

Царев Юрий Александрович,
д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
SPIN–код автора: 3585-8390.

Tsarev Yuri Alexandrovich, Dr. Techn. Sciences, Professor
Don state technical University, Rostov-on-don, Russia
Author's SPIN code: 3585-8390.

Адамчукова Елена Юрьевна,
Аспирант, ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
SPIN–код автора: 8396-8247.

Adamchukova Elena Yurievna, graduate student,
Don state technical University, Rostov-on-don, Russia
Author's SPIN code: 8396-8247.

**САМООБУЧАЮЩАЯСЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
SELF-LEARNING PROCESS CONTROL SYSTEM OF TECHNICAL SYSTEMS**

Аннотация. Самообучающаяся система – это система, которая обладает способностью достигать некоторого устойчивого состояния за счет изменения своих внутренних свойств, на основании некоторой оценки о воздействии внешней среды. Многочисленные примеры таких систем можно наблюдать в живой природе. Очевидно, должен быть некоторый «механизм», который первоначально помещается в самообучающуюся систему, и имеет возможность получать внешнюю информацию, обрабатывать ее и принимать решения. Обратимся к человеку, как самообучающейся системе. С рождения в ребенке генетически закладывается информация о прошлом от родителей и модель восприятия настоящего для будущего. Что такое самообучающаяся техническая система. Чтобы техническая система могла самообучаться, обратимся по аналогии к выше сказанному, она должна иметь внутреннюю, например, математическую модель и программу, в которой заложена некоторая информация (база знаний) о прошлой работе предыдущих моделей этой системы. В дальнейшем техническая система получает новую информацию от воздействия внешней среды, которая пополняет базу знаний (базу данных) этой технической системы и по известному алгоритму (математической модели и программе) меняет свои внутренние свойства (математическую модель, а может и программу), и в новых условиях достигает нового устойчивого состояния. Теперь обратимся к работе технологического процесса, на примере, самоходного зерноуборочного комбайна, как самообучающейся технической системы. Все современные самоходные зерноуборочные комбайны оснащаются бортовыми компьютерами (БК). БК самоходного зерноуборочного комбайна может иметь свою программу и математическую модель, которые имеют базу данных (БД), в которой, в свою очередь, помещается информация о работе, например, технологического процесса, полученная по результатам опытных испытаний самоходных зерноуборочных комбайнов данной модели или комбайнов - аналогов. Причем в БД известны полученные при испытаниях самоходных зерноуборочных комбайнов устойчивые состояния технологических процессов от внешних факторов.



Abstract. A self-learning system is a system that has the ability to achieve a certain stable state by changing its internal properties, based on some assessment of the impact of the external environment. Numerous examples of such systems can be observed in wildlife. Obviously, there must be some "mechanism" that is initially placed in a self-learning system, and has the ability to receive external information, process it and make decisions. Let's turn to man as a self-learning system. From birth, information about the past from parents and a model of perception of the present for the future are genetically embedded in the child.

What is a self-learning technical system. In order for a technical system to be able to learn itself, let's turn by analogy to the above, it must have an internal, for example, mathematical model and a program that contains some information (knowledge base) about the past work of previous models of this system. In the future, the technical system receives new information from the influence of the external environment, which replenishes the knowledge base (database) of this technical system and, according to a well-known algorithm (mathematical model and program), changes its internal properties (mathematical model, and maybe a program), and under new conditions reaches a new stable state.

Now let's turn to the work of the technological process, for example, a self-propelled combine harvester, as a self-learning technical system. All modern self-propelled combine harvesters are equipped with on-board computers (BC). The BC of a self-propelled combine harvester can have its own program and mathematical model, which have a database (DB), which, in turn, contains information about the work, for example, the technological process obtained from the results of experimental tests of self-propelled combine harvesters of this model or combine harvesters - analogues. Moreover, in the database, the stable states of technological processes from external factors obtained during tests of self-propelled combine harvesters are known.

Ключевые слова: самообучающаяся система, технологический процесс, техническая система, математическая модель, программа.

Keywords: self-learning system, technological process, technical system, mathematical model, program.

Введение и цель.

Самообучающаяся система – это система, которая обладает способностью достигать некоторого устойчивого состояния за счет изменения своих внутренних свойств, на основании некоторой оценки о воздействии внешней среды. Многочисленные примеры таких систем можно наблюдать в живой природе (Википедия).

Очевидно, должен быть некоторый «механизм», который первоначально помещается в самообучающуюся систему, и имеет возможность получать внешнюю информацию, обрабатывать ее и принимать решения.

Обратимся к человеку, как самообучающейся системе. С рождения в ребенке генетически закладывается информация о прошлом от родителей и модель восприятия настоящего для будущего.

