

Система управления технологическим процессом вертикальной обработки почвы турбодисковым культиватором на основе диаграммы потоков данных

И.Е. Припоров, В.С. Курасов, В.И. Бацунов

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Известные конструкции турбодисковых культиваторов производят зарубежные производители. Поэтому, при их необоснованном выборе возникают проблемы: неполное подрезание, измельчение, сгуживание пожнивных остатков; забивание дисковых рабочих органов. Поэтому для разработки новых машин с дисковыми рабочими органами волнистого типа и агрегата необходимо провести структурный анализ системы, инструментом которого являются диаграммы потоков данных, применительно к управлению технологическим процессом вертикальной обработки почвы.

Цель — структурный анализ системы управления технологическим процессом вертикальной обработки почвы турбодисковым культиватором с помощью диаграммы потоков данных.

Методы. Диаграмма потоков данных является структурным анализом для описания к проектируемой системе источники и хранилища данных. Для управления технологическим процессом ВОП разработана конструкция турбодискового культиватора.

Результаты и обсуждение. Приведены диаграммы потоков данных по управлению технологическим процессом вертикальной обработки почвы турбодисковым культиватором. В статье представлено решение процесса управления вертикальной обработкой почвы турбодисковым культиватором, которое представляет собой логику работы системы ее управления на разработанном турбодисковом культиваторе. Система сканирует заделанную стерню в верхний слой высокостебельных культур, таких как подсолнечника, кукурузы и обрабатывает изображение в программе, а также и определяет качество её заделки.

Заключение. Проектирование структуры системы на основе диаграммы потоков данных произведено для разработанного турбодискового культиватора, который имеет оборудование для контроля качества выполнения вертикальной обработки почвы. Данное оборудование включает мультимедийное устройство, вспомогательное оборудование и персональный компьютер. Диаграмма потока данных осуществляет управление процессом при помощи мультимедийного устройства, а также расширяет возможности разработанного турбодискового культиватора, который позволяет определить качество заделки стерни высокостебельных культур в реальном времени, снижает энергоёмкость процесса и повышает производительность труда.

Ключевые слова: турбодисковый культиватор; вертикальная обработка почвы; диаграммы потоков данных.

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Припоров И.Е., Курасов В.С., Бацунов В.И. Система управления технологическим процессом вертикальной обработки почвы турбодисковым культиватором на основе диаграммы потоков данных // Тракторы и сельхозмашины. 2025. Т. 92, № 4. С. x-y. DOI: 10.17816/0321-4443-635496 EDN: WVPQVD

A Control System for the Technological Process of Vertical Tillage with a Turbo Disk Cultivator Based on a Data Flow Diagram

Igor E. Priporov, Vladimir S. Kurasov, Vladimir I. Batsunov

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Their well-known designs turbodisk cultivators are produced by foreign manufacturers. Therefore, when they are unreasonably chosen, problems arise: incomplete pruning, grinding, twisting of crop residues; clogging of disc working organs. Therefore, in order to develop new machines with the wavy-type disc working organs and an unit, it is necessary to conduct a structural analysis of the system, the tool of which is data flow diagrams, in relation to the control of the technological process of vertical tillage.

AIM: Structural analysis of the process control system of a turbodisk cultivator using a data flow diagram.

METHODS: It is a structural analysis to describe the data sources and repositories for the designed system. The design of a turbodisk cultivator has been developed to control the technological process of the vertical tillage.

RESULTS: The data flow diagrams on the control of the technological process of a turbo disk cultivator are given. The paper presents a solution to the control process of a turbodisk cultivator, which represents the logic of the operation of its control system in the developed turbodisk cultivator. The system scans the embedded stubble into the upper layer of high-stemmed crops such as sunflower and corn, processes the image in the software and determines the quality of its embedding.

CONCLUSION: The design of the system structure based on the data flow diagram was performed for the developed turbodisk cultivator, which has the equipment for quality control of vertical tillage. This equipment includes a multimedia device, auxiliary equipment and a personal computer. The data flow diagram controls the process using a multimedia device as well as expands the capabilities of the developed turbodisk cultivator, which allows you to determining the quality of stubble sealing of high-stemmed crops in real time, reduces the energy intensity of the process and increases labor productivity.

Keywords: turbodisk cultivator; vertical tillage; data flow diagrams.

