

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 02 Volume: 94

Published: 18.02.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



B.M. Azimov

Scientific and Innovative Center of Information and Communication Technologies
at the Tashkent University of Information Technologies
Tashkent, Uzbekistan
informatika-energetika@mail.ru

Dilfuza Kodirovna Yakubjanova

Samarkand Branch of Tashkent University of Information Technologies
Samarkand, Uzbekistan
dilya55575@mail.ru

Z.I. Axmedjanova

Samarkand Branch of Tashkent University of Information Technologies
Samarkand, Uzbekistan
zarrina92@inbox.ru

FORMATION OF A HIERARCHICAL STRUCTURE OF MODELING SYSTEMS FOR EVALUATING CONTROL PROCESSES OF MACHINE TESTING SYSTEMS

Abstract: The paper studies and presents the construction of the general structure of the control processes of cotton harvesters (CHM) with mounted systems. On the basis of the IDEF methodology, a functional control unit for the operation of the CHM with a hinged system is built. The process of functioning of the CHM is displayed in the form of a functional block that converts inputs into outputs under the influence of control actions and the necessary resources. At the same time, the role of the decision-maker (LPR) is to ensure the implementation of the research process by selecting and changing the source information, operating modes, as well as analyzing the state of the parameters of the control object. Taking into account the above, we can say that the work solves the actual problem of forming a hierarchical structure of modeling systems for evaluating management processes based on the IDEF methodology.

Key words: system approach, management, IDEF methodology, modeling, functioning, cotton harvesting machine.

Language: Russian

Citation: Azimov, B. M., Yakubjanova, D. K., & Axmedjanova, Z. I. (2021). Formation of a hierarchical structure of modeling systems for evaluating control processes of machine testing systems. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 02 (94), 235-241.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-02-94-51> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.02.94.51>

Scopus ASCC: 2200.

ФОРМИРОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Аннотация: В работе изучены и представлены построение общей структуры процессов управления хлопкоуборочных машин с навесными системами. На базе методологии IDEF построен функциональный блок управления функционированием ХУМ с навесной системой. Процесс функционирования ХУМ отображается в виде функционального блока, преобразующего входы в выходы под действием управляющих воздействий и необходимых ресурсов. При этом роль лица принимающего решение (ЛПР) заключается в

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

обеспечении реализации процесса исследования посредством выбора и изменения исходной информации, режимов функционирования, а также анализа состояния параметров объекта управления. Учитывая выше изложенного можно сказать, что в работе решается актуальная задача формирования иерархической структуры систем моделирования по оценке процессов управления на базе методологии IDEF.

Ключевые слова: системный подход, управление, IDEF методология, моделирование, функционирование, хлопкоуборочная машина.

Введение

В современной системе мониторинга и диагностики в сфере машиностроения задача по формированию и формализации иерархической структуры систем моделирования, способных оценить параметры машинно-тракторных агрегатов с навесными системами, которые качественно влияют на их работу, выглядит сложной. Построение подобных систем требует, прежде всего, разработки структуры, которая будет включать в себя функциональные блоки моделирования, оценки состояний, а также алгоритмы управления параметрами этих машин [1,2].

Решение названной выше задачи подразумевает системный подход с комплексной оценкой состояния объектов, а также процессов. Системность подхода позволит рационально декомпозировать задачи по исследованию, управлению, поиску и принятию оптимальных решений [1,5].

Наибольшую эффективность здесь может дать использование современной методологии графического и информационного моделирования IDEF (от англ. Integration Definition for Function Modelling). Она призвана усовершенствовать способы анализа, моделирования, а также алгоритмизации процессов диагностирования, оценки состояния, управления, передачи информации, чтобы в итоге повысить продуктивность проектирования машиноиспытательных систем.

Названная методология представляет собой совокупность методов, правил, процедур, которые позволяют построить для объекта функциональную модель, и может применяться в различных предметных областях. Выбрав модель SADT, можно отобразить функциональную структуру диагностирования достаточно сложных технических систем и управления, и производства.