Что такое самообучающаяся техническая система. Чтобы техническая система могла самообучаться, обратимся по аналогии к выше сказанному, она должна иметь внутреннюю, например, математическую модель и программу, в которой заложена некоторая информация (база знаний) о прошлой работе предыдущих моделей этой системы. В дальнейшем техническая система получает новую информацию от воздействия внешней среды, которая пополняет базу знаний (базу данных) этой технической системы и по известному алгоритму (математической модели и программе) меняет свои внутренние свойства (математическую модель, а может и программу), и в новых условиях достигает нового устойчивого состояния.



Материалы и методы.

Теперь обратимся к работе технологического процесса, на примере, самоходного зерноуборочного комбайна, как самообучающейся технической системы. Все современные самоходные зерноуборочные комбайны оснащаются бортовыми компьютерами (БК). БК самоходного зерноуборочного комбайна может иметь свою программу и математическую модель, которые имеют базу данных (БД), в которой, в свою очередь, помещается информация о работе, например, технологического процесса, полученная по результатам опытных испытаний самоходных зерноуборочных комбайнов данной модели или комбайнов - аналогов. Причем в БД известны полученные при испытаниях самоходных зерноуборочных комбайнов устойчивые состояния технологических процессов от внешних факторов.

И так, «молодой», только что созданный самоходный зерноуборочный комбайн, оснащается БК и БД от своих «родителей», попадает в новые внешние условия, которые передаются в БД, она расширяется (увеличивается база знаний), меняется математическая модель, а может и программа, и БК переводит технологический процесс самоходного зерноуборочного комбайна в новое устойчивое состояние.

Что для этого надо:

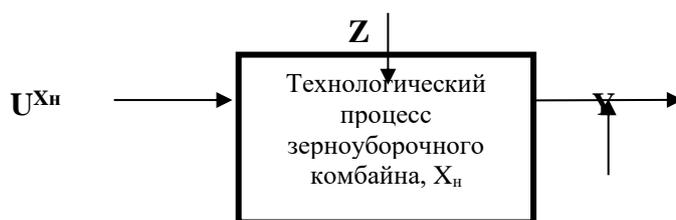
1. Математическая модель.
2. Программа.
3. Патент на изобретение.
4. Бортовой компьютер, программист, и желание.

Результаты.

Математическая модель [1 - 4].

Процесс функционирования самоходного зерноуборочного комбайна на уборке зерновых проходит в условиях постоянно изменяющихся внешних факторов. Такими факторами являются: неровности поля, влажность и твердость почвы, вид убираемой культуры, ее урожайность, полеглость растений, влажность зерна и соломы, засоренность поля, вид и наличие удобрений и др., под которыми в целом понимается – агрофон, реакцию на которые, с целью обеспечения требуемого технологического процесса, выполняют параметры настройки.

В этих условиях теоретически схему технологического процесса самоходного зерноуборочного комбайна можно рассматривать как реакцию на входные внешние факторы (агрофон) через параметры настройки (рисунок 1).



Z - внешние факторы (агрофон); Y - выходные показатели; X_n - внутренние параметры настройки; U^{X_n} - управляющие воздействия на X_n ; V – показатели качества технологического процесса

Рисунок 1 - Блок-схема технологического процесса самоходного зерноуборочного комбайна



В общем виде математическую модель технологического процесса самоходного зерноуборочного комбайна можно представить

$$\left. \begin{aligned} Y &= F(X_n, Z) \geq V; \\ X_n &\subset G_2; Z \subset G_3; Y \subset G_4, \end{aligned} \right\}$$

где $Y = [y_1, \dots, y_i, \dots, y_d]$, $i = 1, d$ – вектор выходных показателей, определяющий качество технологического процесса комбайна (производительность комбайна, потери и дробление зерна, сорная примесь и др.); $X_n = [x_1, \dots, x_l, \dots, x_q]$, $l = 1, q$ – вектор параметров настройки технологического процесса комбайна, регулируемых автоматизированной системой настройки U^{X_n} , где под параметрами настройки понимается: число оборотов молотильного барабана, регулировка высоты среза, число оборотов мотовила, величина зазора на входе и выходе из молотильного барабана, ширина захвата жатки, скорость движения комбайна и т.д.; $Z = [z_1, \dots, z_j, \dots, z_p]$, $j = 1, p$ – вектор внешних воздействий (агрофон), соответствующий определенной климатической зоне (где под агрофоном понимаются: урожайность зерна, полеглость, влажность зерна и соломы, засоренность поля, соотношение зерна к соломе и т.д.); V – показатели качества выполнения технологического процесса самоходного зерноуборочного комбайна, которые задаются в технических условиях; $G = \{G_2 \cup G_3 \cup G_4\}$ – пространство состояний зональных условий работы комбайна.