TO CITE THIS ARTICLE:

Priporov IE, Kurasov VS, Batsunov VI. A Control System for the Technological Process of Vertical Tillage with a Turbo Disk Cultivator Based on a Data Flow Diagram. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2025;92(4):x-y. DOI: [10.17816/0321-4443-635496](https://doi.org/10.17816/0321-4443-635496) EDN: WVPQVD

ОБОСНОВАНИЕ

Известные конструкции дисковых рабочих органов (ДРО) производят зарубежные производители, которые не обеспечивают полное измельчение растительных остатков (РО) и достаточное крошение почвы. Поэтому для разработки новых машин с ДРО волнистого типа и агрегатов необходимо [1] провести структурный анализ системы, инструментом которого являются диаграммы потоков данных (DFD) [2], применительно к управлению технологическим процессом вертикальной обработки почвы (ВОП).

Проведённый анализ существующих конструкций ДРО позволил установить тип, который приемлем для использования в агрегате [1].

ЦЕЛЬ

Целью исследований является структурный анализ системы управления технологическим процессом ВОП турбодисковым культиватором (ТДК) с помощью DFD-диаграммы.

МЕТОДЫ

Они позволяют проводить структурный анализ для описания проектируемой системы [3].

Для управления технологическим процессом ВОП разработана конструкция турбодискового культиватора (рис. 1).

