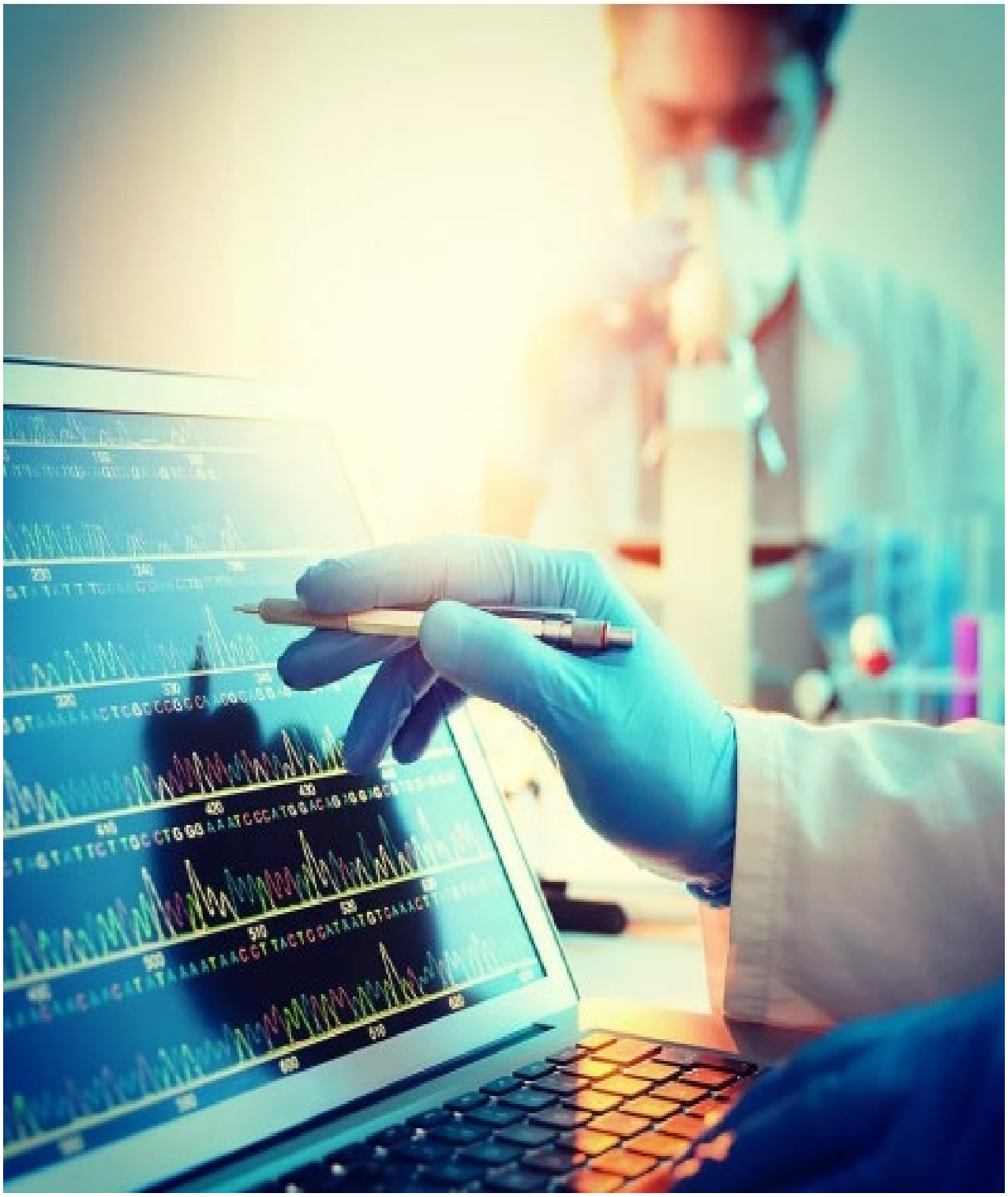
Международный научно-практический журнал ISSN 2218-743X

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ

Инновации Трансфер технологий Интеллектуальная собственность

№ 3-4 (244- 245)



ИЗОБРЕТАТЕЛЬ

Международный научно-практический журнал

IZOBRETATEL 2021, 3-4 (244-245)

Издается с 1999 года.
Свидетельство о регистрации № 1236 от 08.02.2010 г.
Выдано Министерством информации Республики Беларусь

Журнал утвержден ВАК в перечне изданий для публикации результатов диссертационных исследований

Издается при участии:

Национальной академии наук Беларуси,
Государственного комитета по науке и технологиям,
Республиканского центра трансфера технологий,
Белорусского общества изобретателей и рационализаторов,
Белорусской научно-промышленной ассоциации,
Белорусского научно-технического союза,
Белорусского инженерного общества,

Научный редактор *В.С. Ивашко*

В номере:

Изобретено в Беларуси……3
Научные публикации……...…..…8

Главный редактор *Павел Стасевич*

E mail: izobretatel1@yandex.ru
НАШ САЙТ В ИНТЕРНЕТЕ: WWW.IZOBRETATEL.BY

Распространение:
Республика Беларусь, Россия, Украина, Казахстан, Германия, Литва, Латвия, Болгария, Молдова.

Материалы публикуются на языке авторов. За достоверность информации в рекламе ответственность несет рекламодатель. Воспроизведение или размножение опубликованных материалов допускается с письменного разрешения редакции. Рукописи не возвращаются.

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А.П. ДОСТАНКО,
академик,
заслуженный изобретатель СССР,
член РС БОИР

П.А. ВИТЯЗЬ,
Академик НАН Беларуси

В.Г. БАРСУКОВ,
Белорусский научно-технический союз

П.Н. БРОВКИН,
Национальный центр интеллектуальной собственности

А.А. СКВОРЧЕВСКИЙ,
Республиканский Совет БОИР
А.И. ШВЕЦ,
Белорусская научно-промышленная ассоциация

Р.Н. СУХОРУКОВА,
Республиканская
Научно-техническая библиотека

А.А. УСПЕНСКИЙ,
Республиканский центр трансфера технологий

А.С. Гурский,
Белорусский национальный технический университет

С.И. АБРАЖЕВИЧ,
Минский областной совет БОИР

Э.С. КАШИЦКИЙ,
Институт физиологии НАН Беларусь

Ю.И. РОГОВОЙ,
Белорусское инженерное общество

(19) Евразийское патентное ведомство (11) 037394 (13) B1

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.03.24
(21) Номер заявки
201500471
(22) Дата подачи заявки
2015.04.07

(51) Int. Cl. ***B60T 17/22*** (2006.01)
G01L 5/28 (2006.01)
G01M 17/007 (2006.01)

(54) **СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ**

(43) **2016.10.31**
(96) **2015/EA/0055 (BY) 2015.04.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (BY)

(72) Изобретатель:
Гурский Александр Станиславович, Серебряков Игорь Андреевич (BY)

(56) RU-C1-2391237
RU-C1-2297932
US-B1-6247357
EP-A2-0280785

(57) Изобретение относится к области диагностирования тормозных систем автомобилей, а в частности антиблокировочных систем. Задача изобретения - обеспечить наиболее точный процесс диагностики, выявляя дефекты каждого элемента системы в отдельности, сделать устройство наиболее компактным, простым в эксплуатации и недорогостоящим. Технический результат достигается тем, что любой элемент антиблокировочной системы (например, наиболее сложный узел с точки зрения диагностирования - модулятор) устанавливается на стенд с остальными, заведомо исправными элементами, а также с контролем выходных параметров (манометрами и осциллографом). Создаются условия движения автомобиля (входные параметры), моделируется скольжение колес и, анализируя выходные параметры, делают заключение о пригодности каждого элемента.

037394 B1

037394 B1

037394

Изобретение относится к области диагностирования тормозных систем автомобилей, а именно антиблокировочных систем, и может быть использовано для выявления неисправности каждого элемента антиблокировочной системы в отдельности, как на этапе конструирования, так и на этапе эксплуатации, а также для снятия зависимостей различных параметров друг от друга.

Известен способ диагностирования [1], при котором в антиблокировочной системе моделируется изменение непосредственно скольжения, при этом закон изменения максимально приближается к реальному и учитываются временные характеристики исполнительных тормозных механизмов. Способ включает моделирование торможения, моделирование возникновения скольжения, получение отклика логического модуля, временную задержку, моделирование ликвидации скольжения. Моделируются развитие и ликвидация скольжения, причем сигнал линейной скорости колеса получают путем модуляции сигнала скорости транспортного средства сигналом скольжения колеса. Сигнал скольжения изменяется по функциональной нелинейной зависимости от времени. Вводится регулируемая временная задержка начала моделирования ликвидации скольжения. Моделируются разгон транспортного средства, развитие и ликвидация буксования путем изменения знака ускорения транспортного средства и знака скольжения.

Недостатком этого способа является то, что производится лишь диагностирование логического модуля (т.е. электронного блока управления), без выявления неисправностей остальных элементов антиблокировочной системы.

Известен испытательный стенд [2], содержащий опорные и следящие ролики, два маховика, кинематически связанные между собой посредством вала и муфт, расположенные на валах опорных роликов устройства для измерения крутящих моментов, пропорциональных тормозным силам на колесах автомобиля. Стенд выполнен с возможностью приведения его в действие от электродвигателя. Стенд также содержит шлейф для подключения стенда к электронному блоку управления антиблокировочной системой, компьютер, усилители сигналов, аналого-цифровой преобразователь, устройство для имитации вращения неподвижных колес недиагностируемых осей, устройства для измерения угловых скоростей опорных роликов, устройства для измерения веса диагностируемой оси, устройство для определения усилия на тормозной педали и расположенные по периметру стенда маховики. Один из концов шлейфа электрически соединен с диагностическим гнездом электронного блока управления антиблокировочной системой, а другой конец - с компьютером. Диагностирование тормозных систем автомобилей с установкой на ролики стенда и последовательным испытанием колес каждой оси происходит при переводе в режим "тестирование", а при отсутствии у антиблокировочной системы функции перехода в режим "тестирование" с устройства усилителя сигналов к электронному блоку управления антиблокировочной системы автомобиля подаются управляющие сигналы, имитирующие вращение колес диагностируемых осей. Достигается максимальное приближение условий стендовых испытаний тормозных систем к реальным условиям торможения колес при дорожных испытаниях, а также повышение качества определения диагностических параметров различных тормозных систем за счет подключения устройства усилителя сигналов к электронному блоку управления антиблокировочной системы и имитации вращения неподвижных колес недиагностируемых осей автомобиля.

Недостатком данного стенда является то, что он позволяет производить более общее диагностирование антиблокировочной системы с невозможностью поэлементного диагностирования каждого элемента антиблокировочной системы. Также требуется дорогостоящее крупногабаритное оборудование (тормозной стенд), на которое необходимо установить автомобиль.

Задача изобретения - обеспечить наиболее точный процесс диагностики, выявляя дефекты каждого элемента системы в отдельности, сделать устройство наиболее компактным, простым в эксплуатации и недорогостоящим.

Технический результат достигается тем, что любой элемент антиблокировочной системы (например, наиболее сложный узел с точки зрения диагностирования - модулятор), устанавливается на стенд с остальными заведомо исправными элементами, а также с контролем выходных параметров (манометрами и осциллографом). Создаются условия движения автомобиля (входные параметры) и моделируется скольжение колес, и, анализируя выходные параметры, делается заключение о пригодности каждого элемента.

Поставленная изобретением техническая задача поясняется схемами 1 и 2.

Стенд для диагностирования антиблокировочной тормозной системы содержит раму, на которой закреплены электродвигатель 1 с регулирующим устройством 17, соединенный посредством ременной передачи 18 с валом 12, на котором на муфтах повышенного трения 16 установлены колеса с зубчатыми венцами 11; тормозные рычаги 14, датчики частоты вращения 2. Блок управления антиблокировочной системой 4, в свою очередь, состоит из электронного блока управления 3, насоса 5, модулятора 6 и диагностического разъема 8. В случае диагностирования тормозной системы с пневматическим приводом используется насосная установка, состоящая из компрессора 19 и ресивера 20. В обоих случаях имеется тормозная педаль 13, которая приводит либо главный тормозной цилиндр 9, либо тормозной кран 21. Для контроля используются манометры 7, датчики давления 15 и осциллограф 10.