Программа [5 - 8].

Программа предназначена для оптимального управления регулируемыми параметрами настройки технологического процесса зерноуборочных комбайнов по критериям максимальной производительности или минимальных потерь и дробление зерна. Для принятия решения о величинах регулируемых параметров используются результаты испытаний различных типомоделей зерноуборочных комбайнов и результаты наблюдений за выходными параметрами процесса уборки, формируемые датчиками конкретного комбайна. В программе реализованы алгоритмы построения многомерных регрессионных моделей основных эксплуатационных параметров зерноуборочного комбайна. На их основе строится единое информационное поле управляющих воздействий на внутренние параметры настройки комбайнов различных моделей. Симплекс метод используется для оптимизации по одному из выходных параметров технологического процесса работы, с учетом ограничений на все остальные, что позволяет получать оптимальные сочетания регулируемых параметров комбайна и использовать эти данные при его управлении. Алгоритм программы самообучающейся (автоматизированной) системы управления технологическим процессом зерноуборочных комбайнов представлена на рисунке 2.



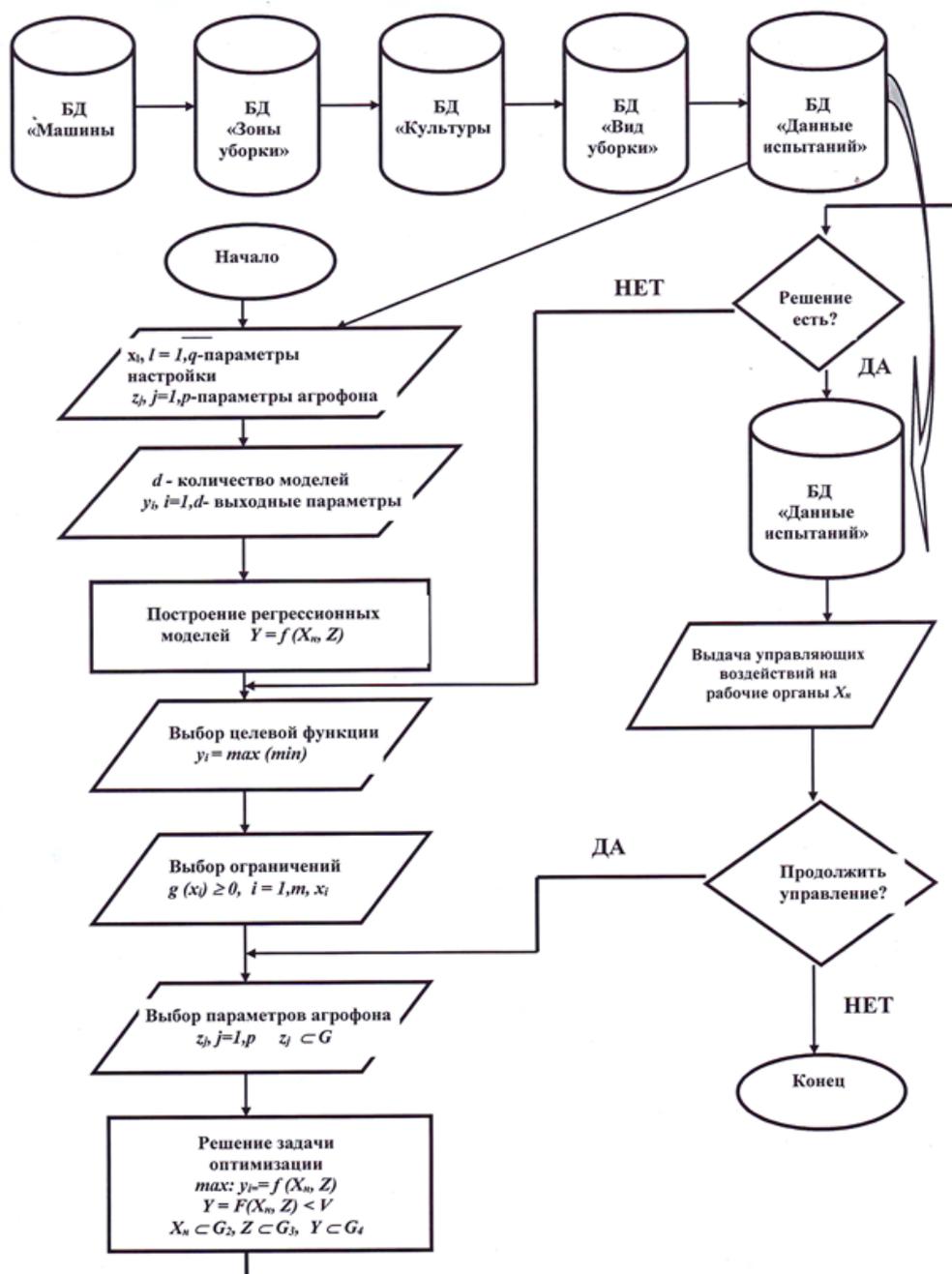


Рисунок 2 - Алгоритм АСУ ТП зерноуборочных комбайнов

Программа может использоваться в бортовом компьютере зерноуборочного комбайна, оснащенного системами автоматического управления регулируемые параметрами. (Тип ЭВМ: IBM-совместимая. Язык: Visual Basic Application. ОС: Windows XP (SP2) и старше. Объем программы: 6.7 Мб).

Патент на изобретение [9 - 11].

Изобретение относится к регулированию параметров настройки рабочих органов самоходных зерноуборочных комбайнов, и может быть использовано в сельском хозяйстве при уборке зерна. Техническим результатом является повышение эффективности работы самоходного зерноуборочного комбайна (повышение производительности, снижение потерь, снижение расхода топлива и т.д.).