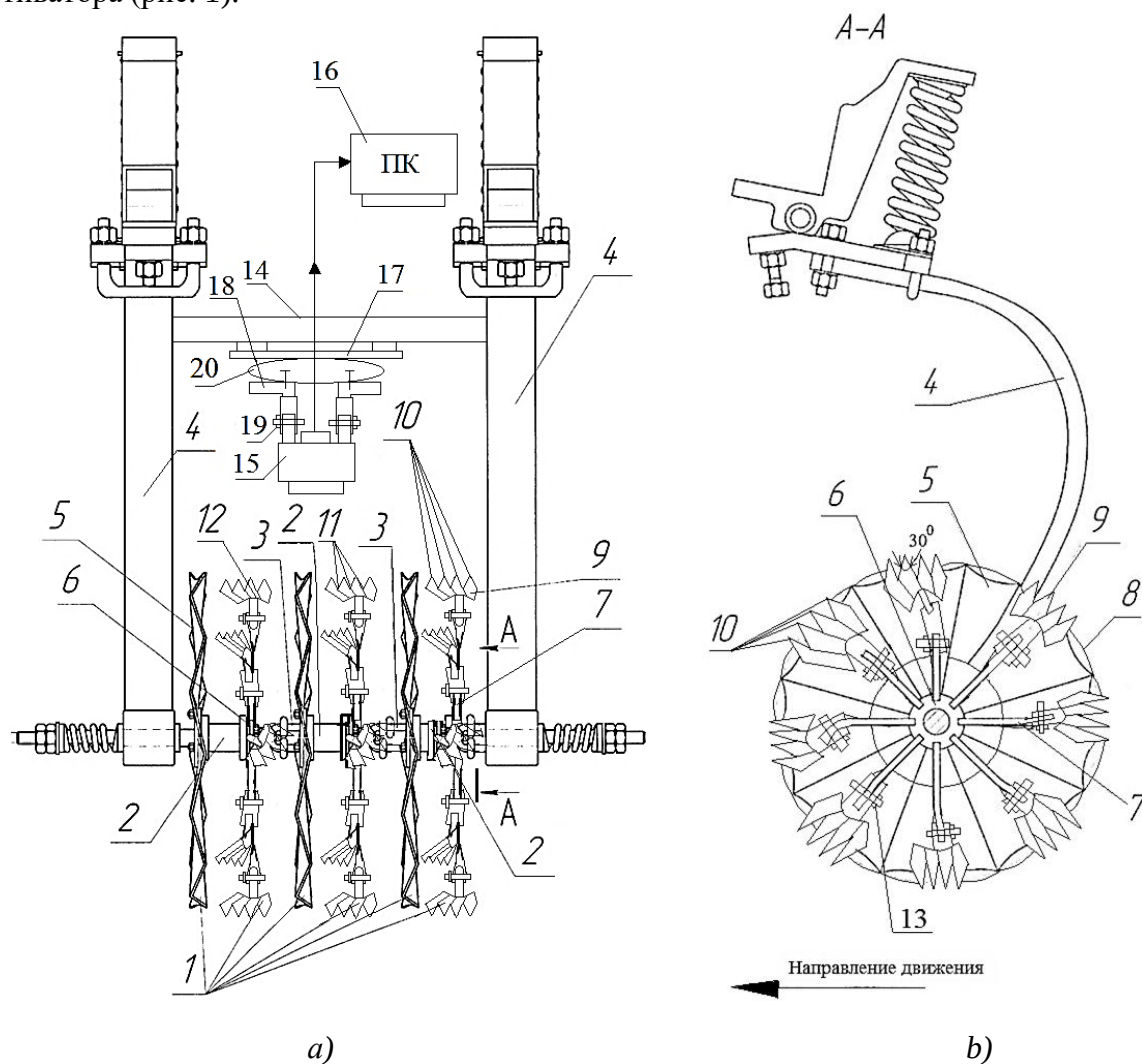


Рис. 1. Турбодисковый культиватор для вертикальной обработки почвы, виды: *a* — общий; *b* — сбоку; 1 — диски; 2 — батарея; 3 — шарнир; 4 — стойка; 5 — рифлённые диски; 6 — игольчатые диски; 7 — иглы; 8 — окружность; 9 — лопатки; 10 — вершины; 11 — впадины; 12 — скребок; 13 — крепления; 14 — рама; 15 — камера; 16 — персональный компьютер; 17 — картеки; 18 — стойки телескопические; 19 — крепление; 20 — поворотный механизм.

Fig. 1. The turbodisk cultivator for vertical tillage: a, main view; b, side view; 1, disks; 2, section; 3, joint; 4, strut; 5, riffled disks; 6, disk with needles; 7, needles; 8, circle; 9, blade; 10, tops; 11, bottoms; 12, cleat; 13, mountings; 14, frame; 15, camera; 16, personal computer; 17, slip gear; 18, telescopic struts; 19, mounting; 20, rotating mechanism.

Разработанный ТДК в отличие от батареи, который приведён в Патенте РФ №173238 [4], содержит диски 1 в батарее 2, соединённые шарнирами 3 на С-образных стойках 4. Каждая пара имеет рифленые 5 и игольчатые 6 диски с иглах 7 по окружности 8 лопатками 9. Они имеют «4» вершины 10 и «3» впадины 11. Угол раствора вершины составляет 30°. Лопатки имеют форму скребка 12 с режущей кромкой, которая направлена по ходу движения дисковой батареи. При этом поверхность её ребер имеют коэффициент трения, который превышает его о стерню сельхозкультуры. Причём её основание представляет собой вогнутую полусферу для крепления 13 к поверхности составной иглы, соединенных между собой для изменения ее длины. На лопатки приклеена абразивная крупнозернистая бумага на тканевой основе. На подпружиненных стойках по центру над дисками расположена установка для контроля технологического процесса заделки пожнивных остатков. Установка состоит из рамы 14 с перемещающейся вдоль неё и вращающейся на 360° камерой 15 с помощью каретки 17 с поворотным механизмом 20, который сообщен с камерой через Г-образные телескопические стойки 18.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объект исследования — турбодисковые культиваторы для вертикальной обработки почвы.

С учётом объекта исследования рассматривались: B_p — ширина захвата, м; $n_{тд}$ — количество турбодисков, шт; N — требуемая мощность, кВт (л.с.); P — вес ТДК, кг; W — производительность турбодискового культиватора, га/ч; $W_{см}$ — сменная производительность турбодискового культиватора, га/см [5].

Статистические значения показателей ТДК приведены в табл. 1-3 и на рис. 2-3 [5].

Таблица 1. Статистические значения технико-экономических и эксплуатационных характеристик ТДК Агрифест-Экспресс

Table 1. Statistical values of the technical, economic, and operational characteristics of the Agrifrest-Express TDK

Показатели	B_p , м	$n_{тд}$, шт.	N,		P, кг	W, га/ч	$W_{см}$, га/см
			кВт	л.с.			
Среднее значение	8,73	57	177,0	239,2	9916,7	13,42	93,92
Среднеквадратическое отклонение	3,49	23,69	68,20	92,16	3358,82	8,62	60,31
Ошибка выборочной средней	1,43	10	27,84	37,63	1371,23	3,52	24,62
Относительная ошибка, %	16,33	16,87	15,73	15,73	13,83	26,22	26,22
Максимальное значение	14,2	96	273,8	370	14400	28	196,00
Минимальное значение	3,9	28	81,4	110	4800	4	28,00

Таблица 2. Статистические значения технико-экономических и эксплуатационных характеристик ТДК Salford

Table 2. Statistical values of the technical, economic, and operational characteristics of the Salford TDK

Показатели	B_p , м	$n_{тд}$, шт	N,		P, кг	W, га/ч	$W_{см}$, га/см
			кВт	л.с.			
Среднее значение	10,47	50	271,58	367	11098,33	15,71	109,95
Среднеквадратическое отклонение	5,54	25,46	121,70	164,46	5775,58	8,31	58,20
Ошибка выборочной средней	2,26	8,0	38,48	52,01	2357,87	3,39	23,76
Относительная ошибка, %	21,61	16,23	14,17	14,17	21,25	21,61	21,61
Максимальное значение	18,3	97	481	650	18600	27,45	192,15
Минимальное значение	3,66	19	107,3	145	3630	5,49	38,43

