



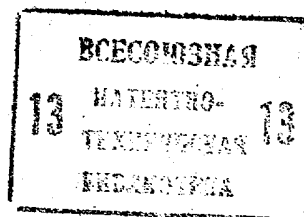
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1033033** **A**

3(5D) A 01 B 69/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3373308/30-15
(22) 18.12.81
(46) 07.08.83. Бюл. № 29
(72) В.З.Бубнов, В.М.Тараторкин
и П.А.Орлов
(71) Всесоюзный ордена "Знак Почета"
сельскохозяйственный институт заочного образования
(53) 631.3-5(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 808024, кл. А 01 В 69/04, 1979.
2. Авторское свидетельство СССР
№ 873908, кл. А 01 В 69/04, 1980
(прототип).

(54) (57) 1. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВОЖДЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ, содержащая программный блок, связанный с переключателем режимов управления, датчики траекторной ошибки и положения направляющих колес, датчик скорости и усилитель, связанный с исполнительными механизмами, отличающаяся тем, что, с целью повышения качества автовождения и расширения области применения, она дополнительно содержит датчик положения рабочих органов, связанный с программным блоком и переключателем режимов управления, блок реверсирования управляющего воздействия, связанный входом с переключателем режимов управления, а выходами - с усилителем, схему управления движения на рабочем гоне, связанную со схемой стабилизации направляющих колес и через последнюю - с переключателем режимов управления, схему автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия, связанную входами со схемой стабилизации направляющих колес и с датчиками скорости и положения направляющих колес, а выходами - с усилителем, тактовый генератор, связанный входом с датчиком скорости, а выходом - с

программным блоком, и датчик бокового крена, при этом датчики траекторной ошибки, бокового крена и положения направляющих колес связаны со схемой управления движением на рабочем гоне, причем датчик положения направляющих колес связан также со схемой стабилизации последних.

2. Система по п. 1, отличающаяся тем, что схема управления движением на рабочем гоне содержит сумматор, к входам которого подключены датчик положения направляющих колес и через блоки интегрирования датчики траекторной ошибки и бокового крена, а к выходам - компараторы, которые своими выходами соединены со схемой стабилизации направляющих колес и через элементы ИЛИ последней связаны с переключателем режимов управления.

3. Система по п. 1, отличающаяся тем, что схема автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия содержит блок изменения интенсивности управляющего воздействия по уравнению

$$W = A_1 V^2 + B_1 V + C_1$$

и блок ограничения величины управляющего воздействия по уравнению

$$\alpha = B_2 V + C_2$$

где W и α - соответственно интенсивность и величина управляющего воздействия;

A, B, C - постоянные коэффициенты,
 V - линейная скорость движения агрегата,

при этом упомянутые блоки входами подключены через блок интегрирования к датчику скорости, а выходами - соответственно к первому входу управляемого частотно-импульсного регулятора, связанного входом установки со схемой стабилизации направляющих колес, а выходом - с усилителем, и к первому входу двоянного компаратора

(19) **SU** (11) **1033033** **A**

второй вход которого соединен с датчиком положения направляющих колес, а выход - с усилителем.

4. Система по п. 1, отличающаяся тем, что схема стабилизации направляющих колес содержит формирователь управляющих сигналов, первый и второй компараторы, первый и второй элементы 3И, первый и второй элементы ИЛИ, элемент 2И, первый и второй элементы НЕ и третий элемент ИЛИ, причем вход формирователя управляющих сигналов связан с датчиком положения направляющих колес, а выходы - с входами первого и второго компараторов, выходы которых соединены с первыми входами соответственно первого и второго элементов 3И вторые входы которых объединены и подключены к выходу элемента 2И, а третьи входы первого и второго элементов 3И также объединены и соединены с выходом переключателя режимов управления, выходы первого и второго элементов 3И подключены к первым входам соответственно первого и второго элементов ИЛИ, вторые входы ко-

торых соединены с входами соответственно первого и второго элементов НЕ и с входами третьего элемента ИЛИ, выход которого подключен к управляемому частотно-импульсному регулятору схемы автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия, причем входы первого и второго элементов НЕ соединены также с выходами соответственно первого и второго компараторов схемы управления на рабочем гоне, а выходы подключены к входам элемента 2И.

5. Система по п. 1, отличающаяся тем, что усилитель содержит два логических элемента 3И, первые входы которых соединены с блоком реверсирования управляющего воздействия, вторые - соединены между собой и с выходом управляемого частотно-импульсного регулятора, третьи - с выходами элементов НЕ схемы регулировки интенсивности величины управляющего воздействия, а выходы подключены к входам каналов усилителя, выходы которых соединены с исполнительными механизмами.