Технический результат достигается способом настройки рабочих органов самоходного зерноуборочного комбайна, характеризующимся тем, что в бортовой компьютер комбайна вводят общую дискретную статистическую информацию, накопленную по результатам испытаний аналогичных образцов самоходных зерноуборочных комбайнов, по параметрам: эффективности работы комбайна $Y(W, q_m, q_a, C, D, T)$, где W - производительность по зерну, q_m - потери за молотилкой, q_a - потери за адаптером, C - величина сорной примеси в бункере, D - величина дробления зерна, T - удельный расход топлива; агрофона $Z(Y, B_z, B_c, Z, П, Щ)$, где Y - урожайность зерна, B_z - влажность зерна, B_c - влажность соломы, Z - засоренность поля, $П$ - полеглость стеблестоя, $Щ$ - щуплость зерна; настройки комбайна $X(V, n_b, n_o, s_e, s_a, s_o, s_u)$, где V - скорость движения комбайна, n_b - число оборотов молотильного барабана, n_o - число оборотов вентилятора очистки, s_e - зазор на входе в молотильный аппарат, s_a - зазор на выходе из молотильного аппарата, s_o - величина открытия жалюзи верхнего решета, s_u - величина открытия жалюзи нижнего решета, строят с учётом этой информации математическая модель $Y(W, q_m, q_a, C, D, T) = f\{Z(Y, B_z, B_c, Z, П, Щ), X(V, n_b, n_o, s_e, s_a, s_o, s_u)\}$, обеспечивающую выполнение технологического процесса по параметрам (W, q_m, q_a, C, D, T) , рассчитывают параметры настройки $(V, n_b, n_o, s_e, s_a, s_o, s_u)$, решая задачу оптимизации по одному из показателей эффективности, с ограничениями по параметрам агрофона $(Y, B_z, B_c, Z, П, Щ)$ и настройки $(V, n_b, n_o, s_e, s_a, s_o, s_u)$, затем по результатам текущей работы комбайна получают новую дискретную статистическую информацию Y_i, Z_i, X_i , с последующей перестройкой математической модели $Y_i=f(Z_i, X_i)$ и расчётом по ней новых параметров настройки $(V, n_b, n_o, s_e, s_a, s_o, s_u)_i$, решением задачи оптимизации по одному из показателей эффективности, каждый раз, через определенные промежутки времени. Схема настройки параметров технологического процесса самоходного зерноуборочного комбайна представлена на рисунке 3.

