

Биомашсистемы, системный подход в АПК и других отраслях***Biomachsystems, a systematic approach in the agro-industrial complex and other industries*****生物機器系統，農工綜合體和其他產業的系統方法****Черноиванов В.И.***академик РАН,**ФНАЦ ВИМ, Москва, Россия,**Academician of the Russian Academy of Sciences,**FNATS VIM, Moscow, Russia,**俄羅斯科學院院士, FNATS VIM, 俄羅斯莫斯科**vichernoivanov@mail.ru***Толоконников Г.К.***к.ф.-м.н., Ph.D., 博士**ФНАЦ ВИМ, Москва, Россия**FNATS VIM, Moscow, Russia,**FNATS VIM, 俄羅斯莫斯科**admicit@mail.ru*

Аннотация. Биомашсистемы являются новым, ранее не изучавшимся типом систем, адекватным для описания аграрных систем в системном движении. Проводится сравнение биомашсистем с функциональными, эргатическими системами, системами, охватываемыми общей теорией систем в наиболее развитом подходе А.И. Уёмова, а также математическими теориями систем. Ключевыми отличиями биомашсистем являются наличие живых подсистем, составного системообразующего фактора, более общего, чем это принимается в теории функциональных систем в физиологии. Теория биомашсистем является развитием земледельческой механики В.П. Горячкина, приводит к кардинальному пересмотру назначения сельскохозяйственных машин и подходов к проектированию аграрных машин и механизмов. Биомашсистемы наделены элементами сильного искусственного интеллекта и задают современную научно-техническую платформу для востребованных прорывных технологий в АПК в отношении повышения качества и объемов сельхозпродукции и обеспечения продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: системный подход, теория биомашсистем, функциональные и эргатические системы, проектирование аграрных машин, искусственный интеллект

Annotation. Biomachine systems are a new, previously unstudied type of system, adequate for describing agricultural systems in the systemic movement. A comparison is made of biomachine systems with functional, ergatic systems, systems covered by the general theory of systems in the most developed approach of A. Uyomov, as well as mathematical theories of systems. The key differences between biomachine systems are the presence of living subsystems, a composite system-forming factor, more general than is accepted in the theory of functional systems in physiology. The theory of biomachine systems is a development of agricultural mechanics by V.P.

Goryachkin, leads to a radical revision of the purpose of agricultural machines and approaches to the design of agricultural machines and mechanisms. Biomachine systems are endowed with elements of strong artificial intelligence and set a modern scientific and technical platform for popular breakthrough technologies in the agro-industrial complex in relation to improving the quality and volume of agricultural products and ensuring the country's food security.

Keywords: systems approach, theory of biomachine systems, functional and ergatic systems, design of agricultural machines, artificial intelligence

註解。 生物機器系統是一種新的、以前未被研究過的系統類型，足以描述系統運動中的農業系統。將生物機器系統與功能性、能動系統、A. Uyomov 最先進方法中的一般系統理論所涵蓋的系統以及系統的數學理論進行了比較。生物機器系統之間的主要區別在於生命子系統的存在，這是一種複合系統形成因素，比生理學功能係統理論中所接受的更為普遍。

生物機器系統理論是 V.P. 農業力學的發展。戈里亞奇金（Goryachkin）對農業機械的目的以及農業機械和機構的設計方法進行了徹底的修改。生物機器系統具有強大的人工智慧元素，為農工綜合體中涉及提高農產品品質和數量、保障國家糧食安全的流行突破技術搭建了現代科技平台。

關鍵字: 系統方法, 生物機械系統理論, 功能與功能係統, 農業機械設計, 人工智慧

Введение

Триада жизни всего живого одной из точек опоры имеет питание, а в человеческом обществе питание обеспечивается, как мы это обосновываем [1-4], биомашсистемой "человек машина-продуктивное живое".

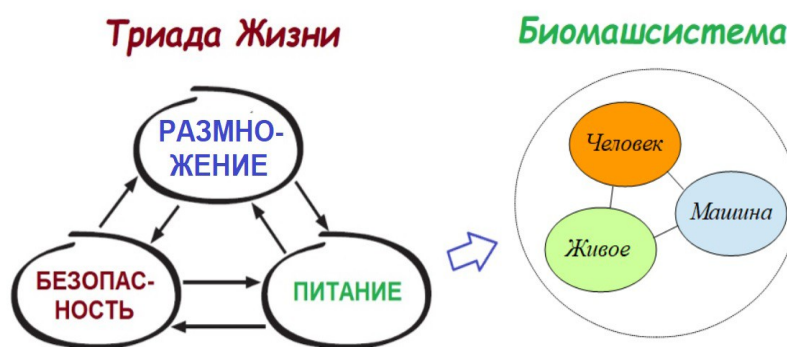


Рис.1. Схемы триад.

Fig.1. Triad diagrams.

圖。1。三元組圖。

Питание в стране обеспечивается сельскохозяйственным производством, его успешное функционирование задаёт также продовольственную безопасность страны.

Слово «система» здесь не случайно, система стоит во главе угла системной парадигмы, в рамках которой мы работаем. А во главе угла понятия системы стоит системообразующий фактор, открытый академиком Петром Кузьмичом

Анохиным в теории функциональных систем [5] и значительно переработанный нами для биомашсистем. Поясним, что мы понимаем под системной парадигмой. Проще всего это сделать, обратившись к известной теоретико-множественной парадигме в математике. Эту парадигму олицетворяет многотомный курс Н. Бурбаки, в котором все математические понятия сведены к понятию множеств и подмножеств. Функция представляется множеством пар точек, интегралы, матрицы, последовательности... всё представляется в виде множеств. Переходя к системной парадигме, мы также говорим о том, что всё, что нас окружает представляется в виде систем и их совокупностей. Близкими к биомашсистемам являются эргатические системы "человек-машина". Это огромная область, которая фигурирует также под названиями инженерной психологии [6,7], человеческих факторов [8] и так далее. Однако, оказалось, что для аграрных систем подход эргатических систем [9] недостаточен, как и подход теории функциональных систем. Оказалось, что попытка исключить из биомашсистемы живое не позволяет перейти к эргатической системе, так как исходная система разрушается полностью. Однако, чтобы доказать, что биомашсистемы являются новым неисследованным ранее типом систем, пришлось обратиться к весьма многочисленным системным подходам, начиная от математических теорий систем, вплоть до системных подходов философии и общей теории систем, развиваемый там. Математические теории систем начались с времён Ньютона с появлением динамических систем, можно считать, что огромная область математических теорий систем венчает наиболее общее определение системы, данное академиком С.Н. Васильевым [10]. Однако, это определение носит теоретико-множественный характер и не охватывает категорной формализации биомашсистем.

Из многочисленных подходов к системам в общей теории систем в философии наиболее продвинутым является подход языка тернарного описания, разработанный А.И. Уёмовым и его коллегами [11]. А.И. Уёмов дал определение системы, которое в его обозначениях имеет вид формул

$$(iA)S = ([a(*iA)])t, (iA)S = t([(iA*)a])$$

и обосновал подпадение под это определение многочисленных имеющихся определений системы, в том числе, функциональной системы П.К. Анохина. Он опирался на три десятка системных подходов, собранных Садовским [12], развивавшим общую теорию метасистем, к сожалению, не завершившим своих многолетних исследований. Амбициозная выдвинутая А.И. Уёмовым программа нацелена на создание на базе языка тернарного описания философской логики, которая была бы способна так же, как и математическая логика в математике от одних истинных утверждений переходить к обоснованию других. Хотя А.И. Уёмов и дал определение системы, но

построить полностью язык тернарного описания не успел. К тому же в его работах имеются пробелы и ошибки, на которые указывали логики. Ряд пробелов удалось восполнить в работах [13,14], что позволило строго интерпретировать формулы для систем и убедиться в том, что подход А.И. Уёмова не охватывает биомашсистем, а также не охватывает категорной формализации теории функциональных систем.