Изобретение относится к устройствам для автоматизированного управления движением сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов и специализированных самоходных машин на рабочих гонах и поворотных полосах при выполнении сельскохозяйственных полевых механизированных работ и может быть использовано для автоматизации вождения колесных тракторов и специализированных самоходных машин в составе системы управления комплексно автоматизированного машинного агрегата.

Известно устройство для автоматизированного управления машинно-тракторным агрегатом на поворотной полосе при выполнении поворота по универсальному алгоритму [1].

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к изобретению является устройство для управления движением трактора, содержащее программный блок, связанный с переключателем режимов управления, датчики тракторной ошибки и положения направляющих колес, датчик скорости и усилитель, связанный с исполнительными механизмами [2].

Недостатками этого устройства являются отсутствие коррекции системы управления в зависимости от угла бокового крена трактора и автомати-

ческой регулировки предельного угла поворота направляющих колес или попурам трактора в зависимости от скорости движения агрегата, а также ограниченность области применения, так как данное устройство предназначено для автоматизации вождения трактора только на поворотной полосе и не обеспечивает автовождения на рабочем гоне.

Цель изобретения - повышение качества автовождения и расширение области применения.

Указанная цель достигается тем, что система автоматизированного вождения колесных машинно-тракторных агрегатов дополнительно содержит датчик положения рабочих органов, связанный с программным блоком и переключателем режимов управления, блок реверсирования управляющего воздействия, связанный входом с переключателем режимов управления, а выходами - с усилителем, схему управления движением на рабочем гоне, связанную со схемой стабилизации направляющих колес и через последнюю - с переключателем режимов управления, схему автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия, связанную входами со схемой стабилизации направляющих колес и с датчиками скорости и положения

направляющих колес, а выходами - с усилителем, тактовый генератор, связанный входом с датчиком скорости, а выходом - с программным блоком, и датчик бокового крена, при этом датчики траекторной ошибки, бокового крена и положения направляющих колес связаны со схемой управления на рабочем гоне, причем датчик положения направляющих колес связан также со схемой стабилизации последних.

Причем схема управления движением на рабочем гоне содержит сумматор, к входам которого подключены датчик положения направляющих колес и через блоки интегрирования, датчики траекторной ошибки и бокового крена, а к выходам - компараторы, которые своими выходами соединены со схемой стабилизации направляющих колес и через элементы ИЛИ последней связаны с переключателем режимов управления.

Схема автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия содержит блок изменения интенсивности управляющего воздействия по уравнению

$$W = A_1 V^2 + B_1 V + C_1$$

и блок ограничения величины управляющего воздействия по уравнению

$$\alpha = B_2 V + C_2,$$

где W , α - соответственно интенсивность и величина управляющего воздействия;

A , B , C - постоянные коэффициенты,
 V - линейная скорость движения агрегата.

При этом упомянутые блоки входами подключены через блок интегрирования к датчику скорости, а выходами - соответственно к первому входу управляемого частотно-импульсного регулятора, связанного входом установки со схемой стабилизации направляющих колес, а выходом - с усилителем, и к первому входу двоянного компаратора, второй вход которого соединен с датчиком положения направляющих колес, а выход - с усилителем.

Схема стабилизации направляющих колес содержит формирователь управляющих сигналов, первый и второй компараторы, первый и второй элементы 3И, первый и второй элементы ИЛИ, элемент 2И, первый и второй элементы НЕ и третий элемент ИЛИ, причем вход формирователя управляющих сигналов связан с датчиком положения направляющих колес, а выходы - с входами первого и второго компараторов, выходы которых соединены с первыми входами соответственно первого и второго элементов 3И, вторые входы которых объединены и подключены к выходу элемента 2И, третьи входы первого и второго элементов 3И так-

же объединены и соединены с выходом переключателя режимов управления, выходы первого и второго элементов 3И подключены к первым входам соответственно первого и второго элементов ИЛИ, вторые входы которых соединены с входами соответственно первого и второго элементов НЕ и с входами третьего элемента ИЛИ, выход которого подключен к управляемому частотно-импульсному регулятору схемы автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия, причем входы первого и второго элементов НЕ соединены также с выходами соответственно первого и второго компараторов схемы управления на рабочем гоне, а выходы подключены к входам элемента 2И.

Усилитель содержит два логических элемента 3И, первые входы которых соединены с блоком реверсирования управляющего воздействия, вторые - соединены между собой и с выходом управляемого частотно-импульсного регулятора, третьи - с выходами элементов НЕ схемы регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия, а выходы подключены ко входам каналов усилителя, выходы которых соединены с исполнительными механизмами.