Изобретение осуществляется следующим образом. На стенд устанавливается предполагаемый неисправный элемент или совокупность элементов. Моделируется цикл торможения с помощью подачи

сигналов о скорости вращения колес с зубчатыми венцами 11 с датчиков частоты вращения 2 электронному блоку управления 3. С помощью диагностического разъема 8 снимается сигнал, приходящий в электронный блок управления 3. Зная скорость вращения колес (из скорости электродвигателя 1, заданной регулирующим устройством 17), проверяют соответствие сигнала с датчиков частоты вращения 2 сигналу, поступившему в электронный блок управления 3, путем сравнения этих сигналов. Таким образом проверяется исправность датчиков частоты вращения 2. Осциллограф 10 фиксирует сигналы блока управления 3 модулятору 6, а также выходное давление с помощью датчиков давления 15. Сравнивая сигналы, поступившие в электронный блок управления 3 и сигналы модулятору 6, проверяют адекватность работы электронного блока управления 3. Сравнивая сигналы, поступившие в модулятор 6, и сигналы об изменении давления с датчиков давления 15, проверяют исправность модулятора 6. Измеряя итоговую величину давления с помощью манометров 7, проверяют исправность насоса 5.

Изобретение работает следующим образом. При помощи регулирующего устройства 17 задается скорость вращения электродвигателя. Крутящий момент от электродвигателя 1 через ременную передачу 18 с передаточным отношением u=3 передается на вал 12, на котором на муфтах повышенного трения 16 установлены колеса с зубчатыми венцами 11. При работе стенда они вращаются с одинаковой определенной угловой скоростью и имитируют вращение колес автомобиля с одинаковой скоростью. Датчики частоты вращения 2 снимают сигнал с зубчатых венцов колес 11. От них данные об угловой скорости поступают в блок управления. Дальнейший алгоритм работы стенда зависит от типа диагностируемой тормозной системы.

При диагностировании тормозной системы с гидравлическим приводом нажатием на педаль тормоза 13 в главном тормозном цилиндре 9 , с помощью манометров 7 контролируется изменение давления. Тормозными рычагами 14 затормаживаются одно или несколько колес с зубчатыми венцами 11 и проверяется реакция блока управления антиблокировочной системой 4 на эти изменения. Используя измерительные приборы (манометры 7, датчики давления 15 и осциллограф 10) и диагностический разъем 8, проверяют адекватность работы модулятора 6, а также отдельных его компонентов по корректировке выходного давления.

При диагностировании тормозной системы с пневматическим приводом при нажатии на педаль тормоза 13 включается тормозной кран 21, и воздух с постоянным давлением из ресивера 20, поддерживаемым компрессором 19, поступает в тормозные контуры. Тормозными рычагами 14 подтормаживаются одно или несколько колес с зубчатыми венцами 11. Блок управления 3 реагирует на эти изменения и управляет клапанами модулятора 6. Используя измерительные приборы (манометры 7, осциллограф 10 с датчиками давления 15) и диагностический разъем 8, проверяют адекватность работы модулятора 6, а также отдельных его компонентов.

Список литературы.

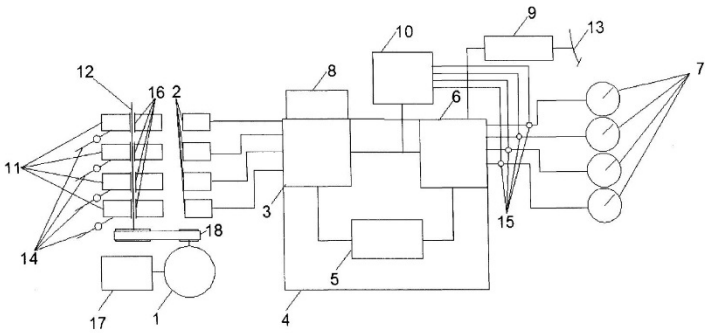
1. Патент РФ №2011582 "Способ проверки эффективности функционирования логического модуля антиблокировочной системы торможения" МПК B60T 17/22, B60T 8/90, C1, опубликованный в 1994г.

2. Патент РФ №2297932 "Способы диагностирования тормозной системы автомобиля, оборудованного антиблокировочной системой (варианты), способ диагностирования тормозной системы автомобиля и устройство для осуществления способов" МПК B60T 17/22, G01L 5/28, C1, опубликованный в 2007 г.

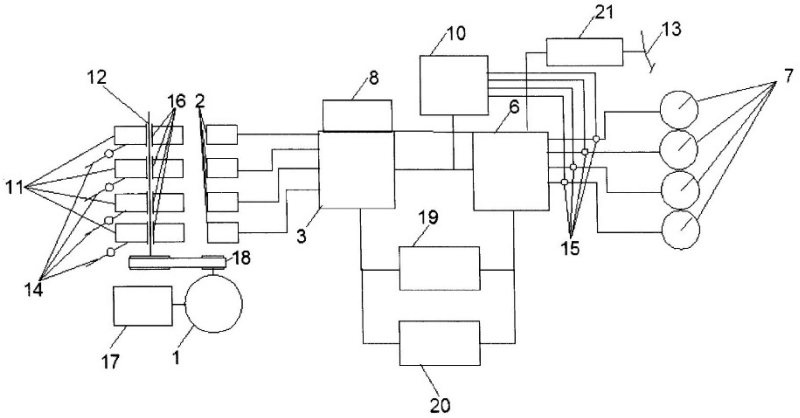
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Стенд для проверки исправности сменных элементов антиблокировочной тормозной системы, содержащий исправные сменные элементы антиблокировочной системы, электродвигатель (1) с регулирующим устройством (17), соединенный с валом (12), на котором установлены колеса с зубчатыми венцами (11), затормаживаемые тормозными рычагами (14), подключенный к компьютеру электронный блок управления (3), подсоединенный к следующим исправным сменным элементам антиблокировочной тормозной системы, таким как датчики (2) частоты вращения колес с зубчатыми венцами, модулятор (6) и насос (5); стенд также содержит главный тормозной цилиндр (9) с тормозной педалью (13), соединенный с модулятором (6), соединенным с датчиками давления (15) и манометрами (7), осциллограф (10), соединенный с электронным блоком управления (3) и датчиками давления (2).

037394



Фиг. 1



Фиг. 2

Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Редколлегия:

Герасимович Л.С. – доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси
Губкин С.В. – доктор медицинских наук, профессор
Гурский А.С. - кандидат технических наук, доцент
Девойно О.Г. – доктор технических наук, профессор
Ивашко В.С. – доктор технических наук, профессор
Логинов В.Ф. – доктор географических наук, профессор, академик НАН Беларуси
Буйкус К.В. – кандидат технических наук, доцент, ответственный секретарь
Лыньков Л.М. – доктор технических наук, профессор
Ролевич И.В. – доктор медицинских наук, профессор

СОДЕРЖАНИЕ:

Васковская Л. Ф., Гордиевич А. В., Камлач П. В., Ревинская И. И. Шестиканальный электрокардиограф с фильтрацией электрокардиограмм методом Савицкого-Голея и Чебышева……8
Гурский А. С., Буйкус К. В. Разработка методики определения коэффициента корректирования нормативов периодичности технического обслуживания и трудоемкости текущего ремонта в зависимости от условий эксплуатации автотранспортного средства……...15
Вабищевич А. Г., Янцов Н. Д., Курак Е. Н., Зыблюк В. А., Дорошенко М. В. Мини-техника для возделывания картофеля……..……25

УДК 611.08

ШЕСТИКАНАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ С ФИЛЬТРАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ МЕТОДОМ САВИЦКОГО-ГОЛЕЯ И ЧЕБЫШЕВА

Л. Ф. Васковская[1], А. В. Гордиевич[1, 2], П. В. Камлач[2], И.И. Ревинская[2]
[1]ОАО «Агат - системы управления» - управляющая компания холдинга «Геоинформационные системы управления»
[2]Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь

Аннотация. Разработан шестиканальный электрокардиограф, который предназначен для усиления и регистрации биоэлектрических потенциалов одновременно в 12-ти стандартных отведениях. Особенностью проведения электрокардиографии является возможность контурного анализа ЭКГ. Этот модуль предназначен для нахождения на графике ЭКГ особых точек для вычисления параметров кардиограммы. С помощью полученных данных можно судить о нарушениях в работе сердца. Перед оценкой ЭКГ и сравнении ее с нормальными показателями возникает задача фильтрации шума с сохранением положения границ и высоты зубцов. В исследовании проведено сравнение методик фильтрации ЭКГ: метода скользящего среднего и его вариаций, интерполяция сплайнами, методика расчёта по кривым Безье, метод Савицкого-Голея.

Ключевые слова: ЭКГ, кардиограф, фильтрация, метод Савицкого-Голея, метод скользящего среднего.

SIX-CHANNEL ELECTROCARDIOGRAPH WITH FILTRATION OF ELECTROCARDIOGRAMS BY THE METHOD OF SAVITSKY-GOLAY AND CHEBYSHEV

L.F. Vaskovskaya[1], A.V. Hardziyevich[1, 2], P.V. Kamlach[2], I.I. Revinskaya[2]
[1]Open Joint Stock Company «AGAT – Control Systems» – Managing Company of Geoinformation Control Systems Holding
[2]Belarusian state University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

Annotation. A six-channel electrocardiograph has been developed, which is designed to amplify and record bioelectric potentials simultaneously in 12 standard leads. A feature of electrocardiography is the possibility of contour ECG analysis. This module is designed to find special points on the ECG chart to calculate the parameters of the cardiogram. With the help of the received data it is possible to judge disturbances in work of heart. Before assessing the ECG and comparing it with normal values, there is a problem of noise filtering while maintaining the position of the boundaries and the height of the teeth. The study compares ECG filtration methods: the moving average method and its variations, spline interpolation, Bézier curve calculation method, Savitsky-Goley method.

Keywords: ECG, cardiograph, filtration, Savitsky-Goley method, moving average method

Самым распространенным и доступным методом исследования функциональной диагностики является электрокардиография, используемая в основном в кардиологии. Однако она с успехом применяется и при исследовании больных с заболеваниями легких, почек, печени, эндокринных желез, системы крови, а также в педиатрии, гериатрии, онкологии, спортивной медицине.

Одним из важных моментов этапа сбора данных о состоянии здоровья пациента является снятие и анализ электрокардиограммы (ЭКГ). Существует множество приборов для снятия, а в ряде приборов и анализа, ЭКГ. Следует отметить, что особенно эффективное использование медицинской аппаратуры на современном этапе стало возможно благодаря появлению микрокомпьютеров, поскольку приборы на основе микро-ЭВМ способны производить сложную математическую обработку данных. Кроме того, такие приборы позволяют представить большой объём информации различной степени сложности в ясной и доступной для медицинского персонала форме, что является непременным условием для быстрого принятия необходимых решений.

Электрокардиография — электрофизиологическая методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Сегодня ЭКГ является одним из самых популярных методов исследования в медицине, накопивших громадный опыт.

Основная проблема электрографического метода диагностики заболеваний заключается в том, что традиционные методы анализа электрокардиограмм не всегда позволяют диагностировать сердечные заболевания с высокой достоверностью. Зачастую достаточно серьезные сердечные заболевания отражаются на ЭКГ лишь незначительным изменением амплитуды и формы пиков. Во многих случаях точность диагноза зависит от опыта и уровня классификации врача. Чтобы исключить «человеческий фактор», нужно автоматизировать анализ ЭКГ, и найти такой метод, который был бы способен распознавать наиболее характерные изменения ЭКГ при тех или иных заболеваниях, с учетом того, что даже при одном и том же заболевании ЭКГ могут отличаться друг от друга.