Системообразующий фактор неформально можно определить как цель, полезный результат, необходимый по той или иной причине, именно, системообразующий фактор в целом охватывает понятие системы и построение системы проходит от целого к частям, при этом система строится, исходя из системообразующего фактора. Категорный язык понадобился бы П.К. Анохину, если бы он попытался формализовать теорию функциональных систем уже, в 1930-е годы, когда ещё теории категорий не существовало. Она была создана Эйленбергом и Маклейном после войны [15].

Стоит отметить, что уже совокупность функциональных систем является неклассическим топосом, что показано в работе [16]. Понятие системообразующего фактора в подходе П.К. Анохина оказалось недостаточным для биомашсистем, будучи адекватным для физиологии, оно не смогло охватить неживые системы, в частности, машины из биомашсистемы «человек - машина - живое». Попытка встроить машину в функциональную систему схему оказалась неадекватной, более того, интуитивное рассмотрение физиологических функциональных систем явно недостаточно для биомашсистем, где необходимы точные расчёты для машин, а не приблизительные рекомендации, на которые только и способна традиционная теория функциональных систем. Ключевая причина, по которой в рамках функциональных систем не удавалось описать взаимодействие человека и машины, состоит в том, что П.К. Анохин не нашёл системообразующего фактора для машин как систем, и считал неживые объекты не являющимися системами. Однако, для динамических и других систем системообразующий фактор был найден, им оказался переводящий хаос в порядок принцип стационарного действия Гамильтона. Таким образом, биомашсистемы имеют составной системообразующий фактор, порождённый принципом выживания для живых существ и принципом Гамильтона. В биомашсистемах имеется более одного живого организма и принцип выживания учитывает все живые подсистемы биомашсистемы. Рассмотрение составных системообразующих факторов для биомашсистем стало одним из обобщений открытого системообразующего фактора в физиологии.

Приведём достаточно подробную для восприятия начальную схему биомашсистемы, которая включает для решателей фрагменты сильного искусственного интеллекта, а также схему функциональных систем и аналогичную общую схему биомашсистем.

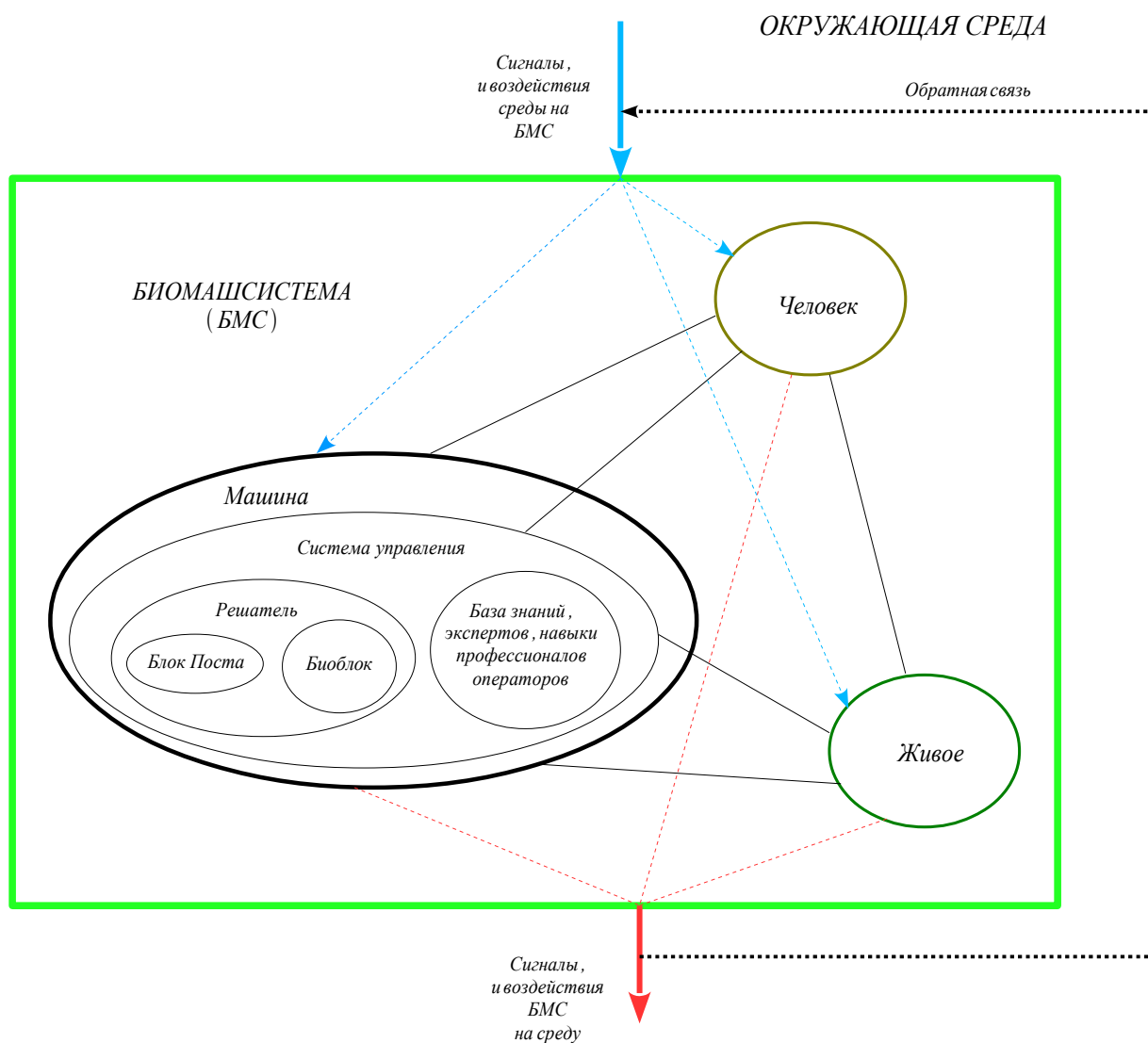


Рис.2. Схема биомашсистемы
Fig.2. Biomachsystem diagram
圖。2。生物機系統圖

Следующую схему физиологии по ряду причин называют функциональной системой поведенческого акта, ниже мы кратко напомним ее описание, в том числе потому, что оно потребуется в аналогичной схеме для биомашсистемы.

Реализация схемы начинается с не указанного на ней возникновения потребности организма, например, сгущается кровь из-за потери жидкости, скажем, из-за жаркой погоды. Соответствующие рецепторы сигнализируют в мозг об этом, формируется мотивация, которая в нашем примере называется жаждой. Мотивация возбуждает афферентный синтез, как поиск в памяти и запуск других физиологических инструментов выработки различных способов удовлетворения потребности. Блок решений отвечает за выбор из найденных вариантов решений какого-то одного варианта. После этого начинают

формироваться два других блока, блок акцептора результата действия, в который заносятся параметры потребного результата, и блок программы, в котором формируются для эффекторов необходимые действия для достижения результата.