На фиг. 1 изображена блок-схема системы автоматизированного вождения машинно-тракторных агрегатов; на фиг. 2 - блок-схема программного блока.

Устройство содержит переключатель 1 режимов управления, связанные с ним программный блок 2, датчик положения рабочих органов 3 и блок реверсирования 4, подключенный через усилитель 5 к исполнительным механизмам 6, а также схему 7 управления движением на рабочем гоне, связанную через схему 8 стабилизации положения направляющих колес с переключателем 1 режимов управления, и через схему 9 автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия с усилителем 5, тактовый генератор 10, выходом связанный с программным блоком 2, а входом - с датчиком скорости 11, с которым также связана схема 9 регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия. Система включает также сумматор 12.

Схема 7 управления движением на рабочем гоне содержит сумматор, к входам которого подключены через блоки интегрирования 13 и 14 соответственно датчики траекторной ошибки 15 и бокового крена 16, а также непосредственно к третьему входу подключен датчик 17 положения направляющих колес. К выходам сумматора 12 подключены компараторы 18 и 19.

Схема 9 автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия содержит блоки 20 изменения интенсивности и 21 ограничения величины управляющего воздействия, входами подключенные через блок 22 интегрирования к датчику 11 скорости, а выходами первый - к управляемому частотно-импульсному регулятору 23, второй - через двойной компаратор 24, другим входом связанный с датчиком 17 положения направляющих колес, к двум логическим элементам НЕ 25 и 26.

Схема 8 стабилизации направляющих колес содержит формирователь 27 управляющих сигналов, входом связанный с датчиком 17 положения направляющих колес, а выходами - через два компаратора 28 и 29 и два логических элемента ЗИ 30 и 31 с логическими элементами ИЛИ 32 и 33, осуществляющими связь схемы 7 управления движением на рабочем гоне с переключателем 1 режимов управления. Два других входа элементов ЗИ 30 и 31 связаны между собой и соединены через логические схемы 2И 34 и НЕ 35 и 36 с выходами схемы 7 управления движением на рабочем гоне. Третьи входы элементов ЗИ 30 и 31 соединены между собой и с выходом переключателя 1 режимов управления. К входам элементов НЕ 35 и 36 подключены входы третьего элемента ИЛИ 37, выходом связанного с управляемым частотно-импульсным регулятором 23.

Усилитель 5, выполненный двухканальным, содержит два логических элемента ЗИ 38 и 39, первые входы которых соединены с блоком 4 реверсирования, вторые соединены между собой и с выходом регулируемого частотно-импульсного регулятора 23, третьи с выходами элементов НЕ 25 и 26 схемы 9 автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия. Выходы элементов ЗИ 38 и 39 соединены со входами каналов 40 и 41 усилителя 5, выходы которых подключены к исполнительным механизмам 6.

Сумматор 12 выполняет суммирование сигналов датчиков 15 траекторной ошибки и 17 положения направляющих колес, а также вычитание из полученной суммы сигнала датчика 16 бокового крена. Блоки 13 и 14 интегрирования сигналов датчиков выполнены в виде фильтров нижних частот с полосами пропускания соответственно до 10,00 Гц и до 0,50 Гц.

Блок 22 интегрирования сигналов датчика 11 скорости выполнен в виде преобразователя импульсных сигналов в напряжение, пропорциональное частоте. Блок 20 изменения интенсивности управляющего воздействия выполнен

в виде схемы, преобразующей напряжение в зависимости от скорости движения V по уравнению

$$U(W) = A_1 [U(V)]^2 + B_1 U(V) + C_1$$

где $U(W)$ - напряжение на выходе блока 20 изменения интенсивности W управляющего воздействия;

$U(V)$ - напряжение на выходе блока 22 интегрирования импульсных сигналов датчика 11 скорости.

Блок 21 ограничения величины α управляющего воздействия выполнен в виде схемы, преобразующей напряжение по уравнению

$$U(\alpha) = B_2 U(V) + C_2$$

где $U(\alpha)$ - напряжение на выходе блока 20.

Частотно-импульсный регулятор 23 выполнен в виде генератора прямоугольных импульсов управляемого напряжением, причем длительность импульсов неизменная, равная 0,05 с.

Делитель частоты на выходе генератора выполнен на D-триггерах. Входы триггеров для установки логической "1" соединены между собой и через логический элемент НЕ (не показан) с выходом элемента ИЛИ 37. Это позволяет осуществлять синхронизацию частотно-импульсного регулятора и схемы 7 управления движением на рабочем гоне.

