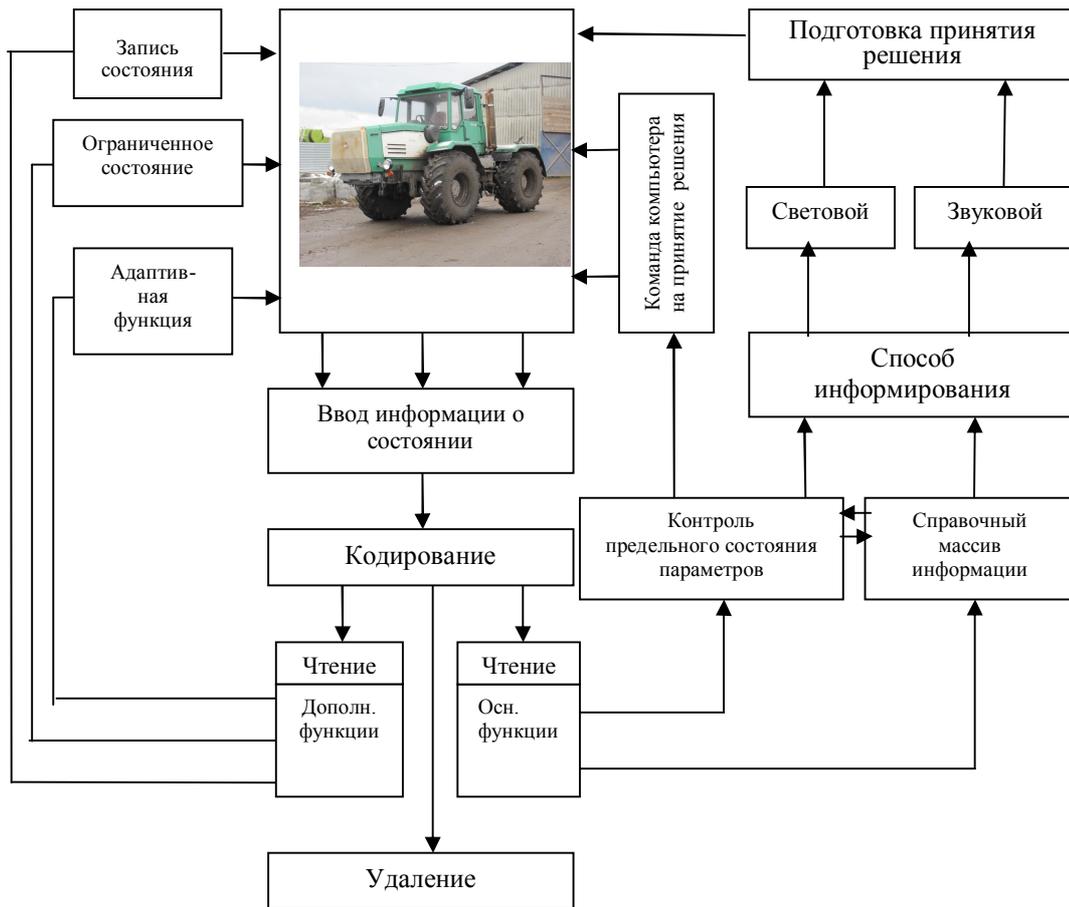


Рис. 2. Функциональная схема информационной контрольной системы

Перспективным направлением повышения безопасности эксплуатации и надежности выполнения технологических процессов является автоматизация процесса предотвращения опрокидывания средств транспорта. Для информирования оператора мобильной машины об углах наклона при работе разработана соответствующая система контроля. Она позволяет повысить безопасность использования колесных машин при поперечном уклоне, особенно с шарнирносочлененными рамами [4].

Информация водителю поступает на прибор от датчиков, расположенных в специальном приспособлении, которое не зависит от того, на каком склоне находится колесная машина или агрегат, устанавливает их на нулевую отметку (рис. 3). Прибор и приспособление для установки датчиков на нулевую отметку образуют мобильный измерительный комплекс определения предельного угла положения машины при поперечном уклоне, информирующий оператора для принятия решения о снижении нагрузок или скорости движения.