Как определено техническим заданием, подобные системы всегда позволяют провести предварительное проектное исследование, проанализировать работу сложных технических систем на разных уровнях процесса проектирования этих систем. Результат исследования - экспертное заключение с рекомендациями для устранения недоработок.

Можно назвать три главные идеи из [3], составляющие основу методологии стандарта IDEF:

1) разделение изучаемого процесса на несколько функциональных блоков, или

подпроцессов по выделяемым принципам («определенность», «единственность» и пр.);

2) выстраивание иерархических структур, чтобы детализировать рассматриваемые процессы до уровней в соответствии с целями моделирования;

3) применение для наглядности модели графических нотаций, дополненных текстовыми пояснениями.

На базе проведенных исследований оценено, что основным преимуществом IDEF методологии является структурирование изображения функции производственной системы, информации и объектов, связывающих эти функции. Для построения модели использован метод декомпозиции от крупных структур к более простым — конкретным. При этом учтены три основных принципа, которые при моделировании процессов оказываются существенны [1,2]:

- принцип контекстной диаграммы. Когда моделирование процесса только начинается, создается контекстная диаграмма. Она показывает лишь один блок. Этот блок - главная функция системы. Такая диаграмма позволяет «зафиксировать» границы главной функции, увидеть, каким образом выстраивается взаимодействие системы окружающими ее элементами. Достигнуть этого позволяет описание дуг, которые соединены с блоком, который показывает главную функцию. Важно, чтобы функциональная модель затрагивала полный спектр стадий жизненного цикла, которые имеют отношение к работе сложных технических систем;

- принцип функциональной декомпозиции. При таком способе моделирования типовой ситуации каждое действие или функция можно поделить (декомпозировать) на несколько более простых действий или функций. Тогда сложная система предстает как совокупности простейших функций. Данный подход требует, чтобы модель включала все процессы, все элементы данных конечного продукта. Функциональная модель должна содержать взаимосвязанные декомпозиции процессов, такие как модель функционирования, энергетического состояния и управления сложными техническими системами в процессе диагностирования;

- принцип ограничения сложности. Диаграммы во время работы с IDEF0 должны быть понятными и удобными. Принципом ограничения сложности ограничивается число блоков, отражаемых на диаграмме. Минимальное

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

количество — два, максимальное — шесть. Чтобы функциональная модель соответствовала названным выше требованиям, ее построение должно идти как создание модели состояния процесса.

Construction of mathematical models of complex objects, diagnostics and design are associated, in many ways, with the qualification and erudition of the researcher or the person making the decision. At present engineering models, do not describe the real dynamic processes that occur when machines operate. The real dynamic processes with which an engineer or designer deals are very complex, and they are difficult to analyze in full extent. The whole complexity lies in the fact that to obtain a solution, the model must be simple enough and at the same time it should reflect the essence of the problem, so that the results obtained would have a real physical meaning [2-7].

I. Постановка задачи

При применении методологий IDEF можно увидеть основные стороны работы системы, они обеспечивают такую степень детализации, которая нужна, чтобы четко понять и проанализировать ее структуру и работу [3].

Как определяет технология функционального моделирования IDEF0, процесс, который подлежит анализу, должен представляться как совокупность большого числа взаимосвязанных действий либо работ (англ. Activities). Они взаимодействуют друг с другом через заданные «управления» (англ. Control). При этом учитываются ресурсы, которые потребляются в процессе этого взаимодействия: человеческие, информационные, производственные (англ. Mechanism), которые имеют четко заданный вход (англ. Input), и столь же четко заданный выход (англ. Output).

Создав модель системы, можно дать ответ на ряд вопросов:

- Какова структура разрабатываемой системы?
- Каковы функции присутствующих в системе компонентов?
- Как эти компоненты взаимодействуют друг с другом?
- Какие данные будут использованы каждым компонентом?