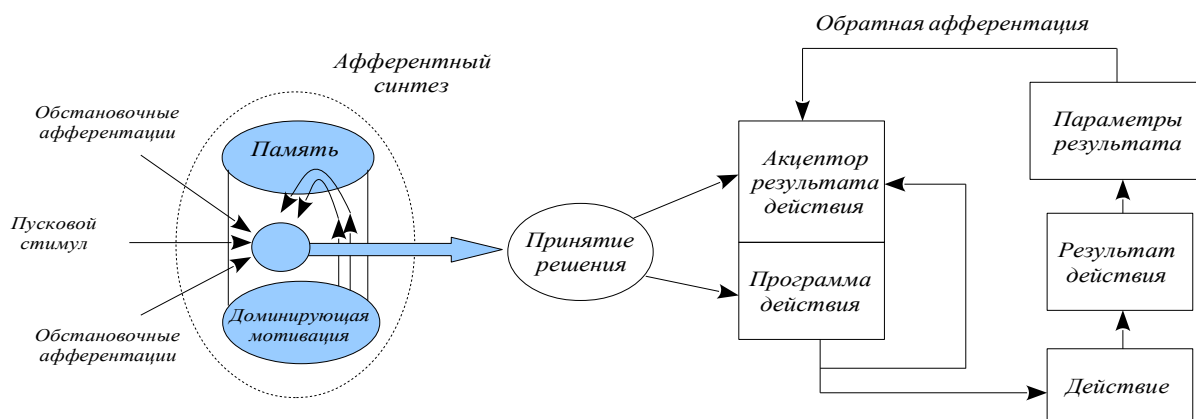


Рис.3. Принципиальная схема функциональной системы

Рис.3. Schematic diagram of the functional system

圖。3。功能系統示意圖

Эффекторы приводятся в действие, которое порождает некоторый результат. Обратная связь (работа соответствующих рецепторов) посылает информацию (параметры) в акцептор результата действия, где проходит сравнение ее с описанием потребного результата. Если полученные параметры совпадают с запланированными, потребность удовлетворяется и функциональная система расформировывается, если совпадения нет, то функциональная система подправляется с учетом полученного опыта и цикл повторяется необходимое число раз до достижения потребного результата.

Далеко не всегда удаётся в организме и его нервной системе, и мозге найти задействованные нейроны и другие части функциональной системы, тем не менее, приведенная схема играет важнейшую методологическую роль в физиологии. Аналогом схемы функциональной системы является приводимая ниже на рис. 4 схема работы биомашсистемы, в которую ввиду наличия двух живых подсистем входят соответствующие схемы функциональных систем, работающих также, как описано выше для отдельной функциональной системы. Детально описание работы биомашсистемы приводится в [17].

Важно отметить, что понятие системообразующего фактора не используется в других системах, кроме функциональных систем, биомашсистем и их категорного обобщения, названного категорными системами. По существу, эта позиция также даёт основание утверждать, что биомашсистемы являются новыми ранее не рассмотренными видами систем, при этом об отличии биомашсистем от функциональных систем мы уже сказали.

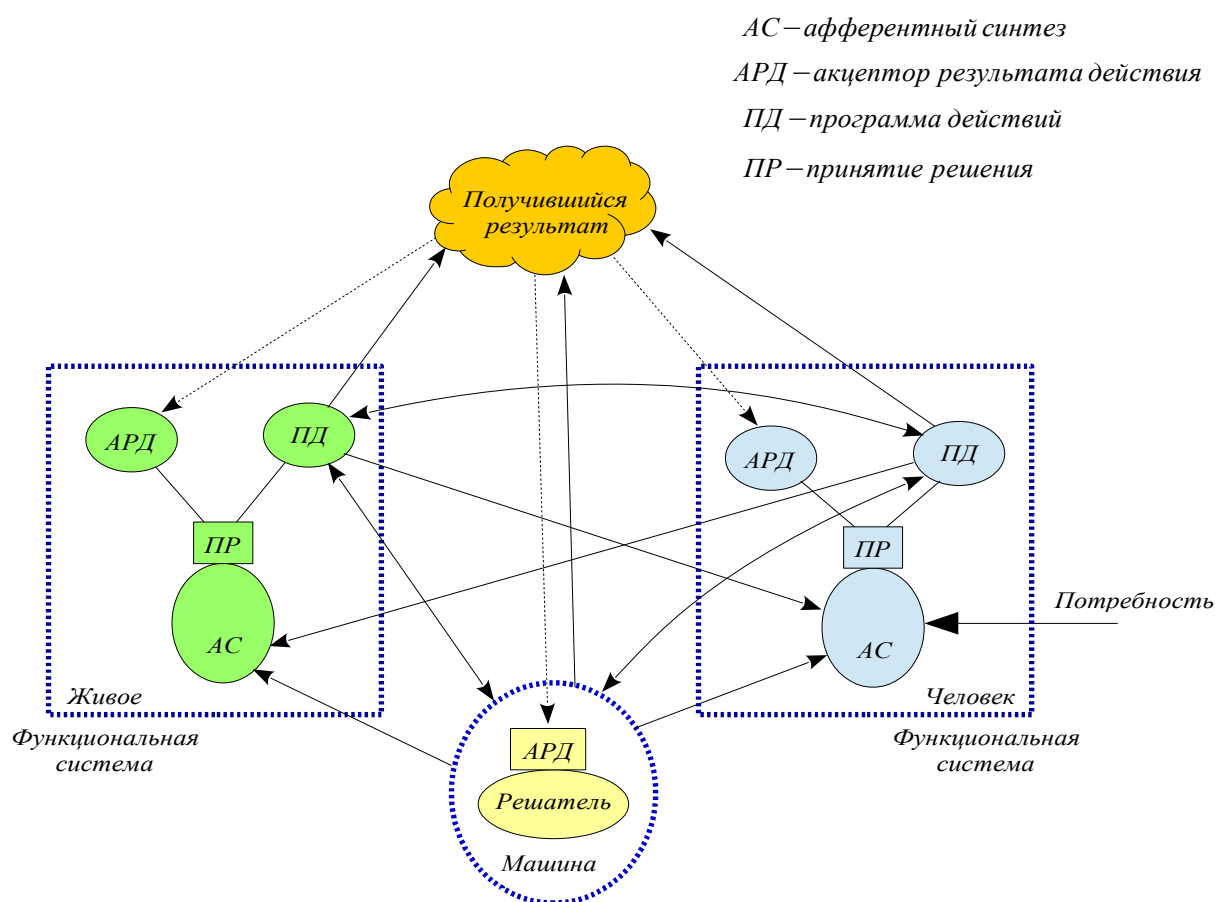


Рис.4. Функциональная схема биомашсистемы

Rus.4. Functional diagram of the biomachsystem

圖。4。功能係統示意圖

При классификации объектов в математике упор делается на инварианты, если тот или иной инвариант отличается у двух систем, то они не могут быть изоморфными.

Таким инвариантом для систем является количество подсистем первого уровня, на рисунке 5 видно, что системы по М. Месаровичу [18], эргатические системы, биомашсистемы, функциональные системы имеют различный указанный инвариант, это ещё один аргумент в пользу доказательства отличия биомашсистем от других систем.

Вопрос о том, что биомашсистемы есть новый вид систем детально рассмотрен в нашей книге «Основы теории биомашсистем», находящейся в печати.

Одним из важных приложений теории биомашсистем является переосмысление назначения аграрных машин и кардинальный пересмотр традиционного подхода к конструированию аграрных машин и механизмов.