Таблица 3. Статистические значения технико-экономических и эксплуатационных характеристик ТДК Турбо-Тилл (Great Plains)

Table 3. Statistical values of the technical, economic, and operational characteristics of the TDK Turbo-Till (Great Plains)

Показатели	B_p , м	$n_{тд}$, шт	N,		P, кг	W, га/ч	$W_{см}$, га/см
			кВт	л.с.			
Среднее значение	6,78	56	139,95	189,13	4485,17	10,38	72,63
Среднеквадратическое отклонение	2,76	23,23	65,55	88,59	1842,15	4,80	33,57
Ошибка выборочной средней	0,98	9	23,18	31,32	752,06	1,96	13,70
Относительная ошибка, %	14,41	15,80	16,56	16,56	16,77	18,87	18,87
Максимальное значение	12,2	97	270,1	365	7484	18,30	128,10
Минимальное значение	3,7	29	81,4	110	2540,00	5,55	38,85

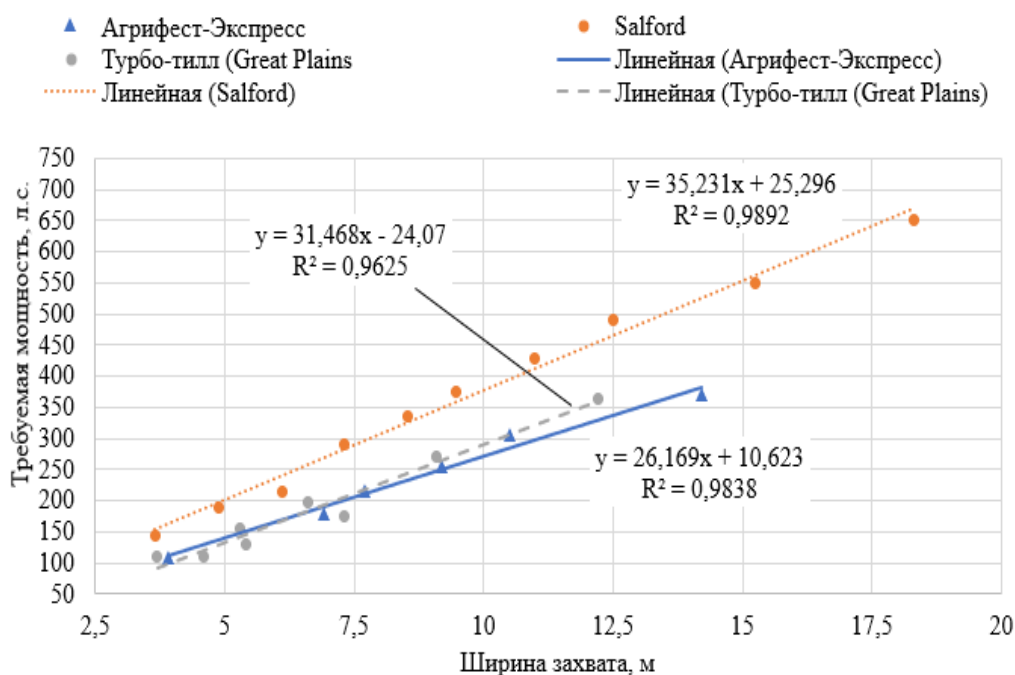


Рис. 2. Зависимость требуемой мощности от ширины захвата.

Fig. 2. Dependence of the required power on the width of the grab.