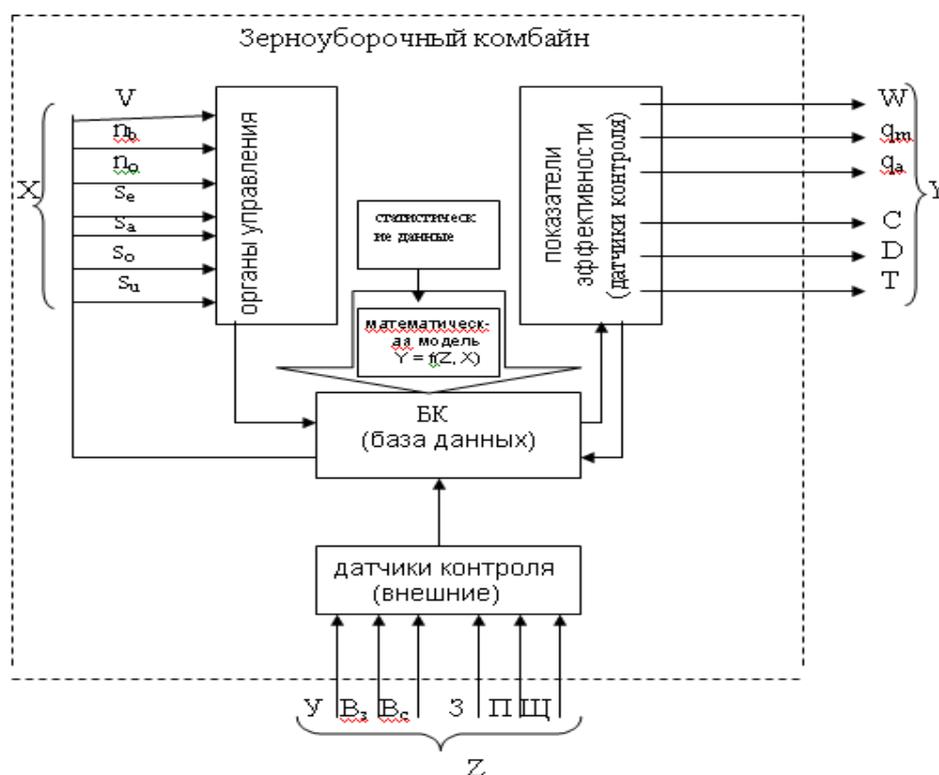


Рисунок 3 - Схема настройки параметров технологического процесса самоходного зерноуборочного комбайна



Выводы.

Таким образом, в ходе обсуждения становления самообучающейся системы, рассматривая технические и программные системы, мы затронули задачи, которые традиционно считаются творческими, принадлежащими конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы, а это не что иное как интеллектуальная информационная система.

Список литературы:

1. Царев Ю.А., Харьковский А.В. Перспективы использования электронной системы управления в комбайнах «ДОН» И «НИВА» // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2005. № 1. С. 37-40.
2. Царев Ю.А., Бобрынев В. В. Модель технологического процесса зерноуборочного комбайна // Материалы V-го Международного форума молодежи «Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке», 1-3 апреля. - Харьков, 2009.
3. Царев Ю.А., Джигарханов Д.Г. Автоматизация системы настройки технологического процесса зерноуборочного комбайна // Тракторы и сельхозмашины. - 2009. № 12. С. 29-31.
4. Царев Ю.А., Трасковский С.С. Методика определения диапазонов регулирования параметров настройки зерноуборочных комбайнов // Вестник Донского государственного технического университета. - 2009. Т. 9. № 4 (43). С. 718-723.
5. Система автоматизированного управления технологическим процессом зерноуборочного комбайна. Лебедев А. Р., Царев Ю.А., Рябых А. А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2010611678 Российская Федерация. - Зарег. 03.03.10 в Реестре программ для ЭВМ.
6. Царев Ю.А., Адамчукова Е.Ю. Адаптивная система настройки зерноуборочного комбайна // В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании - ИТНО - 2013. сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. 2013. С. 22-24.
7. Царев Ю.А., Адамчукова Е.Ю. Формирование базы данных по результатам испытаний сельскохозяйственных машин // В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании - ИТНО-2014. Сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. 2014. С. 440-445.
8. Царев Ю.А., Адамчукова Е.Ю. Графическая интерпретация задачи линейного программирования при оптимизации процесса функционирования зерноуборочного комбайна "ВЕКТОР" // В сборнике: Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения. Материалы 7-й Международной научно-практической конференции, в рамках 17-й Международной агропромышленной выставки "Интерагромаш-2014". Редакционная коллегия: Лачуга Ю.Ф., Месхи Б.Ч., Пахомов В.И., Борисова Л.В., Димитров В.П., Ермолев Ю.И., Семенюк Н.П., 2014. С. 194-197.
9. Способ настройки рабочих органов самоходного зерноуборочного комбайна. Царев Ю.А., Симон Д.В., Адамчукова Е.Ю. Патент на изобретение RU 2566052 С1, 20.10.2015. Заявка № 2014137733/13 от 18.09.2014.
10. Адамчукова Е.Ю., Царев Ю.А. Совершенствование системы контроля и управления технологическими параметрами зерноуборочных комбайнов // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. - 2018. № 2. С. 256-259.
11. Tsarev Y., Adamcikova E., Najie AUTOMATIZATION OF SETTINGS OF WORKING ORGANS OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF COMBINE HARVESTER M // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018 International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2018. - 2018. С. 05019.