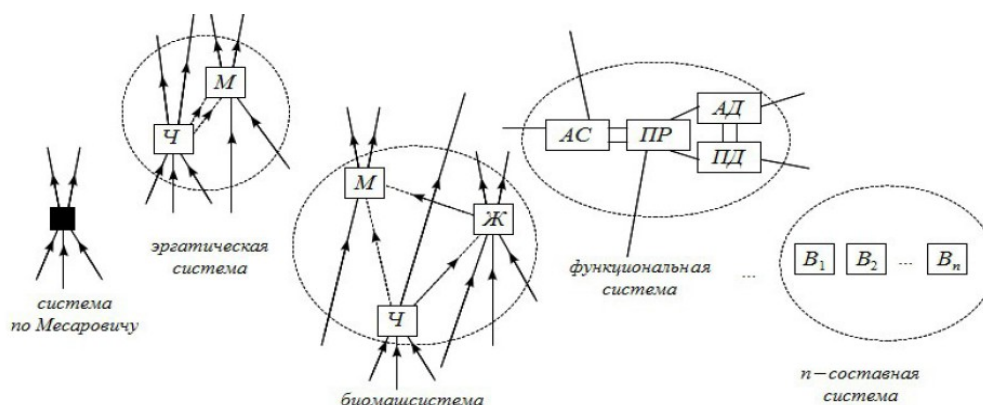


Рис.5. Составные системы первого уровня

Rus.5. Composite systems of the first level

圖。5。第一級複合系統

Приведём пояснение отражающей сказанное схемы указанной на рис. 6. Аграрная машина в биомашсистеме является подсистемой, содействующей достижению системообразующего фактора самой биомашсистемы. Это, например, означает, что взятый сам по себе трактор не является аграрной машиной. Действительно, он может работать на стройке с отвалом как бульдозер, использоваться в военном деле и так далее. Аграрной машиной трактор становится после подсоединения к нему бороны, сеялки и других рабочих органов, с помощью которых трактор включается, как элемент достижения полезного результата в некоторую биомашсистему. Обычные цели агропроизводства такие, как получение урожая, уход за животными, являются системообразующими факторами соответствующих биомашсистем.

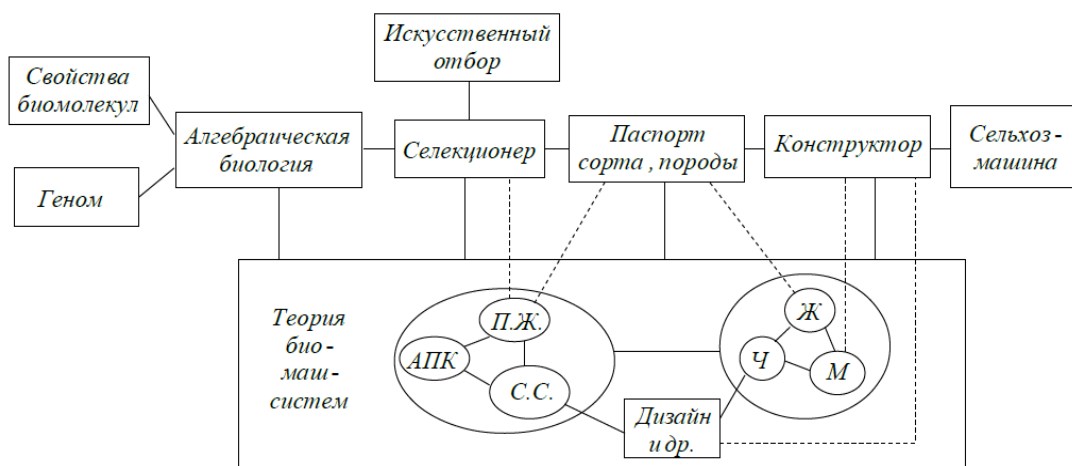


Рис.6. Схема этапов проектирования сельхозмашины

Rus.6. Scheme of stages of designing an agricultural machine

圖。6。農業機械設計階段圖

При этом роль машины оказывается сводимой к обеспечению для культурных растений, продуктивных животных условий их возделывания и содержания, отвечающих описанным селекционером требованиям в паспорте сорта или породы. Конечно, жизненный цикл продуктивного живого требует, как правило, не одной, а многих машин и механизмов, поэтому, как и в схеме биомашсистемы, термин «машина» обобщающий. При их конструировании до адекватных системному требованию образцов необходимо обратиться геному живого. Машина при своей работе в биомашсистеме обеспечивает правильный порядок экспрессии генов созданного селекционером генома продуктивного живого. Здесь теория биомашсистем привлекает алгебраическую биологию для расчета и прогнозирования фенотипа живого, а также экспериментальные и другие результаты работы селекционера. В результате работа конструктора должна опираться, чего нет в настоящее время, на выработанные решения (см. схему рис. 6), предшествующие началу конструирования.

В настоящее время проектирование машин и механизмов аграрного профиля опирается на положение и разработки земледельческой механики В.П. Горячкина.

Однако, на протяжении многих десятилетий эта механика, фактически, превращалась в раздел теоретической механики и механики сплошных сред, несмотря на то, что изначально основатель земледельческой механики постулировал именно новую науку, не сводящуюся к традиционным разделам механики. Начиная, фактически с нуля, точнее, с расчёта обыкновенной мотыги В.П. Горячкин не мог не развивать разделов теоретической механики как приложений к аграрным машинам. Установки В.П. Горячкина, опирающиеся на живые организмы, культурные растения и животных после его начальных шагов, в дальнейшем практически не развивались его учениками и последователями. Теория биомашсистем возвращает и расширяет природу земледельческой механики, требует на одном уровне рассматривать как механические так и биологические, и управленческие качества биомашсистемы. Земледельческая механика в своей первоначальной задумке её создателем органически входит в теорию биомашсистем. Можно даже говорить о том, что биомашсистемы представляют собой современный вариант земледельческой механики.

Привычное для конструкторов аграрных машин рассмотрение вопросов механики должно быть доработано до нового пересмотренного, как указано выше, подхода к конструированию сельскохозяйственной техники. Говоря кратко, необходимо использование новых разделов механики, называемой механикой с сервосвязями. В рамках этого направления разработаны методы для адекватного описания механических систем с процессом управления ими со стороны управляющих центров, подобные центры, в частности, встроены в биомашсистемы, именно, это управляющие подсистемы, взаимодействующие

со стороны машины с продуктивным живым и человеком.

Здесь мы сталкиваемся с фундаментальными проблемами, от которых при изложении теоретической механики, теории машин и механизмов в монографиях и учебных пособиях их авторы нередко уходят. Модель колеса движущегося по поверхности без проскальзывания является одной из основных в теории аграрных машин и механизмов. Однако, со времен Лагранжа известна проблема нарушения принципа стационарного действия Гамильтона для систем с подобными колёсами, реализующими примеры существенно неголономных связей [19]. С точки зрения теории систем нельзя отбросить принцип стационарного действия Гамильтона, как это делают в механике неголономных связей, заменяя его на принцип Даламбера-Лагранжа, не эквивалентный в таких случаях принципу стационарного действия Гамильтона. Причина неправомерности такого подхода состоит в том, что принцип стационарного действия Гамильтона входит в составной системообразующий фактор биомеханической системы, исключая его из системообразующего фактора мы разрушаем биомеханическую систему.

Возникающая проблема была решена академиком В.В. Козловым в рамках открытой им новой механики, которую он назвал вакономной механикой [19]. Им были предложены другие, чем обычно, варианты вариации путей и новые аксиомы (определение возможных перемещений и др.), позволившие построить принцип стационарного действия для неголономных механических систем. Уравнения движения вакономной механики отличаются от подобных уравнений, получаемых из принципа Даламбера-Лагранжа. Результаты В.В. Козлова позволяют включить механику неголономных связей в разряд систем с системообразующим фактором по П.К. Анохину. Вакономная механика была включена в теорию механики с сервосвязями [20,21], начало которой положил А. Беген [22]. Для биомеханических систем нужна именно механика с сервосвязями, управление в которой осуществляет решатель машины или мозг животного. Таким образом, в новом подходе к конструированию сельхозтехники необходимо использовать помимо обычной теоретической механики также механику с сервосвязями.