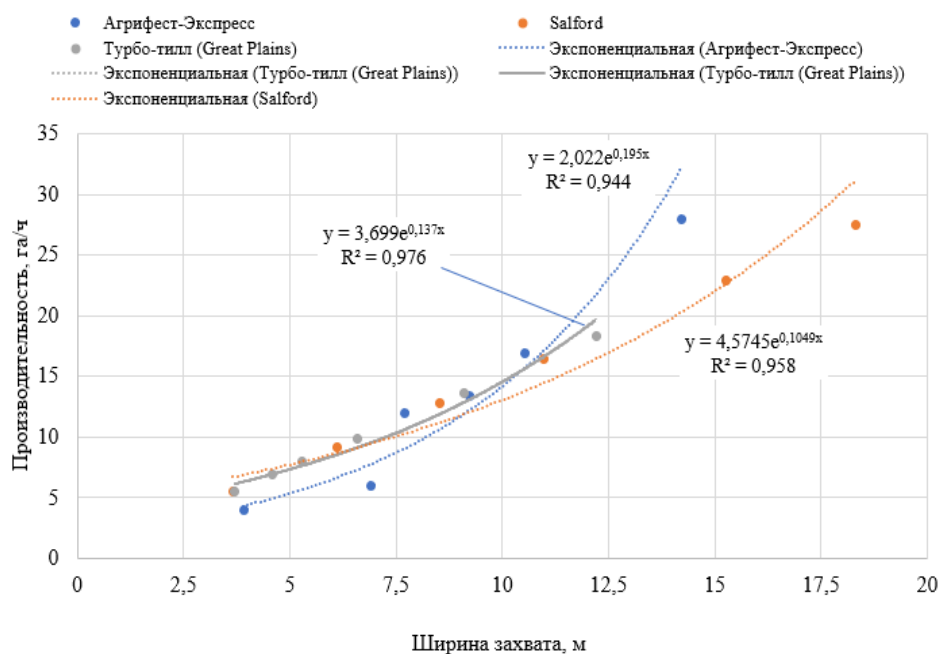


Рис. 3. Зависимость производительности от ширины захвата.

Fig. 3. Performance dependence on the width of the grab.

Анализ статистических данных в табл. 1-3 показывает [4]:

1. Максимальную ширину захвата имеет ТДК марки Salford — 10,47 м, минимальную — Турбо-Тилл (Great Plains) — 6,78 м. При в двух вариантах ошибка выборочной средней составляет соответственно 2,26 м и 0,98 м. Для турбодискового культиватора ширина захвата — 8,73 м и ошибка — 1,43 м. Среднеквадратическое отклонение от среднего значения для трех видов турбодисковых культиваторов составляет для Агрифест-Экспресс — 3,49 м, Salford — 5,54 м, Турбо-Тилл (Great Plains) — 2,76 м. Ширина захвата для Агрифест-Экспресс — 3,9-14,2 м, Salford — 3,66-18,3 м, Турбо-Тилл (Great Plains) — 3,7-12,2 м;

2. Количество турбодисков для ТДК марок Агрифест-Экспресс и Турбо-Тилл (Great Plains)

примерно одинаковое — 57 и 56 шт. соответственно, а Salford — 50 шт. Ошибка выборочной средней для трех марок ТДК не различаются (8-10 шт.). Максимальное значение количества турбодисков у Salford и Турбо-Тилл (Great Plains) находится на уровне 97 шт. и Агрифест-Экспресс — 96 шт., а минимальное их значение колеблется от 19 у Salford до 28-29 у Агрифест-Экспресс и Турбо-Тилл (Great Plains);

3. Среднее значение производительности ТДК за час сменного времени минимальна у Турбо-Тилл (Great Plains) — 10,38 га/ч, максимальная для Salford — 15,71 га/ч и Агрифест-Экспресс — 13,42 га/ч. Среднеквадратическое отклонение производительности для Агрифест-Экспресс и Salford одинаковое, большое отличие наблюдается для Турбо-Тилл (Great Plains) — 4,8 га/ч. Максимальная производительность у Агрифест-Экспресс и Salford.

При этом среднее значение сменной производительности для Агри-фест-Экспресс — 93,92 га/см, Salford — 109,95 га/см и Турбо-Тилл (Great Plains) — 72,63 га/см. Ошибка выборочной средней для Агрифест-Экспресс и Salford практически не различаются, а для Турбо-Тилл (Great Plains) — 13,7 га/см;

4. Существует прямая взаимосвязь между требуемой мощности от ширины захвата: при росте ширины захвата увеличивается требуемая мощность. Между производительностью ТДК и шириной захвата существует экспоненциальная зависимость: с увеличением ширины захвата повышается его производительность.