Программный блок 2 содержит двоично-десятичные счетчики импульсов 42, 43 и 44, подключенные к входам дешифраторов 45, 46 и 47, переключатели 48-65, входами по шесть штук тремя группами подключенные к дешифраторам 45, 46 и 47, логические элементы 4И 66-71, три входа которых подключены к переключателям (48-65) по одному из группы, четвертый - к выходам дешифратора 72, а выходы элементов 4И соединены между собой и со входом двоично-десятичного счетчика импульсов 73. Счетчик 73 и дешифратор 72 соединены между собой. Первый и четвертый, второй и пятый выходы дешифратора 72 объединены и подключены к переключателю 1 режимов управления, шестой выход дешифратора 72 соединен с переключателем 1 режимов управления, с звуковым генератором 74 через схему задержки 75 и с триггером 76, предназначенным для выдачи сигнала, разрешающего пропускание логической схемой 2И 77 счетных импульсов от тактового генератора к счетчику 42. Каждый счетчик, соединенный с дешифратором, образует счетную декаду. Логические элементы 4И 66-71, счетчик 73 и дешифратор 72 реализуют универсальный алгоритм автовождения машинно-тракторных агрегатов по траекториям рациональных видов поворотов.

Счетчики 42, 43 и 44, дешифраторы 45, 46 и 47 и переключатели 48-65 составляют шесть трехразрядных задатчиков длительности реализации элементов универсального алгоритма. Звуковой генератор 74 предназначен для предупреждения водителя об окончании отработки универсального алгоритма и перехода в режим корректировки за вершающего участка траектории.

Монтаж устройства на тракторе выполняется в следующем порядке.

К передней части переднего бруса рамы трактора крепится рама копира - телескопическая конструкция с двумя шарнирами и гидроцилиндрами. Первые шарнир и гидроцилиндр предназначены для перевода рамы из транспортное положение в рабочее и обратно. Вторые - предназначены для поворота рамы копира в крайнее правое или в крайнее левое положения. Это необходимо при челночном способе движения, когда базовая борозда располагается справа или слева от трактора. Гидроцилиндры подключаются к гидросистеме трактора: первый - параллельно основному цилиндру гидронавесной системы трактора, а второй - к отдельной секции тракторного распределителя. Электронный блок, включающий все позиции, кроме поз. 3, 6, 11, 15, 16 и 17, крепится в кабине трактора перед водителем над передним ветровым стеклом. Датчик 3 положения рабочих органов крепится на навесном агрегате - на корпусе заднего моста трактора, а на прицепном агрегате - на раме машины у механизма подъема рабочих органов. Исполнительные механизмы 6 (электромагниты) крепятся на распределителе гидроривода рулевого механизма. Датчик 17 положения направляющих колес трактора крепится специальным кронштейном на поворотном валу правого направляющего колеса трактора. Датчик 15 тракторной осилки устанавливается на подвижном конце рамы копира, а к нему крепится шуп-копир с параллелограммной подвеской. Датчик 16 бокового крена специальным кронштейном крепится к кабине трактора над правым крылом заднего колеса. Датчик 11 скорости устанавливается в коробке перемены передач трактора у шестерни привода вала отбора мощности. Перечисленные узлы соединяются кабелями с штепсельными разъемами.

Устройство работает следующим образом.

Переключатель 1 режимов управления позволяет переключить устройство в режим автоматического управления движением на поворотной полосе, автоматического управления движением на рабочем гоне и ручного управления

движением машинно-тракторного агрегата.

Перед началом работы производят подготовку поля: проверяют наличие больших камней, столбов, отдельно стоящих деревьев, оврагов и других препятствий. Деревянными вешками через 10-15 м или проходом почвообрабатывающей машины (например плуга) отбивают контрольную линию поворотной полосы. Рассчитывают программу поворота. При этом исходными данными являются ширина поворота (равная, в частности, ширине захвата агрегата при челночном способе движения), исходная линейная скорость движения по траектории поворота, принятая равной 2 м/с, и универсальный алгоритм автовождения на поворотной полосе, который записывается следующим образом:

$$\begin{aligned} & \left. \begin{aligned} U_1 &= 0 \\ U_2 &= 0 \\ U_3 &= 0 \end{aligned} \right\} \text{если } 0 \leq t_n \leq t_1 \text{ и } t_3 \leq t_n \leq t_4 \\ & \left. \begin{aligned} U_1 &= 1 \\ U_2 &= 0 \\ U_3 &= 0 \end{aligned} \right\} \text{если } t_1 \leq t_n \leq t_2 \text{ и } t_4 \leq t_n \leq t_5 \\ & \left. \begin{aligned} U_1 &= 0 \\ U_2 &= 1 \\ U_3 &= 0 \end{aligned} \right\} \text{если } t_2 \leq t_n \leq t_3 \text{ и } t_5 \leq t_n \leq t_6 \\ & \left. \begin{aligned} U_1 &= 0 \\ U_2 &= 0 \\ U_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \text{если } t_6 \leq t_n \leq t_6 + 3 \end{aligned}$$

где U_1, U_2, U_3 - управляющие сигналы на выходе дешифратора 72;
 $t_1, \dots, t_6$ - вычисленные длительности реализации элементов программы.