Разработан шестиканальный электрокардиограф, который предназначен для усиления и регистрации биоэлектрических потенциалов одновременно в 12-ти стандартных отведениях (рисунок 1):

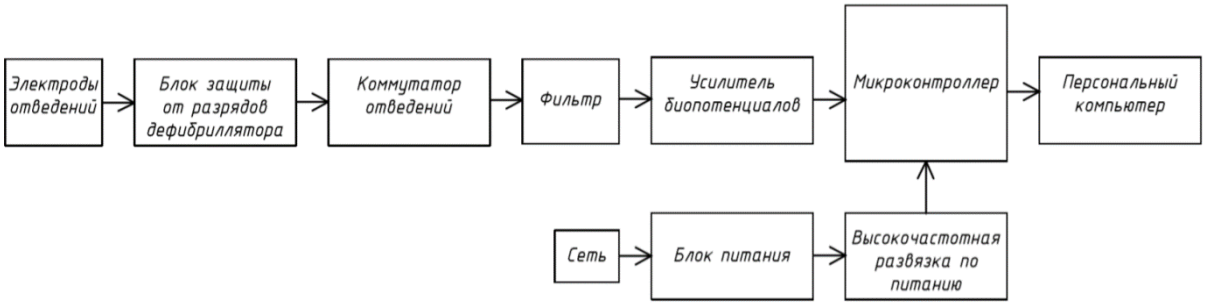


Рисунок 1 – Электрическая структурная схема электрокардиографа

Электроды снимают с кожи человека биопотенциалы сердечной мышцы. Электрический сигнал от электродов через блок защиты от разрядов дефибриллятора поступает на коммутатор отведений. Коммутатор передает сигналы с датчиков в соответствии с выбранным отведением. Фильтр дрейфа изолиний обеспечивает устранение синфазной помехи, присутствующей на теле пациента. Полосовой фильтр убирает сетевую помеху 50 Гц. Усилитель осуществляет масштабирующее преобразование сигнала с датчиков до необходимого уровня. Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует исследуемый сигнал в цифровую форму. Микроконтроллер осуществляет управление АЦП, а также передает полученную электрокардиограмму на ПК. Блок питания формирует из сетевого напряжения 230 В необходимые напряжения питания для работы других блоков. Высокочастотная развязка по питанию шунтирует питание микросхемы и действует как местный источник питания.

Защита от разрядов дефибриллятора является стандартной функцией электрокардиографов и медицинских мониторов. Достаточно большие амплитуды импульсов дефибриллятора (до 5 кВ) способны вывести от строя микросхемы усилительных каскадов.

Данный блок ограничивает величины токов, протекающих через тело человека. Это осуществляется за счет установки на вход электрокардиографа резисторов, уменьшающих импульс тока во входной цепи в 50-100 раз. Уменьшение тока пропорционально снижает напряжение поляризации.

Блок коммутатора отведений осуществляет выбор из сигналов, приходящих с датчиков, сигналы, соответствующие одному из трех стандартных биполярных отведений, и передает их на усилитель, через определенные фильтры.

Блок высокочастотной развязки по питанию осуществляет защиту от высоких напряжений. Высокочастотная развязка также используется для повышения помехоустойчивости систем. Одним из основных источников помех в радиоэлектронной аппаратуре является так называемый общий провод, часто это корпус устройства. При передаче информации без гальванической развязки общий провод обеспечивает необходимый для передачи информационного сигнала общий потенциал передатчика и приемника. Поскольку обычно общий провод служит одним из полюсов питания, подключение к нему разных электронных устройств, в особенности силовых, приводит к возникновению кратковременных импульсных помех. Они исключаются при замене «электрического соединения» на соединение через изоляционный барьер.

Разработанное устройство обладает функцией передачи полученной ЭКГ по Bluetooth-интерфейсу, что является преимуществом, перед существующими аппаратами. Данная функция позволит оптимизировать медицину, сделает возможным ведение электронной карты, без использования бумажных носителей. Следует заметить, что электрокардиограф можно

усовершенствовать, установив дисплей с показаниями электрокардиограммы в режиме реального времени, либо добавив в него функцию контроля артериального давления.

В условиях активной жизнедеятельности, на ЭКГ сигнал накладываются аддитивные помехи: сетевая наводка, миографические помехи, двигательные артефакты, треморы (дрожание), потенциал поляризации электродов, сигналы наводки от низкочастотных источников электромагнитного поля. Эти помехи в различной степени влияют на ЭКГ сигнал, изменяют отношение сигнал/ шум (рисунок 2).

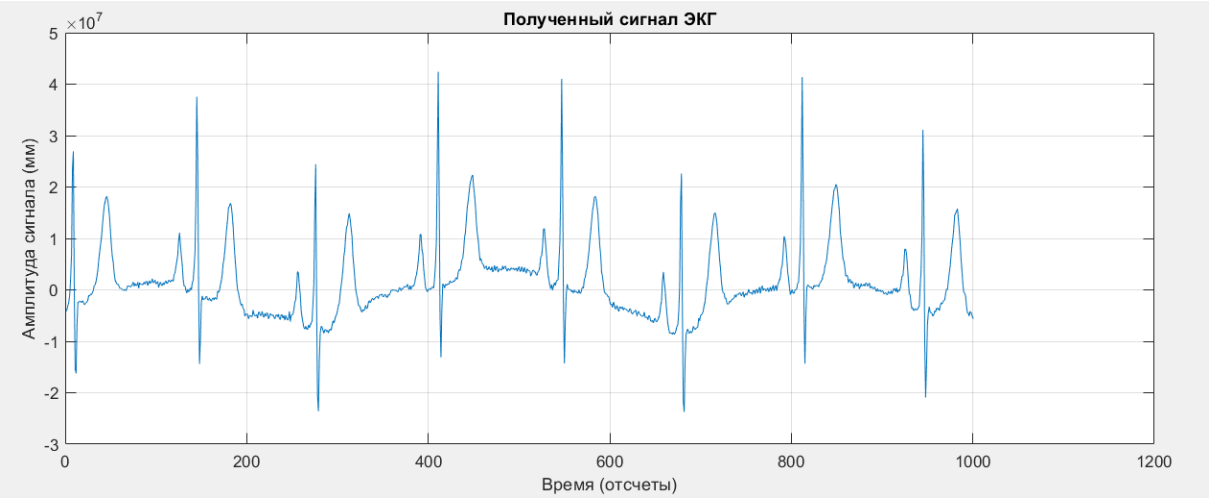


Рисунок 2 – Фрагмент ЭКГ сигнала с помехами.

Эти помехи затрудняют оценку диагностическизначимых показателей (ДЗП) ЭКГ сигнала, в результате чего анализируемый фрагмент ЭКГ сигнала не может быть классифицированным. Поэтому необходима предварительная фильтрация ЭКГ сигнала для достоверной оценки ДЗП. Для подавления сетевой синфазной помехи необходимо использовать дифференциальный усилительный каскад с высоким коэффициентом подавления синфазной помехи, для удаления потенциала поляризации – активный фильтр верхних частот, для снижения уровня миографических помех и двигательных артефактов – выбор места крепления электродов, частотных характеристик фильтров нижних и верхних частот.

Предварительная фильтрация ЭКГ сигналов

Предварительная фильтрация ЭКГ сигнала осуществляется с целью снижения уровня помех. В условиях активной жизни пациента на ЭКГ сигнале в первую очередь появляются низкочастотные артефакты и дрейф изолинии из-за поляризации электродов, плохого контакта электродов с кожей, движения пациента во время съема ЭКГ сигнала. Существуют различные алгоритмы подавления помех с использованием фильтра верхних частот с частотой среза менее 0,5 Гц, методов интерполяции. Недостатком использования фильтра верхних частот является тот факт, что вместе с дрейфом изолинии удаляется низкочастотных составляющих ЭКГ сигнала, что влияет на оценку ЭКГ сигнала. Метод интерполяции чувствителен к высокочастотным помехам, ограничивает частотный диапазон устраняемой помехи. На наш взгляд, для удаления дрейфа изолинии эффективнее использовать медианные фильтры. Принцип алгоритма построения медианного фильтра заключается в том, что центральный отсчет в скользящем окне заменяется медианой, который будет использоваться для удаления аномальных отсчетов и выбросов независимо от их амплитудных значений. Выходной сигнал y(t) скользящего медианного фильтра с размером окна 2s+1 получается из входного временного ряда в соответствии с выражением:

$$y(t) = medfilt(x(t-s), x(t-s+1), ..., x(t-1), x(t), x(t+1), x(t+s-1), x(t+s) \quad (1)$$

Для упрощения алгоритмов окно медианных фильтров выбирается с нечетным числом отсчетов [1, 2]. Преимущество этого метода заключается в том, что он осуществляется во временной области, метод используется для корректировки изолинии, что сохраняет форму ЭКГ сигнала, исключает смещение ST сегментов. Это не влияет на оценку предсердной активности ЭКГ сигнала.

Удаление дрейфа изолинии осуществляется по следующим шагам:

1) Осуществляется фильтрация входного ЭКГ сигнала *ecg(t)* с использованием медианного фильтра с размером окна равного $0{,}2/F_d$, где F_d – частота дискретизации входного сигнала. На выходе медианного фильтра формируется сигнал *ecg1(t)*;

2) Далее повторно используется медианный фильтр с размером окна, $0{,}6/F_d$ для фильтрации сигнала *ecg1(t)*, получается сигнал на выходе *ecg2(t)*;

3) Сигнал с удаленным дрейфом изолинии *ecg3(t)* (рисунок 3) получается путем вычитания *ecg2(t)* из входного ЭКГ сигнала *ecg(t)*:

$$ecg3(t) = ecg(t) - ecg2(t) \tag{2}$$

Рисунок 3 – ЭКГ сигнал с устранением дрейфа изолинии с использованием медианной фильтрации

Далее ЭКГ сигнал сглаживается с использованием фильтра Савицкого-Голея [3, 4].

Фильтр Савицкого-Голея.

Метод Савицкого-Голея – вариант фильтра, основанного на скользящем взвешенном среднем (линейный метод сглаживания). Результат данной операции сглаживания *S(a+n)* суммы сигнала a и шума n совпадает с суммой результатов сглаживания сигнала и шума по отдельности *S(a+n) = S(a) + S(n)*, а также для любого действительного k выполняется равенство:

$$S(k \cdot a) = k \cdot S(a).$$

Скользящее взвешенное среднее имеет непосредственное отношение к операции над математическими функциями, называемой сверткой. Именно, сверткой двух функций f(x) и g(x) называется функция:

$$(f \cdot g)(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(y) g(x-y) dy .$$

Дискретный аналог свертки – скользящее взвешенное среднее, в котором интегрирование превращается в суммирование:

$$Y_k = \sum_{i=-n}^{n} w_i y_{k-i},$$

где Y_k – сглаженное значение в точке с индексом *k;*

w_i – вес точки с индексом *(k-i);*

y_{k-i} – несглаженное (входное) значение сигнала.

Размер окна сглаживания N_f в таких обозначениях равен $N_f = 2n + 1$.

Способ фильтрации шумов Савицкого-Голея основан на методе наименьших квадратов (МНК), который, несмотря на сложность модели, имеет очень низкую вычислительную сложность. Согласно этому методу $2n+1$ последовательных равноотстоящих точек аппроксимируются МНК полиномом $2k$-й степени ($k<n$), и в качестве сглаженного значения используется значение полинома в (n+1)-й точке. Математически это значение вычисляется путем скользящего среднего взвешенного среднего с весами точек, положительными в центре окна фильтрации и отрицательными на периферии.

Чем больше длина окна фильтра при сглаживании методом Савицкого-Голея, тем более точным получается значение сглаженной центральной точки. Но при достаточно большой длине окна фильтра значение сглаженной центральной точки слишком усредняется, что вносит определенную погрешность. Таким образом, для фильтрации методом Савицкого-Голея было выбрано окно фильтра длинной $N_f = 21$ точка.

Фильтр Чебышева первого рода.

Функция передачи фильтра Чебышева первого рода не имеет нулей.