Человек и высшие млекопитающие являются биомеханическими системами с составным системообразующим фактором, а не просто функциональными системами, как их рассматривают в физиологии и в традиционной теории функциональных систем.

Таким образом, мы рассмотрели фундаментальные вопросы биомашсистем и кардинального пересмотра назначения сельхозтехники с её проектированием, диктуемого теорией биомашсистем.

Из отраслевых структур в стране сельское хозяйство, включающее сельский социум, является уникальным с точки зрения разнообразия возможностей применения фундаментальных направлений настоящего

Конгресса как в теории систем, биологии, так и приложений искусственного интеллекта. Здесь мы имеем территориальный охват всей страны, высокотехнологичную индустрию, машиностроительную отрасль, значительную часть общества, объединённого глобальным системообразующим фактором, отвечающим производству сельхозпродукции и продовольственной безопасности страны. Таким образом, аграрная тематика является существенным, а кое-где и ключевым звеном научно-технического и организационного стержня Конгресса. Подчеркнём, что сельский социум, продуктивное живое и сельхозтехника представляет собою глобальную биомашсистему. Здесь мы имеем практически важное для страны поле применения теории систем, как одного из основных направлений Конгресса.

Introduction

The triad of life of all living things has nutrition as one of its support points, and in human society nutrition is provided, as we substantiate it [1-4], by the biomachine system “man-machine-productive living”.

Fig.1. Triad diagrams.

Nutrition in the country is provided by agricultural production; its successful functioning also determines the food security of the country.

The word “system” is not accidental here; the system is at the forefront of the system paradigm within which we work. And at the forefront of the concept of a system is a system-forming factor, discovered by academician Pyotr Kuzmich Anokhin in the theory of functional systems [5] and significantly revised by us for biomachsystems. Let us explain what we mean by a system paradigm. The easiest way to do this is by turning to the well-known set-theoretic paradigm in mathematics. This paradigm is personified by N. Bourbaki's multi-volume course, in which all mathematical concepts are reduced to the concept of sets and subsets. A function is represented by a set of pairs of points, integrals, matrices, sequences... everything is represented as sets. Moving on to the systems paradigm, we also say that everything that surrounds us is represented in the form of systems and their aggregates. Close to biomachsystems are ergatic “man-machine” systems. This is a huge field that also appears under the names of engineering psychology [6,7], human factors [8] and so on. However, it turned out that for agricultural systems the approach of ergatic systems [9] is insufficient, as well as the approach of the theory of functional systems. It turned out that an attempt to exclude living things from the biomachsystem does not allow the transition to an ergatic system, since the original system is completely destroyed. However, in order to prove that biomachsystems are a new, previously unexplored type of system, it was necessary to turn to very numerous system approaches, ranging from mathematical theories of systems, up to

system approaches of philosophy and general systems theory developed there. Mathematical theories of systems began from the time of Newton with the advent of dynamical systems. It can be considered that the huge area of mathematical theories of systems is crowned by the most general definition of a system given by Academician S.N. Vasiliev [10]. However, this definition is set-theoretic in nature and does not cover the categorical formalization of biomachsystems.

Of the numerous approaches to systems in the general theory of systems in philosophy, the most advanced is the approach of the ternary description language, developed by A.I. Uyomov and his colleagues [11]. A.I. Uyomov gave a definition of the system, which in his notation has the form of formulas

$$(iA)S = ([a(*iA)])t, (iA)S = t([(iA*)a])$$

and justified the inclusion of numerous existing definitions of the system under this definition, including the functional system of P.K. Anokhina. He relied on three dozen system approaches collected by Sadovsky [12], who developed the general theory of metasystems, but unfortunately did not complete his many years of research. Ambitious put forward by A.I. Uyomov's program is aimed at creating, on the basis of a ternary description language, a philosophical logic that would be capable, just like mathematical logic in mathematics, of moving from some true statements to justifying others. Although A.I. Uyomov gave a definition of the system, but did not have time to completely construct a ternary description language. In addition, his work contains gaps and errors that logicians pointed out. A number of gaps were filled in the works [13,14], which made it possible to strictly interpret the formulas for systems and make sure that the approach of A.I. Uyomova does not cover biomachsystems, and also does not cover the categorical formalization of the theory of functional systems.

A system-forming factor can be informally defined as a goal, a useful result, necessary for one reason or another, namely, a system-forming factor as a whole covers the concept of a system and the construction of a system proceeds from the whole to parts, while the system is built based on the system-forming factor. P.K. would need categorical language. Anokhin, if he had tried to formalize the theory of functional systems already, in the 1930s, when the theory of categories did not yet exist. It was created by Eilenberg and MacLane after the war [15].

It is worth noting that already a set of functional systems is a non-classical topos, as shown in [16]. The concept of a system-forming factor in the approach of P.K. Anokhin turned out to be insufficient for biomachsystems; being adequate for physiology, it could not cover non-living systems, in particular, machines from the biomachsystem "man - machine - living". An attempt to integrate a machine into a functional system diagram turned out to be inadequate; moreover, an intuitive consideration of physiological functional systems is clearly insufficient for

biomachsystems, where precise calculations for machines are needed, and not approximate recommendations, of which only the traditional theory of functional systems is capable. A key reason why functional systems have failed to describe human-machine interaction is that P.C. Anokhin did not find a system-forming factor for machines as systems, and considered inanimate objects not to be systems. However, for dynamic and other systems, a system-forming factor was found; it turned out to be Hamilton's principle of stationary action, transforming chaos into order. Thus, biomachsystems have a composite system-forming factor generated by the principle of survival for living beings and Hamilton's principle. In biomachsystems there is more than one living organism, and the principle of survival takes into account all living subsystems of the biomachsystem. Consideration of the constituent system-forming factors for biomachsystems has become one of the generalizations of the open system-forming factor in physiology.

Let us present an initial diagram of a biomachsystem that is sufficiently detailed to understand, which includes fragments of strong artificial intelligence for solvers, as well as a diagram of functional systems and a similar general diagram of biomachsystems.

Fig.2. Biomachsystem diagram

For a number of reasons, physiologists call the following scheme a functional system of a behavioral act; below we will briefly recall its description, including because it will be required in a similar scheme for a biomachsystem.

The implementation of the scheme begins with the occurrence of a need of the body that is not indicated on it, for example, blood thickens due to loss of fluid, say, due to hot weather. The corresponding receptors signal this to the brain, and motivation is formed, which in our example is called thirst. Motivation excites afferent synthesis, like a search in memory and the launch of other physiological tools for developing various ways to satisfy a need. The decision block is responsible for selecting one option from the found solution options. After this, two other blocks begin to form: the action result acceptor block, in which the parameters of the required result are entered, and the program block, in which the necessary actions are formed for the effectors to achieve the result.

Fig.3. Schematic diagram of the functional system

Effectors are put into action, which produces some result. Feedback (the work of the appropriate receptors) sends information (parameters) to the action result acceptor, where it is compared with the description of the required result. If the obtained parameters coincide with the planned ones, the need is satisfied and the functional system is disbanded; if there is no match, then the functional system is corrected taking into account the experience gained and the cycle is repeated the

required number of times until the required result is achieved.