Далее включают тумблер питания устройства от бортовой сети трактора и кнопкой устанавливают направление первого поворота (тумблер и кнопка расположены на панели переключателя 1 режимов управления и отдельно не показаны). Переключателями 48-65 устанавливают значения длительностей $t_1 - t_6$ элементов программы автоматизированного поворота агрегата.

Первый рабочий проход выполняют при ручном управлении - рама копира в рабочем положении, но режим автовождения на гоне не включен. При пересечении шупом-копиром контрольной линии поворотной полосы водитель рычагом управления основным цилиндром гидросистемы выдвигает рабочие органы, а затем другим рычагом управления дополнительным цилиндром поворачивает раму копира в противоположную сторону. При переводе машины в транспортное положение датчик 3 положения рабочих органов выдает электрический сигнал на переключатель 1 ре-

жимов управления, что приводит к началу работы программного блока 2 и подключению его через переключатель 1 к блоку 4 реверсирования и схеме 8 стабилизации направляющих колес. Сигнал от датчика 3 положения рабочих органов переключает триггер 76, логическая схема 2И 77 начинает пропускать импульсы от тактового генератора 10 на вход двоично-десятичного счетчика 42. Происходит счет импульсов счетчиком 42 и преобразование двоично-десятичного кода в десятичный дешифратором 45. Каждый десятый импульс с выхода дешифратора 45 поступает на вход счетчика 43, с выхода дешифратора 46 - на вход счетчика 44. Таким образом, на выход дешифратора 45 поступают сигналы через 0,1 Δt, дешифратора 46 - через Δt и дешифратора 47 - через 10 Δt. С выходов дешифраторов сигналы поступают на контактное поле переключателей 48-65. Длительность составляющих элементов программы поворота, например t_1 , задается переключателями 48, 49 и 50. В момент, когда на входы логического элемента 4И 66 поступают сигналы одновременно от трех указанных переключателей, на выходе появляется сигнал и поступает на вход счетчика 73, последний переключается, на первом выходе дешифратора 72 появляется напряжение в виде логической "1", схема стабилизации направляющих колес отключается. Это же напряжение поступает на вход логического элемента 4И 67, подготавливая его к работе. В момент времени t_2 с выхода элемента 67 на вход счетчика 73 проходит сигнал, опять происходит переключение счетчика 73, логическая "1" с первого выхода дешифратора 72 переключается на второй, изготавливается к срабатыванию логический элемент 4И 68. Процесс циклически повторяется до отработки последнего элемента программы поворота длительностью t_6 . В момент выхода логической "1" на шестом выходе дешифратора 72 происходит выдача управляющего сигнала в схему переключателя 1 режимов управления и на вход блока 75 задержки. Это приводит к переключению триггера 76, выводу на нуль счетчиков 42, 43, 44 и 73, включению звукового генератора 74 и отключению последнего автоматически через 3 с. Соединение выводов дешифратора 72 между собой и с переключателем 1 режимов управления выполнено таким образом, чтобы при последовательном прохождении сигналов через задающие длительности $t_1 - t_6$ реализовался универсальный алгоритм автовождения на поворотной полосе. Звуковой сигнал генератора 74 извещает водителя о

том, что 77-80% длины траектории поворота уже пройдены в режиме автоматического управления движением, и устройство автоматически переключилось в режим ручного управления. Затем водитель заглубляет рабочие органы. Одновременно опускается рама со щупом-копиром, и водитель корректирует завершающий участок траектории так, чтобы щуп-копир вошел в борозду, образованную рабочей машиной при предыдущем проходе. Убедившись в попадании щупа-копира в борозду, водитель нажимает кнопку на панели переключателя 1 режимов управления. Это приводит к подключению к блоку 4 реверсирования через переключатель 1 режимов управления схемы 7 управления движением на рабочем гоне и схемы 8 стабилизации направляющих колес. Схема 9 автоматической регулировки интенсивности и величины управляющего воздействия соединена с усилителем 5 и тактовым генератором 10 постоянно - на рабочем гоне и поворотной полосе, и работает в этих режимах одинаково.