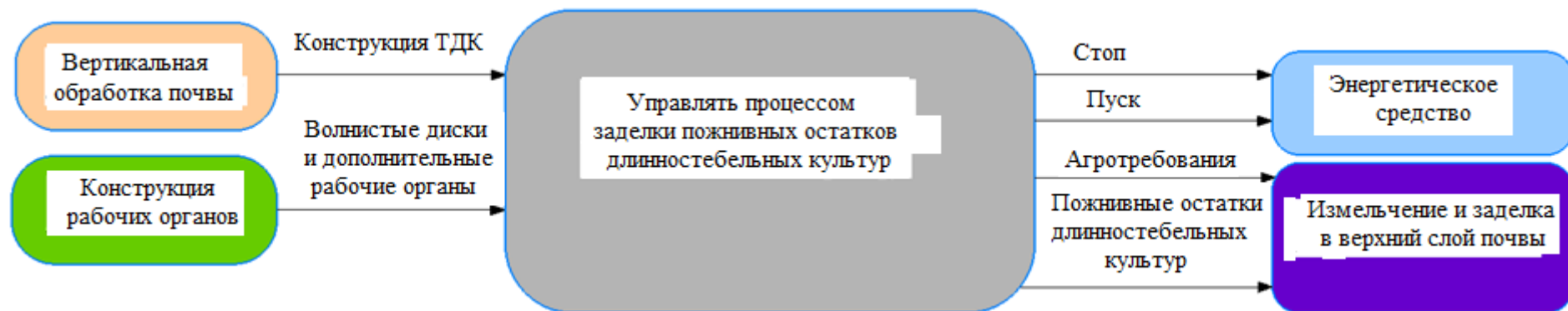
На рис. 4 приведены DFD-диаграммы по управлению технологическим процессом ВОП турбодисковым культиватором.

Декомпозиция контекстной диаграммы системы на рис. 4, а, в результате которой получены блоки функциональные: управления процессом заделки пожнивных остатков высокостебельных культур, измельчения и заделки в верхний слой почвы и энергетическое устройство.

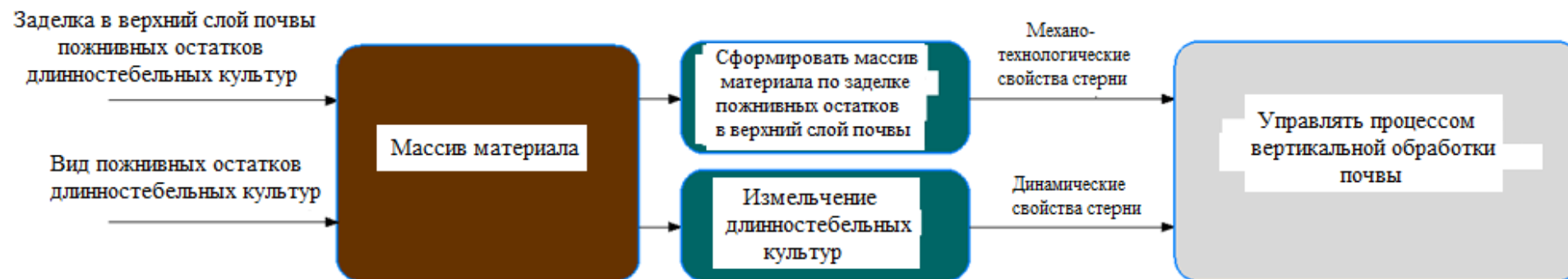
Составленная диаграмма процесса мониторинга ВОП турбодисковым культиватором (рис. 4, б) позволяет трактористу определить качество заделки пожнивных остатков.

Логика работы системы управления процессом вертикальной обработки почвы на разработанном турбодисковым культиваторе состоит в следующем. Система сканирует заделанную стерню в верхний слой высокостебельных культур, таких как подсолнечника, кукурузы и обрабатывает изображение в программе и определяет качество ее заделки (рис. 4).

Резюме результатов исследований. Структурный анализ системы управления технологическим процессом вертикальной обработки почвы турбодисковым культиватором путем применения DFD-диаграммы позволяет оценить измельчение и заделывание пожнивных остатков длинностебельных культур в зависимости от конфигурации рабочих органов (игольчатого диска), конструктивных параметров волнистого диска при соблюдении агротребований и механо-технологических и динамических свойств стерни.



a)



b)

Рис. 4. Диаграммы потока данных: а — контекстная диаграмма потока данных подсистемы; б — 3-его уровня (получение материала).

Fig. 4. Data flow diagrams: a, contextual diagram of the subsystem data flow; b, 3-its level (receiving material).

*Интерпретация результатов исследования.**а) впервые*

В работах учёных [6, 7] впервые рассмотрена система охраны склоновых земель в виде «конечного множества функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с известной целью в рамках определенного временного интервала»:

$$S \equiv \langle A, R, Z, SR, \Delta T \rangle,$$

где S — система; A — множество элементов системы $A=\{a_i\}$; R — множество связей, отношений между элементами системы $R=\{r_{ij}\}$; Z — структура целей системы; SR — среда целеобразования; ΔT — интервал времени целеобразования [6].

б) результаты, согласующиеся

Проведённые исследования авторов согласуются с Гради Б., Максимчук А. Р., Энгл У. М., которые в своей книге указывают, что для представления системы охраны склоновых земель используют унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language). Язык включает набор графических элементов на диаграмме и объединяет эти элементы. Он включает моделирующие блоки: сущность, отношение и диаграмма. Сущности являются основой модели, отношения обеспечивают их привязку друг к другу, а диаграммы группируют наборы сущностей. Чаще всего диаграмма — это связной граф (диаграммы) с вершинами (сущностями) и ребрами (отношениями) [6, 8].