It is not always possible to find the involved neurons and other parts of the functional system in the body and its nervous system and brain; nevertheless, the above diagram plays a crucial methodological role in physiology. An analogue of the functional system diagram is shown below in Fig. 4 is a diagram of the operation of the biomachsystem, which, due to the presence of two living subsystems, includes corresponding diagrams of functional systems that work in the same way as described above for a separate functional system. A detailed description of the operation of the biomachsystem is given in [17].

It is important to note that the concept of a system-forming factor is not used in other systems, except for functional systems, biomachsystems and their categorical generalization, called categorical systems. Essentially, this position also gives grounds to assert that biomachsystems are new types of systems that have not been previously considered, while we have already spoken about the difference between biomachsystems and functional systems.

Fig.4. Functional diagram of the biomachsystem

When classifying objects in mathematics, the emphasis is on invariants; if one or another invariant differs in two systems, then they cannot be isomorphic.

Such an invariant for systems is the number of subsystems of the first level; Figure 5 shows that systems according to M. Mesarovic [18], ergatic systems, biomachsystems, functional systems have a different specified invariant, this is another argument in favor of proving the difference between biomachsystems and other systems.

The question that biomachsystems are a new type of system is discussed in detail in our book “Fundamentals of the Theory of Biomachsystems,” which is in print.

One of the important applications of the theory of biomachsystems is to rethink the purpose of agricultural machines and radically revise the traditional approach to the design of agricultural machines and mechanisms.

Fig.5. Composite systems of the first level

Let us give an explanation of the diagram shown in Fig. 1 that reflects the above. 6. An agricultural machine in a biomachsystem is a subsystem that contributes to the achievement of the system-forming factor of the biomachsystem itself. This means, for example, that a tractor taken by itself is not an agricultural machine. Indeed, it can work at a construction site with a blade like a bulldozer, be used in military affairs, and so on. A tractor becomes an agricultural machine after connecting to it a harrow, a seeder and other working parts, with the help of which the tractor is included as an element of achieving a useful result in some biomachsystem. The usual goals of

agricultural production, such as harvesting and caring for animals, are system-forming factors of the corresponding biomachsystems.

Fig.6. Scheme of stages of designing an agricultural machine

In this case, the role of the machine turns out to be reduced to providing cultivated plants and productive animals with conditions for their cultivation and maintenance that meet the requirements described by the breeder in the variety or breed passport. Of course, the life cycle of a productive living creature, as a rule, requires not one, but many machines and mechanisms, therefore, as in the scheme of a biomachsystem, the term “machine” is a general one. When constructing them to samples adequate to system requirements, it is necessary to refer to the living genome. The machine, when operating in a biomachsystem, ensures the correct order of expression of the genes of the genome of a productive living creature created by the breeder. Here, the theory of biomachsystems involves algebraic biology to calculate and predict the phenotype of a living thing, as well as experimental and other results of the breeder’s work. As a result, the designer’s work should be based, which is not currently the case, on the developed solutions (see diagram in Fig. 6) that preceded the start of construction.

Currently, the design of agricultural machines and mechanisms is based on the position and developments of agricultural mechanics by V.P. Goryachkina.

However, over the course of many decades, this mechanics, in fact, turned into a section of theoretical mechanics and continuum mechanics, despite the fact that initially the founder of agricultural mechanics postulated a new science that could not be reduced to the traditional sections of mechanics. Starting, in fact, from scratch, more precisely, from the calculation of an ordinary hoe V.P. Goryachkin could not help but develop sections of theoretical mechanics as applications to agricultural machines. Installations V.P. Goryachkin, based on living organisms, cultivated plants and animals after his initial steps, were practically not further developed by his students and followers. The theory of biomachsystems returns and expands the nature of agricultural mechanics, requiring at one level to consider both the mechanical and biological and managerial qualities of the biomachsystem. Agricultural mechanics, in its original idea by its creator, is organically included in the theory of biomachsystems. One can even say that biomachsystems represent a modern version of agricultural mechanics.

The consideration of mechanical issues familiar to designers of agricultural machines must be refined to a new, revised approach to the design of agricultural machinery, as indicated above. In short, it is necessary to use new branches of mechanics called servo-coupled mechanics. Within the framework of this direction, methods have been developed for an adequate description of mechanical systems with the process of controlling them by control centers; such centers, in particular, are

built into biomachsystems, namely, these are control subsystems that interact from the side of the machine with productive living and human beings.

Here we are faced with fundamental problems, which their authors often avoid when presenting theoretical mechanics, the theory of machines and mechanisms in monographs and textbooks. The model of a wheel moving on a surface without slipping is one of the main ones in the theory of agricultural machines and mechanisms. However, since the time of Lagrange, the problem of violation of Hamilton's stationary action principle for systems with similar wheels that implement examples of essentially nonholonomic connections has been known [19]. From the point of view of systems theory, it is impossible to discard Hamilton's principle of stationary action, as is done in the mechanics of nonholonomic constraints, replacing it with the D'Alembert-Lagrange principle, which in such cases is not equivalent to Hamilton's principle of stationary action. The reason for the illegality of this approach is that Hamilton's principle of stationary action is included in the integral system-forming factor of the biomechanical system, and by excluding it from the system-forming factor we destroy the biomechanical system.

The emerging problem was solved by Academician V.V. Kozlov in the framework of the new mechanics he discovered, which he called vakonomic mechanics [19]. He proposed other than usual options for variation of paths and new axioms (determination of possible displacements, etc.), which made it possible to construct the principle of stationary action for nonholonomic mechanical systems. The equations of motion of vakonomic mechanics differ from similar equations obtained from the D'Alembert-Lagrange principle. Results V.V. Kozlov allow us to include the mechanics of nonholonomic connections in the category of systems with a system-forming factor according to P.K. Anokhin. Vaconomic mechanics was included in the theory of mechanics with servo-constraints [20,21], which was initiated by A. Bégen [22]. Biomechanical systems require mechanics with servo connections, which are controlled by a machine solver or an animal's brain. Thus, in a new approach to the design of agricultural machinery, it is necessary to use, in addition to conventional theoretical mechanics, also mechanics with servo connections.

Humans and higher mammals are biomechanical systems with a composite system-forming factor, and not simply functional systems, as they are considered in physiology and in the traditional theory of functional systems.

Thus, we examined the fundamental issues of biomachsystems and a radical revision of the purpose of agricultural machinery with its design, dictated by the theory of biomachsystems.

Of the sectoral structures in the country, agriculture, including rural society, is unique in terms of the variety of possibilities for applying the fundamental directions of this Congress both in systems theory, biology, and artificial intelligence applications. Here we have a territorial coverage of the entire country, a high-tech

industry, a machine-building industry, a significant part of society, united by a global system-forming factor that corresponds to the production of agricultural products and food security of the country. Thus, agricultural issues are an essential, and in some places, a key link in the scientific, technical and organizational core of the Congress. Let us emphasize that rural society, productive living things and agricultural machinery constitute a global biomachsystem. Here we have a field of application of systems theory that is practically important for the country, as one of the main directions of the Congress.