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) фильтра Чебышева первого рода описывается следующей формулой:

$$K(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon^2 T_n^2(\omega/\omega_0)}},$$

где ω_0 – частота среза;

$T_n(x)$ – полином Чебышева n-го порядка;

n – порядок фильтра;

ε – параметр, определяющий величину пульсации АЧХ в полосе пропускания.

Полином Чебышева *Tn(x)* при $|x| \leq 1$ колеблется в диапазоне -1... + 1, а при $|x| > 1$ неограниченно возрастает по абсолютной величине. Поэтому АЧХ фильтра Чебышева первого рода в полосе пропускания (при $\omega \leq \omega_0$) колеблется между значениями $1/\sqrt{1+\varepsilon^2}$ и 1, а вне полосы пропускания (при $\omega > \omega_0$) монотонно затухает до нуля.

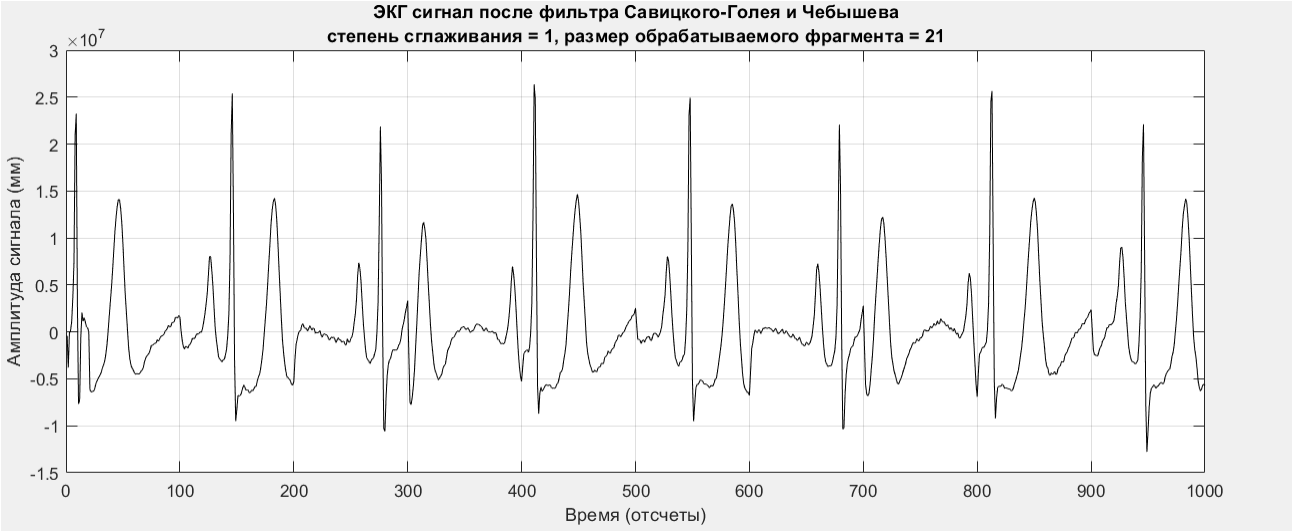
Коэффициент передачи на нулевой частоте равен 1 при нечетномпорядке фильтра и $1/\sqrt{1+\varepsilon^2}$ - при четном. На частоте среза коэффициентпередачи фильтра равен $1/\sqrt{1+\varepsilon^2}$, то есть уровню пульсаций АЧХ в полосепропускания. При $\omega \to \infty$ АЧХ стремится к нулю.

Фильтр Чебышева обеспечивает крутой спад АЧХ в области перехода отполосы пропускания к полосе задерживания.

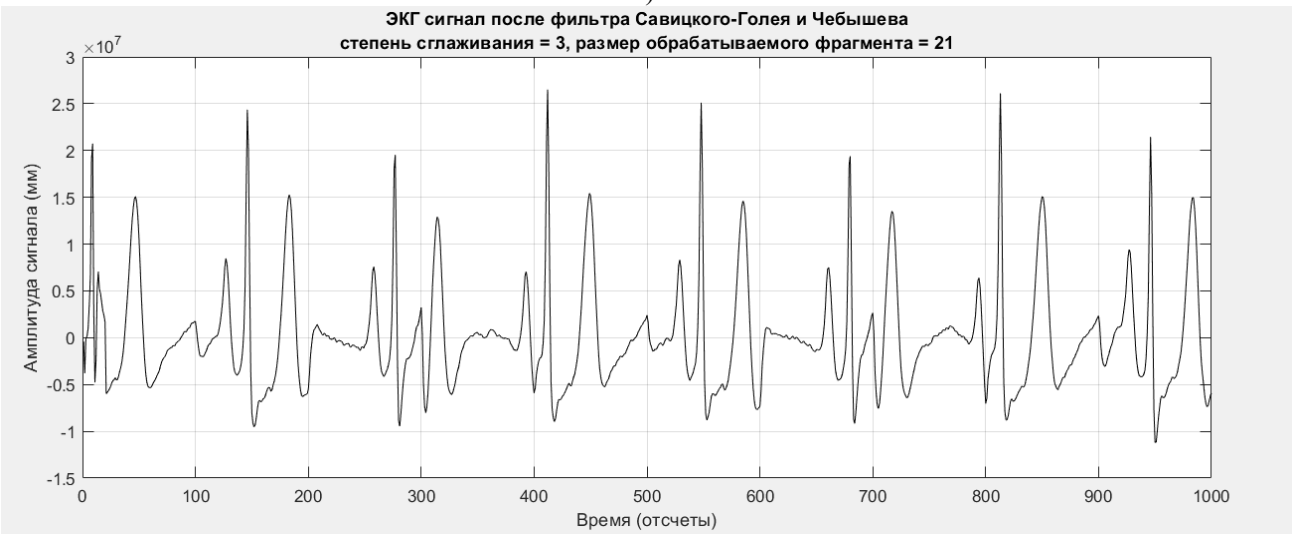
Полноценное сглаживание разработанным нами фильтром начинается с 21-й точки (т.к. длина окна фильтра $N_f = 21$ точка). До 21-точки сглаживание также ведется, с использованием имеющегося количества точек, которые пропускаются сначала через фильтр Савицкого-Голея, а затем, полученные после фильтра Савицкого-Голея точки, пропускаются через фильтр Чебышева. На выходе фильтра Чебышева получаем сглаженную точку, которую и выводим на график.

По достижению 21 точки, набор данных точек (с 1-й по 21-ю) пропускаем через фильтр Савицкого-Голея, получаем сглаженную центральную (11-ю) точку. Далее уменьшаем на две с начала набор входных точек (с 3-й по 21-ю), пропускаем через фильтр Савицкого-Голея, и получаем сглаженную центральную (12-ю) точку. Продолжаем уменьшать на две с начала набор входных точек (с 5-й по 21-ю, с 7-й по 21-ю, с 9-й по 21-ю, с 11-й по 21-ю, с 13-й по 21-ю, с 15-й по 21-ю, с 17-й по 21-ю) и получаем сглаженные центральные точки, аналогично (13-ю, 14-ю, 15-ю, 16-ю, 17-ю, 18-ю, 19-ю). Далее, полученные после фильтра Савицкого-Голея точки, для разного количества входных (11-ю, 12-ю, 13-ю, 14-ю, 15-ю, 16-ю, 17-ю, 18-ю, 19-ю), и две входные (20-я и 21-я) пропускаем через фильтр Чебышева. В итоге получаем сглаженную 21-ю точку, которую и выводим на график.

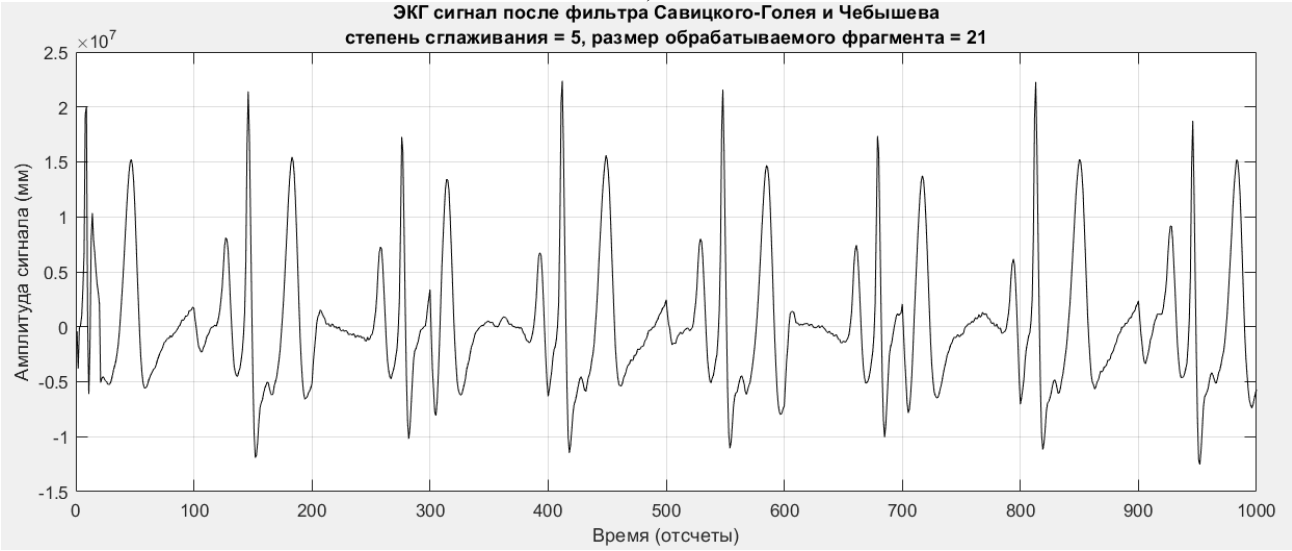
Далее сдвигаем окно фильтра на одну точку вперед, и производим те же операции.



а)



б)



в)

а) степень сглаживания 1, б) степень сглаживания 3,в) степень сглаживания 5

Рисунок 4 – Сглаживание ЭКГ сигнала с использованием фильтров Савицкого – Голея и Чебышева с разной степенью сглаживания для фильтра Савицкого-Голея

Сглаживающие фильтры Савицкого – Голея работают намного лучше обычных усредняющих нерекурсивных фильтров, которые имеют тенденцию удалять вместе шумом значительную долю

высокочастотных составляющих сигнала. Фильтры Савицкого – Голея осуществляют полиномиальную аппроксимацию отдельных кадров входного сигнала по критерию минимума квадратической ошибки. В этом смысле они являются оптимальным. На рисунке 4 представлен результат сглаживания ЭКГ сигнала с использованием фильтра. Таким образом, использование медианных фильтров и фильтра Савицкого-Голея позволяет снизить долю высокочастотных составляющих и удалить дрейфизолинии ЭКГ сигнала, что в итоге позволит повысить оценку ДЗП ФП, в частности, предсердной активности, на следующем этапе обработки.

Список использованных источников

1. Hao, Weituo, Yu Chen, and Yi Xin. ECG baseline wander correction by mean-median filter and discrete wavelet transform // Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE. IEEE, 2011.

2. Система электрокардиографической диагностики критических состояний в условиях свободной активности пациента: диссертация доктора технических наук: 05.11.17 / Кривоногов Леонид Юрьевич; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т]. - Пенза, 2017. - 412 с.

3. A. Savitzky and M. J.E. Golay. Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures // Anal. Chem. Vol. 36. PP. 1627-1639. 1964.

4. Ronald W. Schafer. What is a Savitzky-Golay filter? // IEEE Signal Processing Magazine. 2011. PP. 111-117.

УДК 629.114

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕКТИРОВАНИЯ НОРМАТИВОВ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТРУДОЕМКОСТИ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

А. С. Гурский, К. В. Буйкус
Белорусский национальный технический университет

Аннотация. Введение системы индивидуального автоматизированного расчета периодичностей технического обслуживания, трудоемкости текущего ремонта, общего пробега до капитального ремонта или списания транспортных средств с учетом коэффициентов корректирования требует оперативного контроля транспортного средства по объему выполненной работы при движении в различных условиях эксплуатации при считывании комплекса технических эксплуатационных параметров. Предполагается в результате анализа выбрать лучший способ определения коэффициента суммарного дорожного сопротивления на основании информации о расходе топлива, скорости движения транспортного средства, частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на ось. Значение коэффициента суммарного дорожного сопротивления может быть заложено в основу автоматизированного расчета коэффициента, учитывающего условия эксплуатации.