в) противоречащие ранее опубликованным сведениям: при разработки любой сельскохозяйственной машины требуется комплексный подход, который учитывает технические, технологические требования, а также актуальный уровень развития научно-методологических основ механики среды, включая проектирование и концептуальное моделирование [6].

Максимов В. П., Михайлин А. А. применили методологию системного анализа, в результате которой получили рациональные базовые структуры в предметно-ориентированных системах. В системе мелиоративной обработки склоновых и равнинных земель задействованы специальные методы проектирования, в которой используют принципы проектирования, включающие аспекты технологический, конструкторский и функциональный [8].

ОБСУЖДЕНИЕ

Данная DFD-диаграммы по управлению технологическим процессом ВОП турбодисковым культиватором не пригодна для рассмотрения процесса уборки масличных культур, зерновых культур, например подсолнечника, озимой пшеницы или других.

Турбодисковые культиваторы не применимы для выполнения технологического процесса, такого как глубокая обработка почвы на глубины 20-60 см.

Систематические смещения направлены на усовершенствование конструкции турбодискового культиватора для вертикальной обработки почвы путем дополнения волнистых дисков игольчатыми дисками с лопатками различной конфигурации.

Ограничения исследования конструкции рабочих органов, таких как волнистые диски турбодискового культиватора для вертикальной обработки почвы.

Ограничения исследования.

1. Ограничения, связанные с выборкой исследования.

Главным предметом системных исследований являются цели [7, 9]. Цель является главным системообразующим фактором [7], который определяет выборку исследований рабочих органов турбодисковых культиваторов при вертикальной обработке почвы и измельчении пожнивных остатков высокостебельных культур.

Глобальная цель (ГЦ) исследований определена измельчением и заделкой в верхний слой почвы пожнивных остатков высокостебельных культур, управление процессом вертикальной обработки почвы на основе агропотребований.

2. Ограничения, связанные с сопоставимостью групп.

Понимая под проблемой рациональный анализ рефлексивного осмысления [7, 10] сопоставимости групп вертикальной обработки почвы после уборки и измельчения стерни высокостебельных культур. Между заделкой пожнивных остатков при вертикальной обработке почвы и видом измельченных пожнивных остатков существует проблема по формированию массива материала.

3. Ограничения, связанные с показателями исследования.

Средой формирования [7] показателей исследования являются механо-технологические и динамические свойства стерни высокостебельных культур при ее заделки верхний слой почвы с вертикальной обработкой почвы волнистыми дисками и измельчением стерни игольчатыми дисками турбодискового культиватора.

4. Ограничения, связанные с методами измерения.