介紹

所有生物的生命三位一體都以營養為支撐點之一，而在人類社會中，正如我們所證實的那樣[1-4]，營養是由“人-機-生產性生活”的生物機器系統提供的。

圖。1。三元組圖。

國家的營養是由農業生產提供的，農業生產的成功運作也決定了國家的糧食安全。

「系統」這個詞在這裡並不是偶然的；系統處於我們工作的系統範式的最前沿。系統概念的最前沿是系統形成因素，它是由院士 Pyotr Kuzmich Anokhin 在功能係統理論中發現的 [5]，並由我們對生物機器系統進行了重大修改。讓我們解釋一下系統範式的含義。最簡單的方法是求助於數學中著名的集合論範式。N. Bourbaki 的多卷課程體現了這個範式，其中所有數學概念都被簡化為集合和子集的概念。函數由一組點對、積分、矩陣、序列表示……一切都表示為集合。轉向系統範式，我們也說我們周圍的一切都以系統及其聚合的形式表示。與生物機器系統接近的是不穩定的「人機」系統。這是一個巨大的領域，也以工程心理學[6,7]、人為因素[8]等名義出現。然而，事實證明，對於農業系統，能源效率系統[9]的方法以及功能係統理論的方法都是不夠的。事實證明，將生物排除在生物機器系統之外的嘗試不允許過渡到能動系統，因為原始系統已被完全破壞。然而，為了證明生物機器系統是一種新的、以前未探索過的系統類型，有必要轉向非常多的系統方法，從系統的數學理論，到哲學的系統方法和在那裡發展的一般系統理論。數學系統理論始於牛頓時代，伴隨著動力系統的出現，可以認為，數學系統理論的巨大領域是由 S.N. 院士給出的最普遍的系統定義所加冕的。瓦西里耶夫[10]。然而，這個定義本質上是集合論的，不涵蓋生物機器系統的分類形式化。

在哲學系統通論中的眾多系統方法中，最先進的是由 A.I. 開發的三元描述語言方法。烏約莫夫和他的同事[11]。人工智慧. 烏約莫夫給了系統的定義，在他的符號中具有公式的形式

$$(iA)S = ([a(*iA)])t, (iA)S = t([(iA*)a])$$

並證明了在該定義下包含許多現有系統定義的合理性，包括 P.K. 的功能係統。安諾基娜。他依賴薩多夫斯基[12]收集的三打系統方法，薩多夫斯基發展了元系統的一般理論，但不幸的是沒有完成他多年的研究。A.I.提出的雄心勃勃的目標。烏約莫夫的計劃旨在基於三元描述語言創建一種哲學邏輯，就像數學中的數理邏輯一樣，能夠從一些真實的陳述轉向證明其他陳述的合理性。雖然 A.I. 烏約莫夫給了系統的定義，但沒有時間完整建構三元描述語言。此外，他的作品還包含邏輯學家指出的空白和錯誤。這項工作填補了許多空白[13,14]，這使得嚴格解釋系統公式並確保人工智慧方法成為可能。Uyomova 不涵蓋生物機器系統，也不涵蓋功能係統理論的分類形式化。

系統形成因素可以被非正式地定義為一個目標、一個有用的結果、出於某種原因所必需的，即係統形成因素作為一個整體涵蓋了系統的概念，系統的構建是從整體出發的。系統是根據系統形成因素來建構的。P.K.需要明確的語言。

Anokhin，如果他在 20 世紀 30 年代就已經嘗試將功能係統理論形式化了，當時範疇論還不存在。它是由 Eilenberg 和 MacLane 在戰後創建的[15]。

值得注意的是，一組功能係統已經是一個非經典拓撲，如[16]所示。P.K 方法中系統形成因素的概念。事實證明，Anokhin 對於生物機器系統來說是不夠的；對於生理學來說，它是足夠的，但它不能涵蓋非生命系統，特別是來自生物機器系統「人-機器-生命」的機器。將機器整合到功能係統圖中的嘗試被證明是不夠的；此外，對生理功能係統的直觀考慮對於生物機器系統來說顯然是不夠的，因為生物機器系統需要對機器進行精確的計算，而不是近似的建議，其中只有傳統的功能係統理論是有能力的。功能係統無法描述人機互動的關鍵原因是 PC。阿諾金沒有找到機器作為系統的系統形成因素，並認為無生命的物體不是系統。然而，對於動態系統和其他系統，我們發現了一個系統形成因素；它被證明是漢密爾頓的平穩作用原理，將混沌轉化為有序。因此，生物機器系統具有由生物生存原理和漢密爾頓原理產生的複合系統形成因素。在生物機器系統中，存在不只一種生物體，生存原則考慮到生物機器系統的所有生命子系統。對生物機器系統組成系統形成因素的考慮已成為生理學中開放系統形成因素的概括之一。

讓我們展示一個足夠詳細、易於理解的生物機器系統的初始圖，其中包括用於求解器的強大人工智慧片段，以及功能係統圖和類似的生物機器系統通用圖。

圖。2。生物機系統圖

由於多種原因，生理學家將以下方案稱為行為行為的功能係統；下面我們將簡要回憶一下它的描述，包括因為生物機器系統的類似方案需要它。

該計劃的實施始於身體出現未在其上註明的需求，例如，由於天氣炎熱而導致液體流失而導致血液變稠。相應的受體向大腦發出信號，並形成動機，

在我們的例子中稱為口渴。動機會激發傳入合成，例如記憶搜尋和啟動其他生理工具來發展各種方法來滿足需求。決策區塊負責從找到的解決方案選項中選擇一個選項。此後，另外兩個區塊開始形成：動作結果接受器區塊，其中輸入所需結果的參數，以及程式區塊，其中為效應器形成必要的動作以實現結果。

圖。3。功能系統示意圖

效應器被投入行動，從而產生一些結果。回饋（適當接收器的工作）將資訊（參數）傳送到操作結果接收器，在那裡將其與所需結果的描述進行比較。如果獲得的參數與計劃的參數一致，則滿足需求，解散功能系統；如果不匹配，則根據獲得的經驗對功能系統進行修正，並重複循環所需的次數，直到達到了所需的結果。

並非總是能夠找到身體及其神經系統和大腦中所涉及的神經元和功能系統的其他部分；儘管如此，上圖在生理學中起著至關重要的方法論作用。功能系統圖的模擬如下圖 1 所示。圖 4 是生物機器系統的操作圖，由於存在兩個生命子系統，因此該生物機器系統包括以與上述獨立功能系統相同的方式工作的功能系統的對應圖。生物機器系統的操作的詳細描述在[17]中給出。

值得注意的是，除了功能系統、生物機器系統及其分類概括（稱為分類系統）之外，系統形成因素的概念並未在其他系統中使用。從本質上講，這個立場也有理由斷言生物機器系統是以前沒有考慮過的新型系統，而我們已經談到了生物機器系統和功能系統之間的區別。

圖 4. 生物機械系統功能圖

在數學中對物件進行分類時，重點是不變量；如果兩個系統中的一個或另一個不變量不同，那麼它們就不可能是同構的。

系統的這樣一個不變量是第一級子系統的數量；圖 5 顯示了根據 M. Mesarovic [18] 的系統，有效系統、生物機器系統、功能系統具有不同的指定不變量，這是支持的另一個論點證明生物機器系統與其他系統之間的差異。

生物機器系統是一種新型系統的問題在我們已出版的《生物機器系統理論基礎》一書中詳細討論。

生物機械系統理論的重要應用之一是重新思考農業機械的用途，並從根本上修改農業機械和機構的傳統設計方法。

圖 5。第一級複合系統

讓我們對反映上述情況的圖 1 所示的圖表進行解釋。 6.生物機器系統中

的農業機械是有助於實現生物機器系統本身的系統形成因素的子系統。例如，這意味著拖拉機本身就不是農業機械。確實，它可以像推土機一樣用刀片在建築工地工作，也可以用於軍事等等。拖拉機在連接了耙子、播種機和其他工作部件後就成為農業機械，在這些部件的幫助下，拖拉機被納入某些生物機械系統中，作為實現有用結果的元件。農業生產的通常目標，如收穫和飼養動物，是相應生物機器系統的系統形成因素。