Ключевые слова: условия эксплуатации, расход топлива, скорость, нагрузка, дорожное сопротивление, коэффициент корректирования нормативов.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR DETERMINING THE COEFFICIENT OF CORRECTING THE REGULATIONS OF MAINTENANCE PERIODICITY AND LABOR CURRENT REPAIRS DEPENDING ON THE OPERATING CONDITIONS OF THE MOTOR VEHICLE

A. Gursky, K. Buikus
Belarusian National Technical University

Annotation. The introduction of a system for individual automated calculation of maintenance intervals, labor intensity of current repairs, total mileage before overhaul or write-off of vehicles, taking into account the correction factors, requires operational control of the vehicle by the volume of work performed when driving under various operating conditions when reading a set of technical operational parameters. As a result of the analysis, it is supposed to choose the best method for determining the coefficient of total road resistance based on information on fuel consumption, vehicle speed, engine speed and axle load. The value of the coefficient of total road resistance can be used as the basis for the automated calculation of the coefficient, taking into account the operating conditions.

Keywords: operating conditions, fuel consumption, speed, load, road resistance, standard correction coefficient.

Введение

Каждый маршрут автотранспортного средства (АТС) индивидуален и состоит из интервалов движения, характеризующихся различными дорожными условиями со специфическими режимами. Поэтому при расчете фактических периодичностей технического обслуживания, трудоемкости текущего ремонта, общего пробега до капитального ремонта (ресурса) транспортных средств возникают сложности с определением фактического значения коэффициента корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации K_1 [1].

В основе расчета коэффициента корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации K_1 лежит определение значения коэффициента суммарного сопротивления движению через энергетические затраты двигателя (например, расход топлива) на преодоление суммарных сил сопротивления движению транспортного средства [6], которое возможно на режиме установившегося движения.

Целью данной работы является определение коэффициента корректирования нормативов периодичности технического обслуживания (ТО) и трудоемкости текущего ремонта (ТР) АТС в

зависимости от условий эксплуатации для выполнения автоматизированного расчета периодичностей ТО на основании непрерывно передаваемых данных телематики и дистанционной диагностики АТС.

Экспериментальное определение коэффициента сопротивления движению АТС

Условия эксплуатации, определяющие исходный коэффициент корректирования нормативов периодичности технического обслуживания и трудоемкости текущего ремонта в зависимости от условий эксплуатации K_1=1,0, описаны в ТКП 248 [1]: первая категория условий эксплуатации; базовые модели АТС; умеренный климатический район с умеренной агрессивностью окружающей среды; пробег АТС с начала эксплуатации до 75 % от пробега до капитального ремонта (ресурса); организация с количеством обслуживаемых и ремонтируемых АТС от 201 до 300, которые составляют три технологически совместимые группы АТС; весенне-летний период эксплуатации.

Для характеристики условий эксплуатации в данный момент движения АТС выбран коэффициент сопротивления движению.

Коэффициент сопротивления движению при передвижении АТС с постоянной скоростью определяют по формуле [6]

$$\psi = k\,\frac{Q_{\text{ср}}}{V_{\text{ср}}}, \qquad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности, характеризующий конструктивные особенности АТС.

Коэффициент сопротивления движению учитывает сопротивление движению на подъем, сопротивление качению колес, сопротивление атмосферного воздуха, инерцию поступательного движения автомобиля, а также сопротивление ветру в зависимости от его направления и силу тяжести в зависимости от массы груза.

Для определения рабочих параметров АТС, участвующих в расчете коэффициента сопротивления движению, были проведены натурные эксперименты на грузовом автомобиле MAN TGA 24.430 (колесная формула 6×2 и вывешиваемая задняя ось) при его передвижении по отрезку автодороги общего пользования Воложин–Лида (рис. 1). На выбранном отрезке дороги автомобиль двигался с постоянной скоростью и загрузкой, близкой к максимальной, на высоте 140 метров над уровнем моря. Для определения климатических условий использовались данные метеорологического архива https://weather.rambler.ru. Направление движения АТС преимущественно юго-западное. Результаты считывания текущего времени, скорости, расхода топлива непосредственно с шины данных АТС и массы груза с датчика нагрузки на ось представлены в таблице 1.

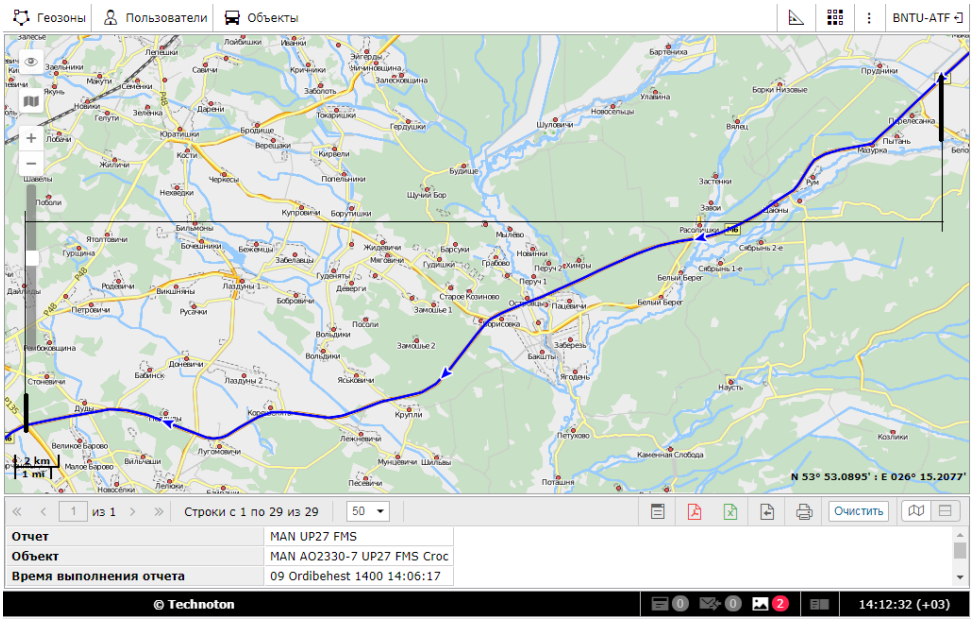


Рисунок 1 – Отрезок автодороги Воложин–Лида, использованный для эксперимента

Таблица 1 – Результаты считывания текущих параметров автомобиля MAN TGA 24.430, движущегося по дороге Воложин - Лида за 15.02.2021

Номер считывания	Текущее время считывании данных, ч,мин,с	Скорость движения, км/ч	Мгновенный расход топлива, л/ч	Масса груза, т
1	7,46,20	82	20,20	20,29
2	7,47,04	82	12,60	20,29
3	7,48,34	80	25,85	20,29
4	7,49,19	80	16,55	20,29
5	7,50,04	84	26,70	20,29
6	7,51,33	82	23,05	20,29
7	7,52,06	82	23,55	20,29
8	7,53,32	84	19,95	20,29
9	7,54,32	80	28,05	20,29
10	7,55,16	86	29,20	20,29
11	7,56,41	84	30,55	20,29
12	7,57,24	76	22,90	20,29
13	7,58,09	87	25,55	20,29
14	7,59,32	87	21,05	20,29
15	8,00,14	86	13,40	20,29
16	8,02,27	80	15,45	20,29
17	8,03,11	79	17,70	20,29
18	8,05,42	83	32,25	20,29
19	8,06,25	85	24,85	20,29
20	8,09,44	80	23,15	20,29
21	8,13,24	79	29,25	20,29
22	8,15,55	80	34,25	20,29

Средняя периодичность считывания составляет

$$T_{cp} = \frac{t_n - t_1}{\mathrm{n}} \tag{2}$$

где t_1 – текущее время 1-го считывания данных;

t_n – текущее время n-го считывания данных;

n – количество считываний данных.

Так средняя периодичность передачи параметров работы АТС на сервер хранения составляла 55,23 с. Максимальное отклонение составило 151–55 = 96 с, которое говорит о возможном пропуске одного из считываний. Минимальное отклонение составило 44 с. Таким образом, следует учесть данные временной погрешности на графике.

Средняя скорость движения на участке на основании мгновенных скоростей:

$$V_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V}{\mathrm{n}} \tag{3}$$

где V_i – мгновенная скорость движения i-го считывания;

n – количество измерений.

На рассматриваемом участке дороги средняя скорость составила $V_{\text{ср}}$ = 82,18 км/ч.

Отклонение от среднего значения скорости определяют по формуле

$$\Delta V_i = V_{ср} - V_i \tag{4}$$

Максимальное значение отклонения составило 6,81 км/ч, а относительное — 7,5 %.

Среднюю скорость можно рассчитать по классической формуле

$$V_{сробщ} = \frac{S_{общ}}{t_{общ}} \tag{5}$$

где $S_{общ}$ – длина пройденного пути, км;

$t_{общ}$ – продолжительность пути, ч.

$$S_{общ} = S_n - S_1 \tag{6}$$

где S_1 – показания одометра в начальной точке измерения, км;

S_n – показания одометра в конечной точке измерения, км.

$$t_{общ} = t_n - t_1 \tag{7}$$

Средняя скорость составила $V_{сробщ}$ = 86,2 км/ч.

Разность между средними значениями скорости, рассчитанными по формулам (3) и (5), определяют по формуле

$$\Delta V = V_{сробщ} - V_{ср} \tag{8}$$

Разность средних скоростей движения, рассчитанных разными способами, составляет 4 км/ч, а относительная – 4,65 %.

Средний расход топлива по данным мониторинга мгновенных значений расхода топлива составляет:

$$Q_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q}{n} \tag{9}$$

где Q_i – мгновенный расход топлива, л/ч;

Средний расход топлива составил $Q_{ср}$ = 23,45 л/ч.

Отклонения в измерениях расхода топлива определяют следующим образом:

$$\Delta Q = Q_{ср} - Q \tag{10}$$

Максимальное отклонение в пике от среднего значения составляет 11 л/ч, что указывает на высокую погрешность данных мгновенного расхода топлива, считанных с указанной выше периодичностью. В процессе данного расчета производим оптимизацию полученных результатов, однако для упрощения процедуры расчета необходимо совершенствовать методики считывания и обработки этих данных.

На рисунках 2–6 представлены значения параметров движения АТС: скорость движения автомобиля V, часовой расход топлива Q, частота вращения коленчатого вала двигателя n в точках считывания на заданном интервале движения по датам проезда одного и того участка дороги при различных метеорологических условиях.