Датчик 11 скорости выдает импульсы на входы тактового генератора 10 и блока 22 интегрирования. Тактовый генератор формирует прямоугольные импульсы, делит их частоту на постоянный коэффициент и передает на вход программного блока 2. Учитывая, что датчик 11 скорости "считает" число зубьев шестерни привода вала отбора мощности, а последняя расположена на валу, связанном с задним мостом и ведущими колесами трактора, частота импульсов всегда пропорциональна линейной скорости движения (без учета буксования).

Таким образом реализуется зависимость

$$1/\Delta t = 0,5V,$$

где Δt - текущая длительность единицы измерения бортового времени, с.

Это позволяет автоматически корректировать программу поворота при отклонении фактической скорости V от исходной расчетной в диапазоне 1-3 м/с.

Блок 22 интегрирования преобразует частоту импульсов от датчика 11 скорости в постоянное напряжение. Постоянное напряжение, пропорциональное скорости, поступает на входы блоков 20 изменения интенсивности и 21 ограничения величины управляющего воздействия, где преобразуется в соответствии с ранее указанными зависимостями

$$U(W) = A_1 [U(V)]^2 + B_1 \cdot U(V) + C_1$$

$$U(\alpha) = B_2 \cdot U(V) + C_2.$$

Преобразование напряжения U_1 и U_2 поступают соответственно на вхо-

ды частотно-импульсного регулятора 23 и двоянного компаратора 24. Частотно-импульсный регулятор 23 преобразует напряжение $U(W)$ в частоту и в виде прямоугольных импульсов направляет их на вход логических элементов ЗИ 38 и 39 усилителя 5. Импульсы имеют постоянную, не зависящую от частоты длительность.

При каждом импульсе происходит срабатывание электромагнита, открытие золотника распределителя гидропривода рулевого управления и пропускание в рабочий гидроцилиндр порции масла. Чем больше частота, тем больше порций масла в единицу времени получает гидроцилиндр и тем больше интенсивность управляющего воздействия на трактор. На входы двоянного компаратора 24 поступает напряжение как от блока 21 ограничения величины управляющего воздействия, так и от датчика 17 положения направляющих колес трактора. Как только напряжение от датчика 17 положения направляющих колес сравняется с напряжением на выходе блока 21 ограничения величины управляющего воздействия, двоянный компаратор 24 выдает на одном из двух своих выходов электрический сигнал. Двоянный компаратор 24 формирует управляющие сигналы, соответствующие максимальным значениям угла поворота направляющих колес вправо или влево от их среднего положения. В зависимости от направления поворота колес при достижении максимального значения угла срабатывают логические элементы НЕ 25 или 26. Это приводит к отключению сигналов на одном из входов логических элементов ЗИ 38 или 39, отключению каналов 40 или 41 усилителя 5 и прекращению поворота колес при сохранении возможности возврата их в среднее положение при поступлении соответствующего управляющего сигнала.

При отклонении продольной оси трактора от направления копируемой борозды предыдущего прохода поворачиваются подвеска шупа-копира и чувствительная ось датчика 15 траекторной ошибки, что приводит к изменению напряжения на выходе датчика 15. Для исключения влияния случайных сигналов на процесс формирования управляющего сигнала и сглаживания траекторий последующих рабочих проходов сигналы от датчика 15 траекторной ошибки на вход арифметического блока 11 проходят через блок 13 интегрирования, представляющий собой фильтр нижних частот. Изменение сигнала с частотой менее 10 Гц воспринимается сумматором 12 как постоянное напряжение. Блок 14 интегрирования пропускает от датчика 16 бокового

крена колебания сигнала с частотой до 0,5 Гц. Таким образом, датчик 16 бокового крена реагирует только на изменение рельефа местности и не реагирует на микронеровности поля.