Применение современных методов [7, 8] измерения позволяет получить оптимальную структуру турбодискового культиватора для вертикальной обработки почвы с рациональными параметрами волнистого диска и игольчатого диска согласно агротехническим требованиям с помощью DFD-диаграммы по управлению технологическим процессом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование структуры системы на основе диаграммы потоков данных произведено для разработанного турбодискового культиватора, который имеет оборудование для контроля качества выполнения вертикальной обработки почвы. Данное оборудование включает мультимедийное устройство, вспомогательное оборудование и персональный компьютер. Диаграмма потока данных осуществляет управление процессом при помощи мультимедийного устройства, а также расширяет возможности разработанного турбодискового культиватора, который позволяет определить качество заделки стерни высокостебельных культур в реальном времени, снижает энергоёмкость процесса и повышает производительность труда.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. И.Е. Припоров — формулировка проблемы, постановка задачи, анализ результатов исследований и редактирование статьи; В.С. Курасов — анализ литературных источников, написание статьи, участие в разработке технического решения; В.И. Бацунов — участие в написании и редактировании статьи, в разработке и патентовании технического решения. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Неприменимо.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали один внешний рецензент, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: I.E. Priporov: problem formulation, problem statement, analysis of research results and editing of the article; V.S. Kurasov: analysis of literary sources, writing of the article, participation in the development of a technical solution; V.I. Batsunov: participation in the writing and editing of the article, in the development and patenting of a technical solution. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that issues related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: Not applicable.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously obtained or published material (text, images, or data) was used in this study or article.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work as no new data was collected or created.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review involved one external reviewer, a member of the editorial board, and the in-house scientific editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Lepeshkin ND, Michurin VV. Theoretical substantiation of the parameters of a disk working body for a tillage unit for moisture accumulation and moisture retention on sloping lands. *Mechanization and electrification of agriculture*. 2023;1(56):101–106 (In Russ.)
2. Korp AM. Development of an approach to the analysis and optimization of data flow diagrams / Kopp AM, Orlovsky DL. *ScienceRise*. 2017;7(1(36)):33–42. doi: 10.15587/2313-8416.2017.107048 (In Russ.) EDN: YMUYHX
3. Perukhin MY, Gizatullin ZM, Andreyanov NV, et al. Designing the system structure for partial automation of the feed production process at the enterprise. *Scientific and Technical Bulletin of the Volga region*. 2023;(6):256–259 (In Russ.) EDN: VAPZZE
4. Patent RF №173238 / 17.08.2017. Byul. 23. Babitsky LF, Sobolevsky I. *Tillage disk battery*. (In Russ.) EDN: EHVTOI
5. Priporov IE, Kurasov VS, Batsunov VI. Analysis of the technical characteristics of turbo-disc cultivators for vertical tillage. *Izvestiya of the Orenburg State Agrarian University*. 2025;2(112):100–105. (In Russ.) EDN: DXFYCH.
6. Kapov SN, Aduov MA, Ospanova ShK, et al. Conceptual design of a sowing complex with the development of devices for sowing difficult-to-disperse seeds and applying mineral fertilizers. *Science and Education*. 2024;2-2(75):287–296. (In Russ.) doi: 10.52578/2305-9397-2024-2-2-287-296 EDN ELUDBK
7. Maksimov VP, Ushakov AE. Conceptual Design of Tools for the Main Cultivation of Sloping Lands. *Bulletin of the Don Agricultural Science*. 2020;1(49):53–59. (In Russ.) EDN VPIDRI
8. Maksimov VP, Mikhailin AA. Creation of a universal tool for land reclamation on plains and slopes based on conceptual design. *Agrarian Scientific Journal*. 2024;3:110–117. (In Russ.) doi: 10.28983/asj.y2024i3pp110-117
9. Volkova VN. Concepts of modern natural science: from physicalism to integral approaches. *Applied Informatics*. 2010;1(25):119–125. (In Russ.) EDN: OHLDRR
10. Maksimov VP. Problems of Simulation Modeling of the Dynamics of Soil Tillage Aggregates. In: *Land Reclamation and Water Management: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Shumakov Readings) with International Participation Dedicated to the 130th Anniversary of the Birth of Academician B.A. Shumakov, Novocherkassk, October 24, 2019;17. Innovative Technologies in Land Reclamation, Water Management, and Forestry in the South of Russia / Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute of the Don State Agrarian University*. Novocherkassk: Lik; 2019;1:243–248. (In Russ.) EDN: TMTPSI

ОБ АВТОРАХ / AUTHORS' INFO

*** Припоров Игорь Евгеньевич,**

канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры "Тракторы, автомобили и
техническая механика";
адрес: Россия, 350044, Краснодар, ул.
Калинина, д. 13;
ORCID: 0000-0002-8201-2819;
eLibrary SPIN: 4330-0224;
e-mail: i.priporov@yandex.ru

Соавторы:

Курасов Владимир Станиславович,

д-р техн. наук, заведующий кафедрой
"Тракторы, автомобили и техническая
механика";
ORCID: 0000-0002-1733-9436;
eLibrary SPIN: 7925-1853;
e-mail: kurasoff@gmail.com

Бацунов Владимир Игоревич,

аспирант кафедры "Тракторы, автомобили и
техническая механика";
ORCID: 0009-0001-2865-3674;
eLibrary SPIN: 4975-3353;
e-mail: vovasvovas70@bk.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

*** Igor E. Priporov,**

Cand. Sci. (Engineering), assistant professor,
Assistant professor of the Tractors, Automobiles
and Technical Mechanics Department;
address: 13 Kalinina st, Krasnodar, Russia,
350044;
ORCID: 0000-0002-8201-2819;
eLibrary SPIN: 4330-0224;
e-mail: i.priporov@yandex.ru

Co-Authors:

Vladimir S. Kurasov,

Dr. Sci. (Engineering),
Head of the Tractors, Automobiles and
Technical Mechanics Department;
ORCID: 0000-0002-1733-9436;
eLibrary SPIN: 7925-1853;
e-mail: kurasoff@gmail.com

Vladimir I. Batsunov,

Postgraduate of the Tractors, Automobiles and
Technical Mechanics Department;
ORCID: 0009-0001-2865-3674;
eLibrary SPIN: 4975-3353;
e-mail: vovasvovas70@bk.ru