V, км/ч	82,95455	*t, ч*	0,6
Q, л/ч	20,38182	*S,* км	51,07
Q/V, л/км	0,2457	ψ	0,01228

21.00, -2 °С, Облачно, ветер 2 м/с С-З, давление 735, влажность 92 %, осадки 0.1 мм

Рисунок 2 – Значения рабочих параметров АТС за 28.01.2021

V, км/ч	76,409091	*t, ч*	0,87
Q, л/ч	17,409091	*S,* км	51,37
Q/V, л/км	0,2278	ψ	0,01139

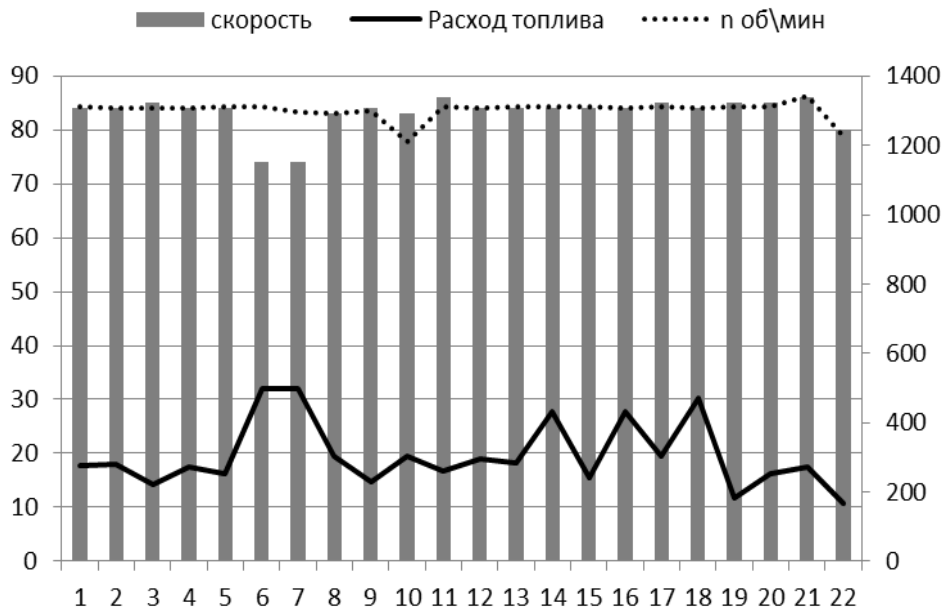
20.00, -7 °С, Снег, ветер 6 м/с Сев, давление 740, влажность 82 %, осадки 0.1 мм

Рисунок 3 – Значения рабочих параметров АТС за 04.02.2021

V, км/ч	82,18182	*t, ч*	0,48
Q, л/ч	23,45682	*S,* км	41,38
Q/V, л/км	0,2854	ψ	0,01427

8.00, -10 °С, Пасмурно, ветер 3 м/с Сев, давление 753, влажность 85 %, осадки 0.1 мм

Рисунок 4 – Значения рабочих параметров АТС за 15.02.2021



V, км/ч	83,18182	*t, ч*	0,63
Q, л/ч	19,64318	*S,* км	54,79
Q/V, л/км	0,2361	ψ	0,01181

8.00, -2 °С, ветер 5 м/с Вост, давление 758, влажность 93 %, осадки 0 мм

Рисунок 5 – Значения рабочих параметров АТС за 23.02.2021

V, км/ч	85,22727	*t, ч*	0,57
Q, л/ч	20,74091	*S,* км	49,06
Q/V, л/км	0,2434	ψ	0,01217

18.00, +2 °С, ветер 4 м/с С-В, давление 740, влажность 89 %, осадки 0.1 мм

Рисунок 6 – Значения рабочих параметров АТС за 16.03.2021

Как видно из рисунков 2–6, среднее значение расхода топлива на данном участке автодороги практически не изменяется. Для уточнения среднего расхода топлива необходимо использовать данные, полученные с датчика уровня топлива или дополнительного расходомера топлива.

Данные о скорости движения и соответствующей ей частоты вращения коленчатого вала могут быть использованы для определения передаточного числа трансмиссии, а, значит, определения номера передачи коробки.

На рисунке 7 представлен совместный график изменения скорости, расхода топлива и высоты над уровнем моря (уклона дороги) на временном промежутке передвижение.

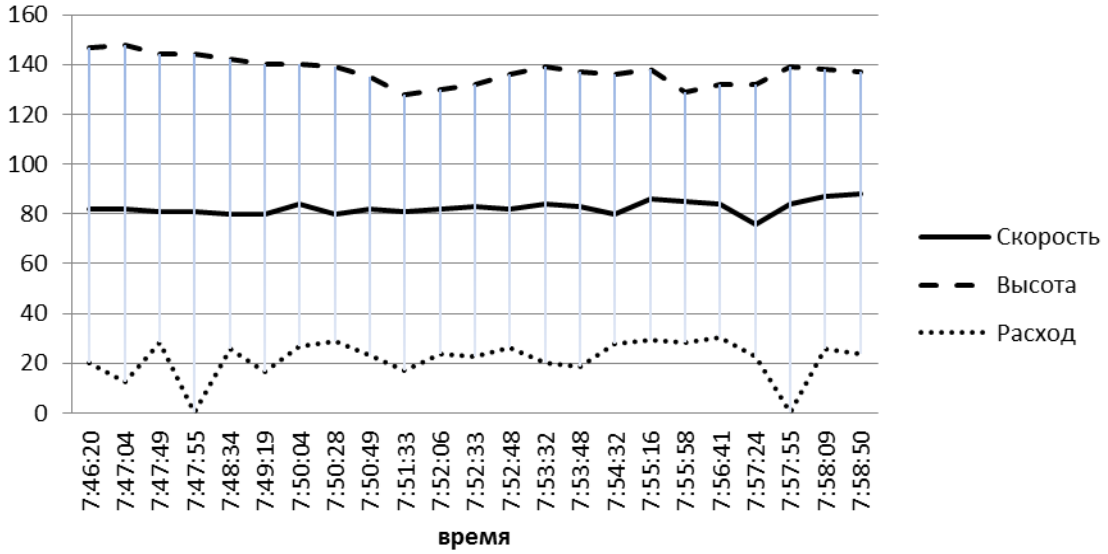


Рисунок 7 – Измерение скорости движения, расхода топлива и высоты над уровнем моря на временном промежутке передвижения

Как видно из рис. 7, изменение уклона дороги практически не влияет на расход топлива, если нет затяжных подъемов и спусков.

По результатам вычислений коэффициента сопротивления движению в зависимости от условий эксплуатации по датам проезда одного и того участка дороги при различных метеорологических условиях строиться зависимость с учетом действующих факторов силы и направления ветра и загрузки АТС.

Для оценки воздействия силы ветра на коэффициент сопротивления движению воспользуемся формулой [7]

$$P_в = 0{,}5 c_x F \rho_в V_в \tag{11}$$

где c_x - коэффициент лобового (аэродинамического) сопротивления, учитывающий обтекаемость;

F - лобовая площадь, м^2;

$V_в$ - скорость ветра, м/с;

$\rho_в$ - плотность воздуха, кг/м^3.

Коэффициент, учитывающий направление и скорость ветра получается путем умножения силы ветра на коэффициент направления ветра. Коэффициент направления ветра по отношению к АТС принимается следующим образом: при перпендикулярном направлении ветра равен 0, при встречном — минус 1, при попутном — 1, при касательном воздействии с углом 45° — минус 0,5 и 0,5 соответственно при встречном и попутном направлении.

$$k_{P_в} = c_н P_в \tag{12}$$

где $c_н$ - коэффициент направления ветра.

На рисунке 8 показано поведение коэффициента сопротивления движению при изменении степени загрузки и направления ветра.

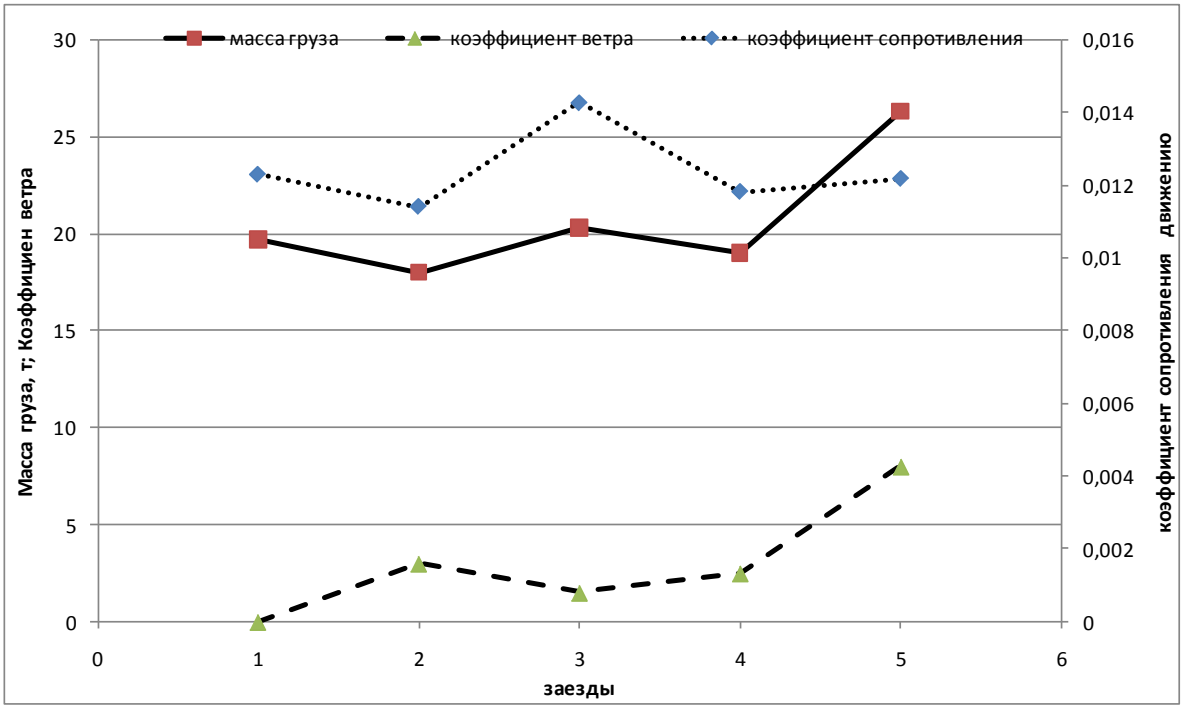


Рисунок 8 – Поведение коэффициента сопротивления движению при изменении загрузки и коэффициента, учитывающий направление и скорость ветра.

Как видно из рис. 8, коэффициент сопротивления движению коррелируется с изменением массы перевозимых грузов, а влияние ветра ощутимо на пятом измерении. В общем случае, при движении АТС по одному и тому же участку с одинаковой загрузкой основное влияние на дорожное сопротивление оказывает ветер. Следует обратить внимание на то, что сила сопротивления воздуха уже учтена в формуле (1) в виде скорости АТС.

Таким образом, коэффициент корректирования нормативов периодичности технического обслуживания и трудоемкости текущего ремонта в зависимости от условий эксплуатации должен определяться по следующей формуле

$$K_1 = \frac{1}{\psi} k_{\text{Рв}} k_{\text{М}}, \tag{13}$$

где $k_{\text{М}}$ – коэффициент, учитывающий массу груза.

При расчете энергетических затрат, коэффициенты, учитывающие направление и скорость ветра и массу груза, остаются в формуле, но для расчета промежуточных коэффициентов необходимо их выделение. Так коэффициент, учитывающий скорость и направление ветра, входит в коэффициент, учитывающий природно-климатические условия, но, когда коэффициенты K_1 и K_3 используются в формулах корректировки нормативов вместе, то нет необходимости в выделении указанного коэффициента из формулы сопротивления движения. А в формулах, где совместно используются коэффициенты K_1 и K_2, нет необходимости вычленять коэффициент, учитывающий массу груза $k_{M.}$.

С учетом всех дополнений коэффициент сопротивления движению может быть использован для автоматизированного расчета коэффициента корректирования нормативов ТО и ТР в условиях установившегося движения. Анализ графиков (рис. 2-6) показывает, что различные факторы движущегося АТС по разному влияют на двигатель, трансмиссию, ходовую часть, механизмы управления и кузов, что указывает на необходимость дифференцированного подхода к расчету коэффициентов корректирования нормативов ТО и ТР для соответствующих агрегатов и автомобиля в целом. Например, на двигатель и трансмиссию и ходовую часть влияют все факторы, на подвеску и кузов в большей мере масса груза и ровность дорожного полотна.