Изменение сигнала датчика 15 траекторной ошибки приводит к нарушению равенства сигналов, сумматор 12 тотчас выделяет разность и выдает на один из компараторов 18 или 19 электрический сигнал. Компаратор формирует релейный сигнал с уровнем логической "1" и передает его через схемы ИЛИ 32 или 33 переключатель 1 режимов управления и схеме 8 стабилизации положения направляющих колес. Переключатель 1 режимов управления передает управляющий сигнал через блок 4 реверсирования, элементы ЗИ 38 или 39, каналы 40 или 41 усилителя 5 исполнительному механизму 6. Это приводит к повороту направляющих колес, чувствительной оси датчика 17 положения направляющих колес и к изменению напряжения на выходе последнего. В момент, когда напряжение на выходе датчика 17 положения направляющих колес достигает значения напряжения на выходе блока 13 интегрирования, сигнал на выходе сумматора 12 становится равным "0" и компаратор 18 или 19 переходит на уровень логического "0". Это приводит к отключению исполнительных механизмов и прекращению поворота направляющих колес. Одновременно логические схемы НЕ 35- и 36 контролируют появление управляющих сигналов на выходе схемы 7 управления движением на рабочем гоне. При отключении обоих компараторов 18 и 19 на обоих входах логического элемента 2И 34 появляются сигналы, что приводит к выдаче логической 1 с выхода схемы 7 управления движением на рабочие входы элементов ЗИ 30 и 31. На два других входа элементов ЗИ 30 и 31 сигнал поступает при включении режима автовождения на гоне от переключателя 1 режимов управления, что делает возможным поступление сигналов от компараторов 28 или 29 на вход переключателя 1 режимов управления.

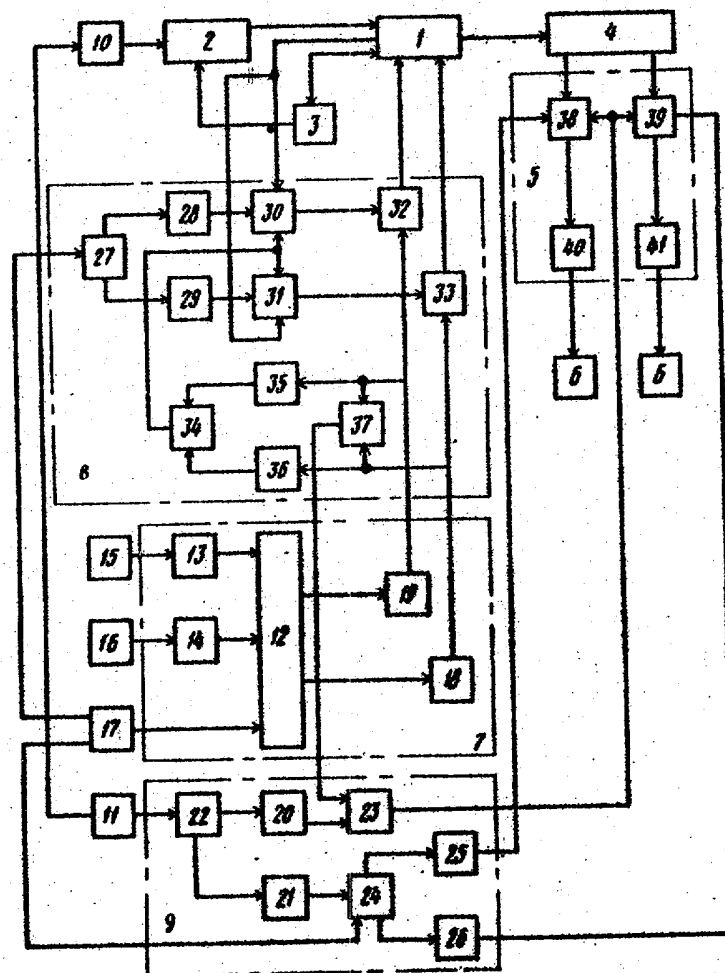
Формирователь 27 управляющих сигналов выполнен в виде операционного усилителя, на один вход которого от делителя подается напряжение, соответствующее напряжению на выходе датчика 12 положения направляющих колес в среднем положении, а на другой - напряжение от последнего. Формирователь 27 управляющих сигналов сравнивает эти два напряжения и при их неравенстве выдает, в соответствии со знаком, сигнал на один из компараторов 28 или 29. Компараторы 28 или 29 преобразуют управляющий сигнал до

уровня логической "1" и через логические элементы ЗИ 30 или 31 выдают его на вход переключателя 1 режимов управления. Это приводит к включению исполнительных механизмов 6 и установке направляющих колес в среднее положение, после чего схема 8 стабилизации положения направляющих колес отключается.