圖6。 農業機械設計階段圖

在這種情況下，機器的作用被簡化為提供栽培植物和生產性動物的栽培和維護條件，以滿足育種者在品種或品種護照中描述的要求。當然，生產性生物的生命週期通常需要的不是一台機器和機構，而是許多機器和機構，因此，正如在生物機器系統的方案中一樣，「機器」一詞是通用的。當將它們建構成足以滿足系統要求的樣本時，有必要參考活體基因組。該機器在生物機器系統中運作時，可確保育種者創造的生產性生物的基因組基因的表達順序正確。

在這裡，生物機器系統的理論涉及代數生物學來計算和預測生物的表型，以及育種者工作的實驗和其他結果。因此，設計師的工作應該基於施工開始前開發的解決方案（見圖6），但目前並非如此。目前，農業機械和機構的設計是基於V.P.農業機械的地位和發展。戈里亞奇金娜。

然而，在幾十年的時間裡，這種力學實際上變成了理論力學和連續介質力學的一個部分，儘管農業力學的創始人最初假設了一門新的科學，不能簡化為傳統的力學部分。機械師。事實上，從頭開始，更準確地說，是從普通鋤頭副總裁的計算開始。戈里亞奇金情不自禁地發展了理論力學的某些部分，並將其應用於農業機械。安裝副總裁戈里亞奇金以生物體為基礎，在他最初的步驟之後培育了植物和動物，但他的學生和追隨者實際上沒有進一步發展。生物機器系統理論回歸並擴展了農業力學的本質，要求一個層面上考慮生物機器系統的機械特性、生物特性和管理特性。農業力學在其創造者的最初構想中，有機地包含在生物機器系統理論中。甚至可以說，生物機器系統代表了現代版的農業力學。

如上所述，必須對農業機械設計者熟悉的機械問題進行細化，以採用新的、修訂的農業機械設計方法。簡而言之，有必要使用稱為伺服耦合力學的新力學分支。在這個方向的框架內，已經開發了方法來充分描述機械系統以及控制中心控制它們的過程；特別是，這些中心被內置到生物機器系統中，即，這些是與控制中心相互作用的控制子系統。機器的一側具有生產力的生活和人類。

在這裡，我們面臨著一些基本問題，而這些問題的作者在專書和教科書中介紹理論力學、機器理論和機構時經常迴避這些問題。車輪在表面上移動而不打滑的模型是農業機械和機構理論中的主要模型之一。然而，自拉格朗日

時代以來，對於具有類似輪且實現本質上非完整連接範例的系統，違反漢密爾頓靜止作用原理的問題已經眾所周知[19]。從系統論的角度來看，不可能像非完整約束力學中那樣拋棄漢密爾頓的靜止作用原理，而代之以達朗貝爾-拉格朗日原理，在這種情況下，達朗貝爾-拉格朗日原理並不等於漢密爾頓的靜止作用原理。靜止動作原理。這種方法非法的原因在於，漢密爾頓的靜止作用原理包含在生物力學系統的整體系統形成因素中，如果將其排除在系統形成因素之外，我們就會破壞生物力學系統。

V.V. 院士解決了這個新出現的問題。科茲洛夫在他發現的新力學框架中，稱之為「vakonomicomics」[19]。他提出了不同於通常的路徑變化選項和新公理（確定可能的位移等），這使得構建非完整機械系統的靜止作用原理成為可能。人體力學的運動方程式與根據達朗貝爾-拉格朗日原理獲得的類似方程式不同。結果 V.V. 根據 P.K. Kozlov，我們可以將非完整連接機制納入具有系統形成因素的系統類別中。阿諾金。真空力學被納入由 A. Bégen [22] 發起的伺服約束力學理論 [20,21]。生物力學系統需要具有伺服連接的機械裝置，這些連接由機器解算器或動物的大腦控制。因此，在農業機械設計的新方法中，除了傳統的理論力學之外，還需要使用具有伺服連接的力學。

人類和高等哺乳動物是具有複合系統形成因素的生物力學系統，而不是生理學和傳統功能係統理論所認為的簡單功能係統。

因此，我們研究了生物機器系統的基本問題，並根據生物機器系統理論對農業機械的目的及其設計進行了徹底的修改。

在該國的部門結構中，農業（包括農村社會）在系統理論、生物學和人工智慧應用方面應用本次大會基本方向的各種可能性方面是獨一無二的。在這裡，我們擁有涵蓋整個國家的領土、高科技產業、機械製造工業、社會的重要組成部分，並由與農產品生產和糧食安全相對應的全球體系形成因素結合在一起。國家。因此，農業議題是大會科學、技術和組織核心的重要環節，在某些地方甚至是關鍵環節。我們強調，鄉村社會、生產生物和農業機械構成了全球生物機器系統。這裡我們有一個對國家具有實際意義的系統論應用領域，作為大會的主要方向之一。

Литература

References

參考書目

1. Черноиванов В.И. Биомашсистемы: возникновение, развитие и перспективы, Биомашсистемы, 2017, т.1, №1, С.7-58.
2. Черноиванов В.И., Савченкова И.П., Толоконников Г.К. Парадигма биомашсистем, Вестник ВНИИМЖ, 2016, №2 (22), С. 56-61.
3. Биомашсистемы. Теория и приложения, под ред. Черноиванова В.И., - М.: Росинформагротех, 2016, том 1, - 227 с. том 2 -213 с.

4. Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Системный подход для агропромышленного комплекса, Техника и оборуд. для села, 2021, № 12, С. 2-6.
5. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем, Принципы системной организации функций. М., Наука, 1973, С. 5-61.
6. Ломов Б. Ф. Человек и техника: Очерки инженерной психологии. М.: Радио и связь, 1966. 464 с.
7. Сергеев С.Ф. Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред. СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2011. 258 с.
8. Человеческий фактор, под ред. Г.Салвенди. М., Мир, 1991. Т.1-6.
9. Карташов Л.П., Соловьев С.А. Повышение надежности системы «человек-машина-животное». Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 275 с.
10. Матросов В.М., Анапольский Л.Ю., Васильев С.Н. Метод сравнения в математической теории систем, Новосибирск, Наука, 1980. 480 с.
11. Уёмов А.И. Системный подход и общая теория систем. М., Мысль, 1978.
12. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М., Наука, 1974.
13. Tolokonnikov, G.K. A Version of the Ternary Description Language with an Interpretation for Comparing the Systems Described in it with Categorical Systems. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Springer, 2023, vol. 180, P. 261-270.
14. Tolokonnikov, G.K. Ternary Description Language and Categorical Systems Theory. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Springer, 2023, vol. 181. P. 382-390.
15. Mac Lane S. Categories for the Working Mathematician, Springer, Berlin, 2013.
16. Толоконников Г.К. Неформальная категорная теория систем, Биомашсистемы, т. 2, № 4, 2018, С.41-144.
17. Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Функциональная схема биомашсистемы, Техника и оборудование для села, 2022, №10, С. 2-5.
18. Месарович М., Такахара И. Общая теория систем: математические основы. М., Мир, 1978, 311с.
19. Арнольд В.И., Козлов В.В., Нейштадт А.И. Математические аспекты классической и небесной механики, М., УРСС, 2016, 416 с.
20. Козлов В.В. Принципы динамики и сервосвязи, Вестн. Моск.унив., матем., механ., 1989, №5 , С.59-66,
21. Козлов В.В. Динамика систем с сервосвязями. II, Нелинейная динам., 2015, т. 11, № 3, С. 579–611.
22. Беген А. Теория гироскопических компасов Аншютца и Сперри и общая теория систем с сервосвязями. М., 1967.