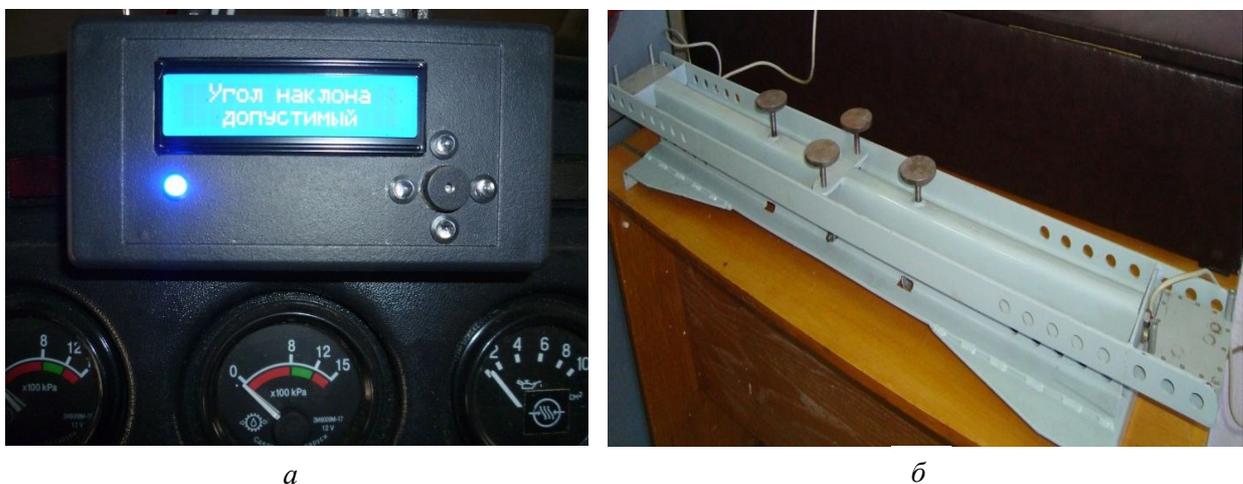


Рис. 3. Бортовая контрольно-измерительная система предельного угла положения машины при поперечном уклоне: а – прибор ПЗФ- 2К; б – устройство установки измерительной системы на нулевую отметку

Реализация разработанной системы, обеспечивающей поперечную устойчивость колесных машин при движении по неровностям, базируется на использовании прибора ПЗФ-2К (рис. 3, а).

Предложенный прибор работает по схеме, представленной на рис. 4.

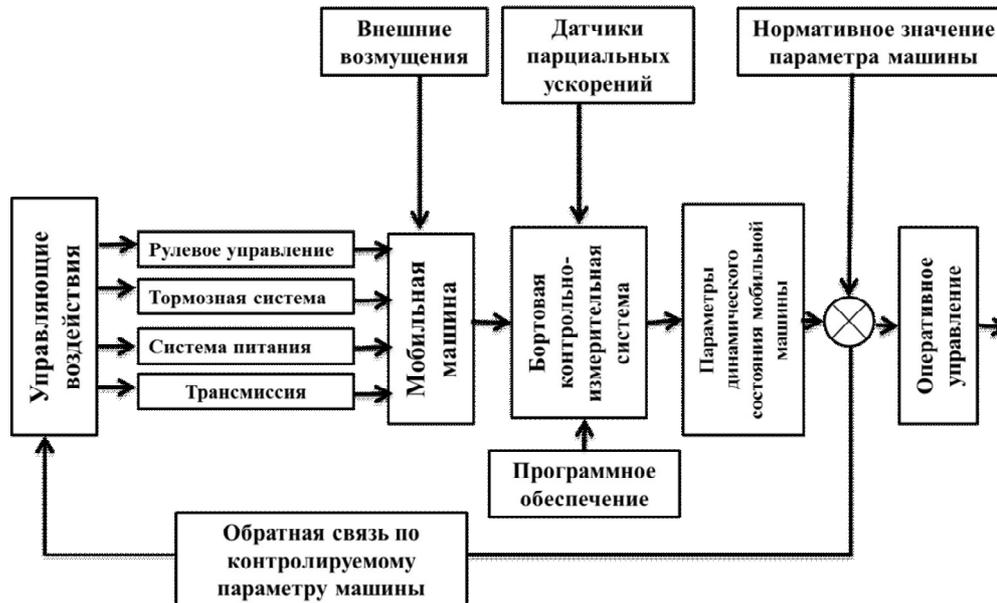


Рис. 4. Схема обеспечения безопасного использования мобильных машин методом парциальных ускорений

Повышение безопасности движения колесных машин с шарниросочлененными рамами при движении по неровностям обеспечивается за счет включения оператора в процесс управления. Используя информацию о состоянии машины на склоне в виде световой сигнализации и надписей “Угол наклона допустимый”, “Угол наклона предельный X или Y”, которая поступает от датчиков положения контрольно-измерительного комплекса, оператор принимает решение о переходе на безопасный режим движения.

### Выводы

1. Предложены программное обеспечение контрольно-измерительного комплекса, позволяющее достичь необходимую точность оценки положения машины на склоне, устройство установки датчиков линейных ускорений на нулевую отметку, алгоритм принятия решения оператором в виде структурной схемы обеспечения безопасного использования мобильных машин при работе на склоне.
2. Информация, которая поступает от установленных датчиков положения контрольно-измерительного комплекса, позволяет оператору принимать решение о переходе на безопасный режим движения, что проиллюстрировано на разработанной блок-схеме.

### Список использованных источников

1. Колесные тракторы для работы на склонах [Текст] / П. А. Амельченко, И. П. Ксенович, В. В. Гуськов, А. И. Якубович. – М. : Машиностроение, 1978. – 245 с.
2. Задорожня, В. В. Повышение безопасности использования колесных машин при выполнении транспортных работ на поперечном уклоне [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / В. В. Задорожня. – Х., 2014. – 20 с.
3. Стратегія інформаційного забезпечення оцінювання технічного стану й стійкості колісних машин [Текст] / О. С. Полянський, А. А. Побережний, Є. О. Дубинін, В. В. Задорожня // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. – Х. : НА НГУ, 2014. – Вип. 2 (24). – С. 39–43.
4. Пристрій для підвищення точності встановлення датчиків прискорень на засобах транспорту [Текст] : пат. 79414 Україна : МПК G01P 15/00 / М. А. Подригало, О. С. Полянський, Н. П. Артемов та ін. ; заявник ХНАДУ, ХНТУСГ ім. П. Василенка. – № 201210777; заявл. 14.09.12 ; опубл. 25.04.13, Бюл. № 8. – 6 с.

Стаття надійшла до редакції 28.11.2015 р.