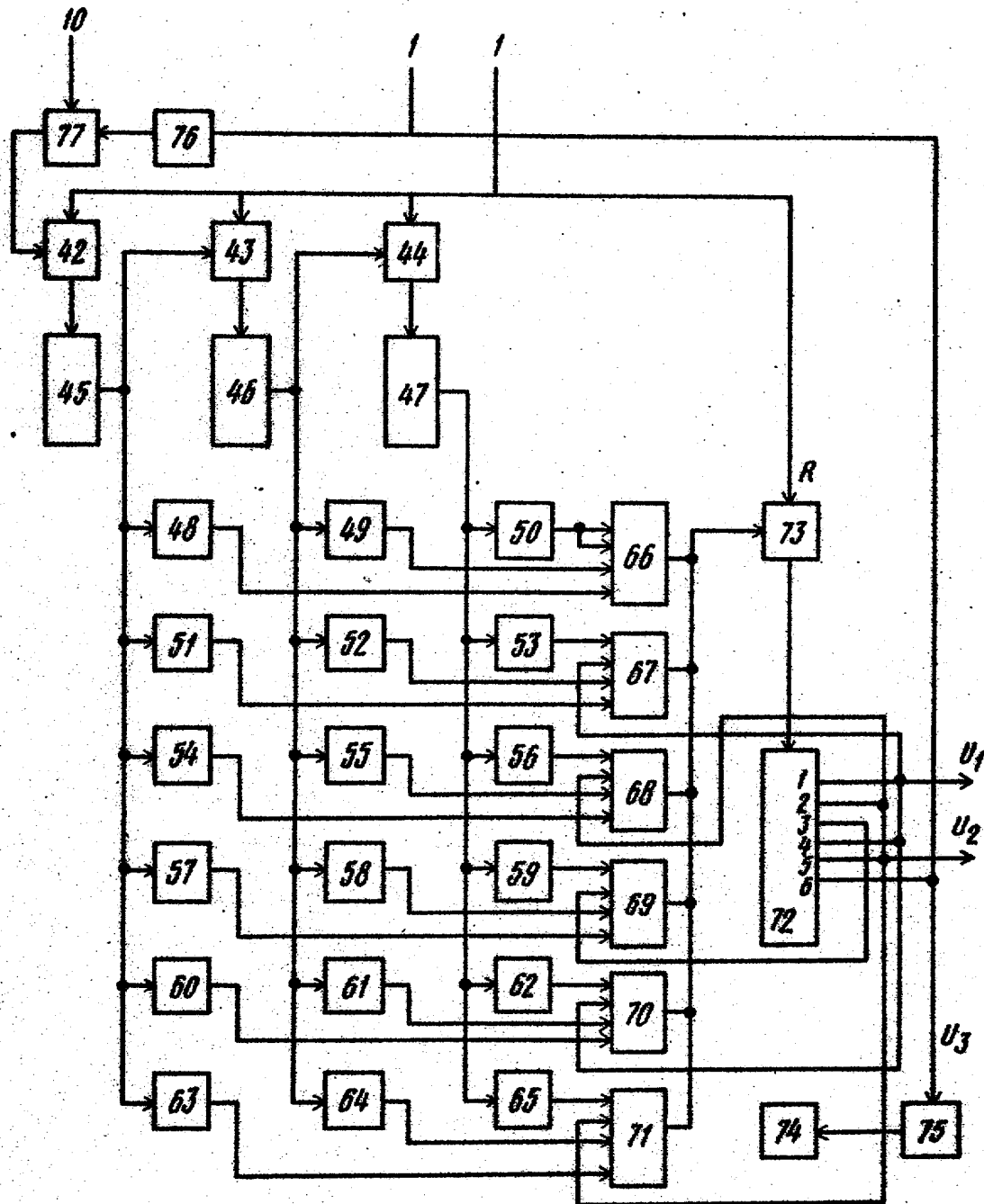
При наличии бокового крена равенство напряжений датчиков 15, 16 и 17 в арифметическом блоке 12 нарушается, в соответствии с изложенным включается исполнительный механизм 6 и направляющие колеса трактора поворачиваются до тех пор, пока напряжения не сравняются. Далее трактор движется поперек склона с направляющими колесами, повернутыми в сторону подъема на угол, достаточный для компенсации бокового сползания. Через определенные промежутки времени схема 8 стабилизации положения направляющих колес возвращает направляющие колеса в среднее положение,

поэтому средний угол компенсации бокового сползания вдвое меньше максимального угла поворота направляющих колес.

Применение предложенной системы позволяет повысить качество автоматизированного вождения машинно-тракторных агрегатов, так как блоки интегрирования, через которые сигналы траекторной ошибки и бокового крена поступают на вход арифметического блока, выполняют усреднение сигнала, и тем самым исключают влияние случайных ошибок, обусловленных искривлениями борозды, наличием комков почвы, остатков растений и т.д. Кроме того, наличие переключателя режимов управления, программного блока, схемы управления движением на рабочем гоне и др. блоков в составе единой системы автовождения позволяет автоматизировать управление движением и на рабочем гоне, и на поворотной полосе, т.е. расширяет область применения.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор А. Долинич Составитель Б. Кузьмич
 Техред Т. Фанта Корректор О. Билак

Заказ 5454/1 Тираж 721 Подписное

ВНИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал НПП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4