Заключение

Для учета условий эксплуатации АТС при определении коэффициента корректирования нормативов периодичности технического обслуживания и трудоемкости текущего ремонта необходимо:

– при расчете коэффициента сопротивления движению учитывать массу АТС, скорость и направление ветра;

– массу АТС определять прямым измерением нагрузки на оси или на седле либо косвенным способом по ускорению. Важным условием для исключения влияния колебаний на датчик нагрузки на ось является проведение измерения в состоянии покоя, а в идеальном случае — на горизонтальной поверхности, например, на заправочной станции или на весовой площадке в пунктах пропуска;

– расчет среднего расхода топлива в режиме установившегося движения проводить по накопительному параметру расхода путем расчета среднего значения с датчика расхода перед отправкой на сервер, т. к. мгновенный расход имеет значительные колебания от среднего значения;

- в случае считывания данных о расходе топлива с шины CAN или бортового компьютера необходимо производить периодическую сверку по датчику уровня топлива на участках движения и от заправки до заправки.

– отдельно рассчитывать коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации для двигателя, трансмиссии, ходовой части, механизмов управления и кузова.

Значительная разность результатов расчета среднего расхода топлива бортовым компьютером и среднего расхода по датчику уровня топлива или по датчику расхода топлива требует проведения диагностирования АТС.

Список использованных источников

1. ТКП 248-2010(02190). Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения [Текст]. – Минск : РУП «Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника», 2010. – 42 с.

2. Использование транспортной телематики и дистанционной диагностики для совершенствования технического обслуживания и ремонта транспортных средств/ А. С. Гурский, В. С. Ивашко// Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. – 2020. – Т. 65, № 3. – С. 375-383.

3. Гурский, А. С. Определение коэффициента суммарного дорожного сопротивления по расходу топлива / А. С. Гурский // Изобретатель. – 2020. – №2(238). – С. 7-13.

4. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля. – М. : Форум-ИНФРА-М, 2005. – 368 с.

5. Гришкевич, А. И. Автомобили: Теория. – Минск : Вышэйшая школа, 1986. – 208 с.

6. Способ определения коэффициента суммарного сопротивления движению транспортного средства при его дорожных испытаниях : пат. 2011955 Рос. Федерация : МПК[5] G 01 M 17/00 / В. С. Устименко [и др.] ; заявитель и патентообладатель Войсковая часть 63539. – № 4788603/11 ; заявл. 05.02.1990 ; опубл. 30.04.1994. – 5 с.

7. Николаев, В. И. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля / В. И. Николаев, В. Л. Роговцев. - Москва: Машиностроение, 1971. – 408 с.

8. Анализ методов определения коэффициента сопротивления качению колёс автомобиля / Клименко В. И. [и др] // Автомобільний транспорт. – 2020. – Вып. 46. – С. 33-39.

УДК 631.332.7

МИНИ-ТЕХНИКА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

А. Г. Вабищевич, Н. Д. Янцов, Е. Н. Курак, В. А. Зыблюк, М. В. Дорошенко
Белорусский государственный аграрный технический университет

Аннотация. В работе приведены образцы мини-техники, выпускаемые промышленностью и экспериментальные образцы машин и агрегатов для возделывания картофеля в условиях мелкотоварного производства.
Ключевые слова: сельскохозяйственные машины, малогабаритные агрегаты, возделывание картофеля.

MINI- EQUIPMENT FOR CULTIVATION OF POTATOES

A. Vabichevich, N. Yantsov, E. Kurak, V. Zeblur, M. Doroshenko
Belarusian State Agrarian Technical University

Abstract. The paper presents samples of mini-equipment manufactured by industry and experimental models of machines and units for the cultivation of potatoes in the conditions of small-scale production.
Keywords: agricultural machines, small-sized units, potato cultivation.

Введение

В Республике Беларусь функционирует около трех тысяч организаций малого агробизнеса, которые занимают свыше 15% общего количества посевных площадей; при этом, подсобные хозяйства граждан республики обеспечивают производство 20% продукции сельского хозяйства, в том числе: картофеля - 80%, овощей – 65%, плодов и ягод – 85%, молока, скота и птицы в живом весе – 6% [1].

Республика Беларусь занимает одной из ведущих мест в мире по производству картофеля на душу населения и восьмое место по валовому сбору и посевным площадям.

Одной из целей Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь является увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции в том числе картофеля ежегодно до 9 млн. тонн как для хозяйств АПК так и крестьянских (фермерских) хозяйств, а также в подсобных хозяйств граждан [1].

Одним из важнейших условий решения этой задачи является повышение урожайности так как потенциальные возможности возделывания этой культуры еще не исчерпаны. Выполнение поставленной задачи может быть достигнуто при дальнейшей интенсификации отрасли картофелеводства.

Как правило, крестьянские (фермерские) хозяйства имеют энергетические средства, однако далеко не в полной мере они обеспечены прицепными и навесными орудиями. Сдерживает развитие фермерских и личных подсобных хозяйств отсутствие дешевой малогабаритной сельскохозяйственной техники.

Затраты труда в личном подсобном хозяйстве пока велики, а труд тяжелый. С помощью машин лишь вспахивают и частично ведут поверхностную обработку приусадебных участков. Все остальные работы по обработке почвы приходится зачастую выполнять вручную.

Основная часть

В настоящее время в Ресбулике Беларусь для мелкотоварного производста, как правило, выпускаются отдельные однооперационные машины к мини-тракторам (бороны, культиваторы окучники и др.). Этот фактор негативно влияет на число проходов агрегатов по полю, что увеличивает вредное воздействие ходовых устройств на почву, увеличивает расход топлива и эксплуатационные затраты.

Совмещение технологических операций повышает качество подготовки почвы, сокращает сроки проведения работ, а число проходов агрегатов по полю, уменьшает вредное воздействие их ходовых устройств на почву, снижается общая энергоемкость работ, растет производительность труда, уменьшаются расход топлива и эксплуатационные затраты.

Дальнейшее повышение эффективности мелкотоварного производства возможно при создании комбинированных агрегатов, совмещающих несколько операций при подготовке почвы для посева сельскохозяйственных культур, а также можно использовать и перед посадкой картофеля.

Ниже предлагаются варианты компоновки комбинированного почвообрабатывающего агрегата, совмещающего несколько операций.

В первом варианте компоновки агрегата на универсальной рамке последовательно размещена рыхлительная секция, прикатывающий планчатый каток и секция граблин (рис. 1).

Агрегат состоит из сварной рамы с навесным устройством. На раме смонтированы два ряда рыхлительных S-образных пружинных зубьев. На заднем брусе рамы крепятся прутковые катки и зубовые пружинные боронки.

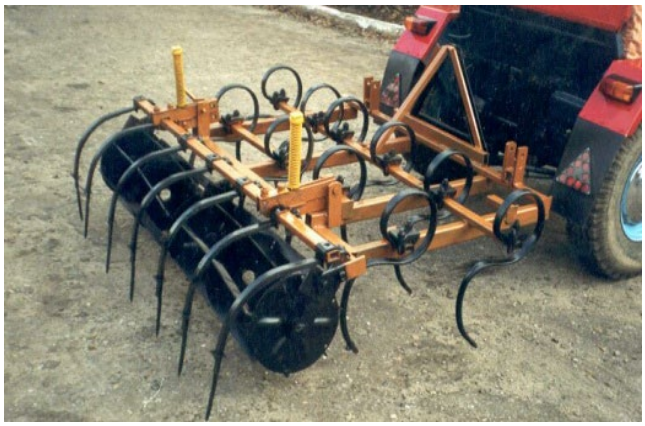


Рисунок 1 - Комбинированный почвообрабатывающий агрегат

При движении агрегата рыхлительные зубья обрабатывают почву на глубину до 6-12 см, катки выравнивают и дробят крупные комки, а зубья пружинной боронки вычесывают сорняки и мелко рыхлят почву.

Регулировку заданной глубины обработки производят навеской трактора и перемещением катков по сектору стойки. Ширину междуследия изменяют перемещением креплений S-образных пружинных зубьев, а также перемещением креплений пружинной боронки на поперечном брусе.

Во втором варианте на передней части рамы дополнительно располагается секция для внесения минеральных удобрений состоящая из бункера и дозирующего устройства для распределения минеральных удобрений по ширине агрегата (рис. 2)

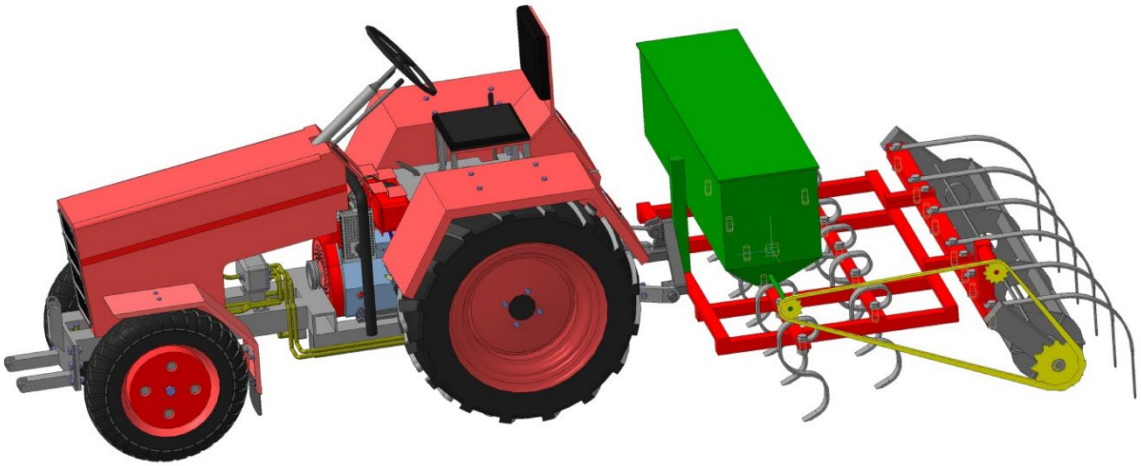


Рисунок 2 – 3D модель малогабаритного почвообрабатывающего агрегата с внесением удобрений

При движении агрегата планчатый каток посредством цепной передачи приводит в действие устройства для дозирования и распределения минеральных удобрений по ширине агрегата. Рыхлительные S-образные зубья заделывают удобрения, обрабатывают почву на глубину 6…12 см, катки дробят крупные комки, выравнивают, а зубья пружинной боронки вычесывают сорняки и мелко

рыхлят почву. Регулировку заданной глубины обработки почвы производят навеской трактора и перемещением стойки крепления катков. Ширину междуследия изменяют перемещением креплений S-образных пружинных зубьев и пружинных боронок на поперечном брусе.

Посадка картофеля является важным урожаеобразующим фактором в технологическом процессе возделывания картофеля. От своевременного и качественного выполнения этой операции зависит урожайность и возможность комплексного использования средств механизации. Для выполнения этой операции промышленность выпускает навесные и полунавесные картофелесажалки, в которых используется ложечковая система подачи семенного материала когда клубни подаются к посадке с помощью ложек закрепленных на диске или прикреплённых к ремню. К такому типу машин относится экспериментальный образец однорядной прицепной картофелелесажалки (рис 3).

Картофелесажалка состоит из прицепного устройства, цепочно-ложечкового высаживающего аппарата, механизма привода высаживающего аппарата, двух опорно-приводных колёс, сошника, бункера для клубней, двух бороздозакрывающих дисков, пружины со штангой для регулировки глубины хода бороздозакрывающих дисков.

Рисунок 3 – Картофелесажалка с цепочно-ложечковым высаживающим аппаратом

После заезда агрегата в борозду сажалка опускается навесным устройством мини-трактора в рабочее положение. Загрузка бункера картофелем производится вручную. При движении агрегата сошник прорезает канавки в гребне на заданную глубину посадки. Вращение от опорно-приводных колес передается на высаживающие аппараты посредством цепной передачи. Двигаясь вверх ложечки захватывают клубни. При движении ложечки вниз клубень подается во внутреннюю полость сошника и падает на дно борозды, которая образовывается при движении сошника. Закрытие борозды с высаженными клубнями производится дисковыми загортачами.

Глубина хода сошника регулируется путём перестановки сошника по вертикальным отверстиям, глубину заделки клубней - путём изменения сжатия пружины бороздозакрывающих дисков, норма посадки клубней - за счет сменных звездочек привода высаживающего аппарата.

Техническая характеристика картофелесажалки: производительность - 0,3 га/ч, рабочая скорость – 5 км/ч, глубина посадки – 6…12 см, ширина захвата - 0,70 м.

К другому типу машин относится экспериментальный образец (рис 4) однорядной роторная картофелесажалки, представленной технологической схемой (рис 5).

Рисунок 4 – Картофелесажалка роторная

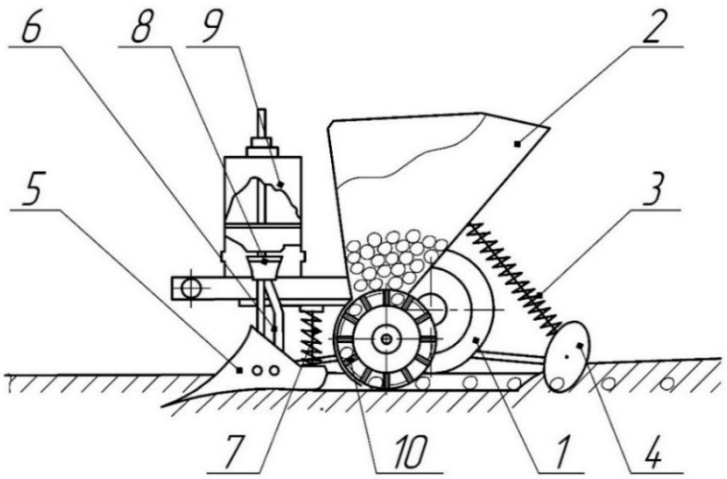


Рисунок 5 - Технологическая схема роторной картофелесажалки:
1 - опорно-приводные колеса, 2 - бункер для клубней, 3 - пружина со штангой, 4 - бороздозакрывающие диски, 5 – сошник, 6 – тукопровод, 7 - штанга с пружиной, 8 - механизм регулировки дозы внесения удобрений, 9 - туковысевающий аппарат, 10 - роторный высаживающий аппарат

Роторная картофелесажалка (рис. 5) состоит из рамы 10, двух опорно-приводных колёс 1, бункера для клубней 2, сошника 5, штанги с пружиной для регулировки глубины посадки клубней 7, туковысевающего аппарата 9, механизма регулировки внесения удобрений 8, роторного высаживающего аппарата 10, двух бороздозакрывающих дисков 4, пружин со штангой 3 для регулировки глубины хода.

При работе сажалки клубни загружаются в бункер 2, по наклонному днищу и направителю попадают в ячейки роторного высаживающего аппарата 10 [2], который приводится во вращение от опорно-приводного колеса 1. Сошник 5 прорезает канавку в гребне на заданную глубину посадки, куда сначала локально-ленточно поступают удобрения из туковысевающего аппарата 9 по тукопроводу 6, а затем клубни картофеля, которые подаются роторным высаживающим аппаратом.

Конструкция роторного высаживающего аппарата достаточно проста по устройству, надежна в работе поскольку имеет небольшое количество деталей, из которых он состоит.

Захват клубней из нижней части бункера происходит в секторе, который ограничен углом поворота диска 80…100°. Для улучшения захватывающей способности ротора рекомендуется увеличить зону захвата на 25° в сторону, противоположную направлению вычерпывания клубней.

В последующем, некоторое незначительное время клубень скользит по поверхности направляющего кожуха, а внизу его схода попадает в бороздку. Нижняя часть ротора максимального приближена ко дну бороздки. За счет этого и в сочетании с плавным сходом клубня в бороздку практически уменьшается до минимума его падение. Все это позволяет производить более точную посадку клубней картофеля и экономно использовать посадочный материал, а высаженные клубни заделываются почвой .

Глубина хода сошника регулируется путем перестановки шплинта пружинной штанги, глубину заделки клубней - изменением усилия сжатия пружины на штанге бороздозакрывающих дисков, норму посадки клубней - изменением передаточного числа привода ротора высаживающего аппарата, дозу внесения удобрений - изменением передаточного числа привода вала туковысевающего аппарата и заслонкой.

Техническая характеристика роторной картофелесажалки: производительность - 0,25…0,35 га/ч, рабочая скорость – 5…7 км/ч, глубина посадки – 6…14 см, ширина захвата - 0,70 м.

Применение роторной картофелесажалки с одновременным внесением удобрений позволяет производить более точную посадку клубней картофеля, что очень важно для экономного использования посадочного материала (семян картофеля) в условиях индивидуальных, личных, подсобных и небольших фермерских хозяйств; снижаются затраты труда при посадке картофеля и внесении минеральных удобрений, облегчаются условия работы; уменьшается расход минеральных удобрений за счет их локально-ленточного внесения; для изготовления можно использовать доступные материалы, а также унифицированные узлы и детали сельскохозяйственных машин, что особенно важно для подсобных хозяйств.

Эффективность мелкотоварного производства в значительной мере зависит от ухода за растениями, одной из важных операций является окучивание и химическая защита растений.

Уход за посадками картофеля направлен на создания благоприятных условий для роста и развития растения путем рыхления почвы, уничтожения сорняков, борьбы с фитофторой и колорадским жуком.

Для ухода за посадками картофеля используются малогабаритные культиваторы-окучники и штанговые опрыскиватели.

На приусадебных участках малогабаритные окучники используются для нарезания борозд, рыхления междурядий, подрезки сорняков, окучивания картофеля и других пропашных культур в комплекте с мотоблоками и мини-тракторами.

Все окучники делятся на два вида:

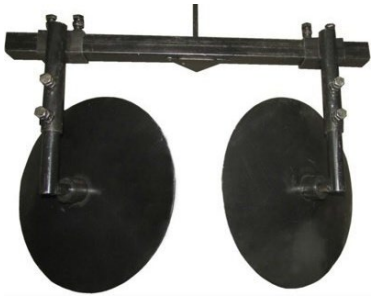
- листерные, они же ушастые и стреловидные (рис. 6); выглядят как вытянутый треугольник, острый нос которого эффективно врывается в землю, а крылья, подсыпают почву под растения;
- дисковые, работают там, где грядки находятся близко друг к другу, почва под растения подсыпается высоко (рис. 7).

Малогабаритные листерные окучники бывают однорядные (рис. 6а), двухрядные (рис. 6б), трехрядные (рис. 6в).

а б в

Рисунок 6 – Листерные окучники: а - однорядный, б – двухрядный, в – трехрядный

Малогабаритные дисковые окучники изготавливаются однорядными (рис. 7а), двухрядными (рис. 7б).



а

б

Рисунок 7 – Дисковые окучники: а - однорядный, б – двухрядный

Ниже предлагается малогабаритный окучник (рис. 8) для междурядной обработки пропашных культур, главным образом картофеля на легких почвах в садах и огородах и небольших приусадебных участках.

Окучник имеет раму сварной конструкции с поворотным брусом, на который устанавливаются рабочие органы - окучники. При движении агрегата окучник обрабатывает почву образуя гребни. Регулировку заданной глубины обработки почвы производят навеской трактора и перемещением стойки крепления опорных катков.

Рисунок 8 - Культиватор окучник

В отличии от приведенного выше предлагается вариант компоновки малогабаритного агрегата, совмещающего окучник и сетчатую борону (рис. 9) навешиваемого на мини-трактор класса 4 кН, предназначенного для окучивания междурядий и рыхления с вычесыванием сорняков сетчатой бороной при уходе за посадками картофеля.

Агрегат состоит из рамы с навесным устройством. На раме смонтирован ряд окучников и секция рыхлительных сетчатых борон.

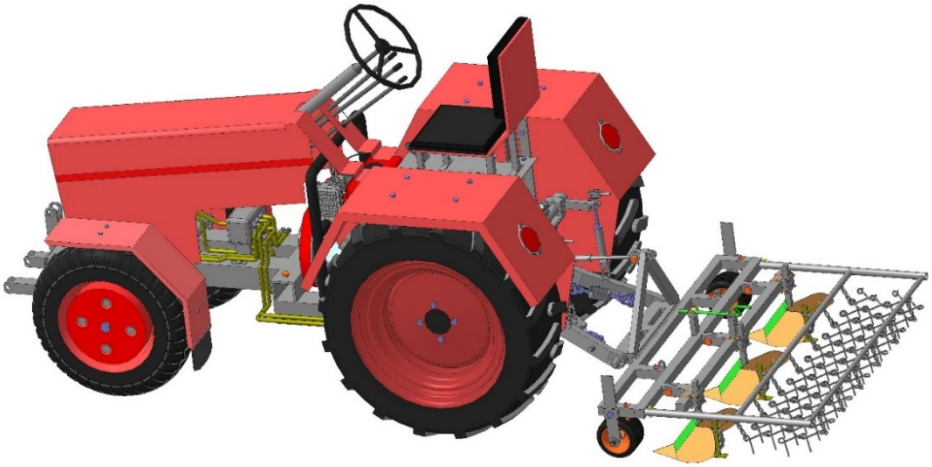


Рисунок 9 – 3D модель малогабаритного агрегата для окучивания и рыхления почвы

При движении агрегата окучники обрабатывают почву образуя гребни, а зубья сетчатой бороны дробят комки, выравнивают, вычесывают сорняки и мелко рыхлят почву. Регулировку заданной глубины обработки почвы производят навеской трактора и перемещением стойки крепления катков.

Эффективность мелкотоварного производства в значительной мере зависит от ухода за растениями, одной из важных операций является химическая защита растений.

Серийно выпускаемые опрыскиватели используются в агрегате с тракторами класса тяги 14 кН и выше. Для обработки растений на полях личных, крестьянских, подсобных хозяйств промышленностью РБ не выпускаются малообъемные опрыскиватели к мини-тракторам.

Разработан и предлагается экспериментальный образец малообъемного штангового опрыскивателя для химической защита растений в том числе и посадок картофеля (рис. 10). Опрыскиватель состоит из рамы с прицепным устройством. На раме крепится емкость с заправочным устройством и фильтром. За емкостью поперек опрыскивателя расположена центральная штанга и две ее боковые секции с распылителями. Опрыскиватель имеет шестеренчатый насос, заборный и нагнетательный трубопровод с вентилями и манометр. При работе опрыскивателя рабочая жидкость насосом по заборному и нагнетательному патрубку подается под давлением на центральную и боковую секции штанги на которой равномерно расположены распылители. Часть потока рабочей жидкости поступает обратно в емкость, обеспечивая перемешивание. Рабочее давление на секциях контролируется по манометру.

Рисунок 10 – Малообъемный штанговый опрыскиватель

Ширина колеи изменяется передвижением опорных колес по раме, доза внесения ядохимикатов регулируется изменением давления, высота опрыскивания - изменением положения задней рамки опрыскивателя.

Техническая характеристика опрыскивателя: производительность - 2,1…3,7 га/ч, рабочая скорость – 5…9 км/ч, диапазон рабочего давления - 0,1…0,7 МПа, ширина захвата - 4,2 м, емкость цистерны - 315 л, вес - 120 кг.

Заключение

1. Таким образом, на ряду с имеющимися образцами мини-техники приведены экспериментальные образцы малогабаритных машин и агрегатов для подготовки почвы, посадки и ухода за посадками картофеля, которые облегчают условия труда, снижают его затраты, что в свою очередь уменьшает себестоимость выращивания, способствуют проведения работ в оптимальные сроки что приводит к повышению урожайности картофеля.

2. Эффективность использования малогабаритных агрегатов при производстве картофеля характеризуется, доступными материалами, использованием основных узлов и деталей из выпускаемых и списанных сельскохозяйственных машин, что весьма важно для небольших индивидуальных, фермерских и подсобных хозяйств граждан.

Список использованных источников:

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 - 2020 годы. Постановление СМ РБ от 11.03.16 г. № 196.

2. Комбинированный роторный картофелевысаживающий аппарат: пат. 5832 Респ. Беларусь на полезную модель, МПК А 01 С9/02 А.Г. Вабищевич и др.; заяв. Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. - № и 20090486; заявл. 10.06.2009; опубл. 15.09.2009 // Официальный бюл. / Нац. центр интелект.