Здесь, формируемая модель будет охватывать только аналитико-прогностическую часть системы поддержки управления. Среда, в которой она будет работать и средства, которыми будет осуществляться передача данных, на настоящий момент не рассматриваются. Глубину детализации следует ограничить рассмотрением принципов и порядка функционирования компонентов системы и связями между компонентами, не спускаясь до моделирования конкретной реализации компонентов.

При использовании методологии IDEF прежде, чем начать моделирование, следует совами описать проектируемую систему.

Чтобы проводить мониторинга протекания технологического процесса, упреждающего управления им, моделируемой системой реализуются определенные этапы:

1. Регулярный запрос в базу данных простых параметров, чтобы выбрать из базы группы параметров, которые соответствуют исследуемым комплексным параметрам;
2. Определение аналитической функции, которая соответствует исследуемому комплексному параметру, прогнозируя на ее основе последующее течение технологического процесса;
3. Подготовка решения, основанного на сделанном прогнозе, в виде управляющей команды или сообщения оператору о том, что ему следует вмешаться в протекающий процесс.

Декомпозиция контекстного блока позволяет:

- Определить и вычислить аналитическую функцию, которая позволяет выявить зависимость между исследуемым комплексным параметром и различными входными параметрами конкретного технологического процесса, подставить в эту функцию входные значения параметров, рассчитать значения функции в конкретный момент времени.
- Сделать прогноз — основываясь на значении аналитической функции спрогнозировать изменение исследуемого комплексного параметра либо параметров технологического процесса, зависящих от него.
- Принять решение — основываясь на полученном прогнозе, принять решение о направлении управляющих команд, призванных скорректировать течение технологического процесса. В дальнейшем будем продолжать декомпозицию всех действий, пока не удастся достичь цели моделирования.

Для осуществления действия «принятия решения» нужно выполнить несколько шагов:

- направить запрос к базе знаний решений.
- проверить результат запроса.
- если результата нет, выполнить отправку сигнала оператору.
- если результат запроса содержит решение, произвести отправку управляющей команды.

Следующая важная для реализации системы задача - выявление зависимостей, которые существуют между различными элементами производственного процесса, создание базы данных аналитических функций, а также предельных параметров их значений.

II. Методы решения задачи

На базе проведенных анализов технологии моделирования на основе методологии IDEF, процесс исследования функционирования ХУМ отображается в виде функционального блока,

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

преобразующего входы в выходы под действием управляющих воздействий и необходимых ресурсов [4].

На рисунке 1 представлен общий функциональный блок процессов исследования ХУМ начального уровня (уровня А0).

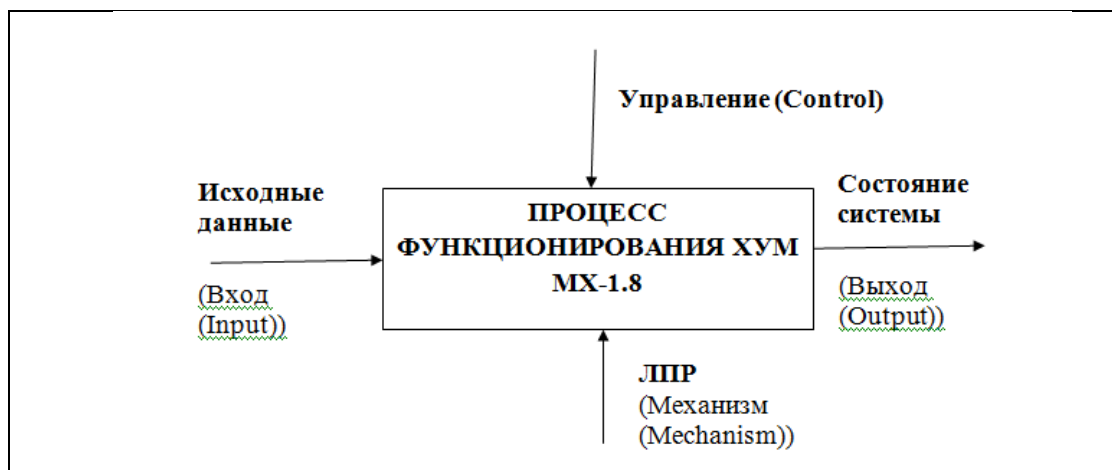


Рис. 1. Функциональный блок функционирования ХУМ MX-1.8

Функциональный блок графически изображается в виде прямоугольника и олицетворяет собой некоторую конкретную функцию в рамках рассматриваемой системы исследования. Каждая из четырех сторон функционального блока имеет своё определенное значение (роль), при этом:

- верхняя сторона имеет значение «Управление» (Control), стрелки сверху означают, что данный процесс выполняется на основании условий и критерий функционирования;

- левая сторона имеет значение «Вход» (Input, стрелки слева)- исходные данные объекта управления. Входными параметрами являются:

- b_i , c_i – коэффициенты вязкого сопротивления и жесткости шины колеса машины, вала качалок механизма навески уборочных аппаратов;

- m_i – распределенная масса по опорам машины и механизма навески уборочных аппаратов;

- h_n – высота неровности дороги;

- $F_{ци}$ – усилие в гидроцилиндре механизма навески уборочных аппаратов;

- l_1, l_2, l_3, l_4 и l_5 – расстояния между опорами и неровностями;

- l_6 и l_7 – длины рычагов гидроцилиндра и навески уборочных аппаратов;

- $j_{ци}$ и $j_{вк}$ – моменты инерции рычагов соединения гидроцилиндра и навески уборочных аппаратов;

- правая сторона имеет значение «Выход» (Output), стрелки справа – представляют

состояние параметров технологических машин и систем. Выходными параметрами являются:

- $\dot{x}_i, \ddot{x}_i, \dot{y}_i, \ddot{y}_i$ – линейные скорости и

ускорения передних и задних колес машины, рычагов гидроцилиндра и вала качалок механизма навески аппаратов;

- $\dot{\phi}_i$ и $\ddot{\phi}_i$ – угловые скорости и ускорение крутильных колебаний рычага гидроцилиндра и вала качалок;

- F_x, F_y , и $F_{ци}$ – тяговые усилия машины

для горизонтальных и вертикальных колебаний и усилие в гидроцилиндре навесной системы уборочных аппаратов;

- нижняя сторона имеет значение «Механизм» (Mechanism), стрелки снизу – описываются ресурсы, которые используются в функциональном блоке исполнения процесса. Посредством ЛПР реализуется процесс исследования и обеспечиваются условия исследования, организуется выбор комплекса технических средств (КТС) и др.

На основе построенного функционального блока, управление функционированием технологических машин и систем состоит в определении управляющей функции, с помощью которой выполняются условия исследования объекта управления. При этом роль лица принимающего решение (ЛПР) заключается в обеспечении реализации процесса исследования посредством выбора и изменения исходной информации, режимов функционирования, а также анализа состояния параметров объекта управления.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Таким образом, функциональный блок А0 является самым общим и абстрактным описанием процесса исследования. Следующим шагом в построении функциональной модели процесса исследования является декомпозиция А0-уровня, после чего образуются три функциональных блока: А1, А2, А3 [4].

На рисунке 2 представлена декомпозиция функционального блока А0 для математического моделирования процессов функционирования ХУМ МХ-1.8. Данная декомпозиция отражает иерархическую структуру моделирования и стратегию исследования процессов функционирования ХУМ МХ-1.8 с помощью адекватных моделей и инструментов анализа, отвечающих принятым критериям.

Как видно из рисунка 2, три дуги – «База существующих математических и физических

моделей», «База математического обеспечения и ИИС» и «Критерии» носят обеспечивающий характер для исследования процессов функционирования ХУМ МХ-1.8.

С помощью активизации этих дуг анализируются существующие аппараты формализации и методы исследования, позволяющие перейти от простого к совершенным системам исследования процессов функционирования ХУМ МХ-1.8.

«База аппаратов формализации и существующих математических и физических моделей» – это накопленное определенное количество работ, соответствующей области исследования. Дополняется новыми информационными технологиями, которые являются составной частью разрабатываемой системы.

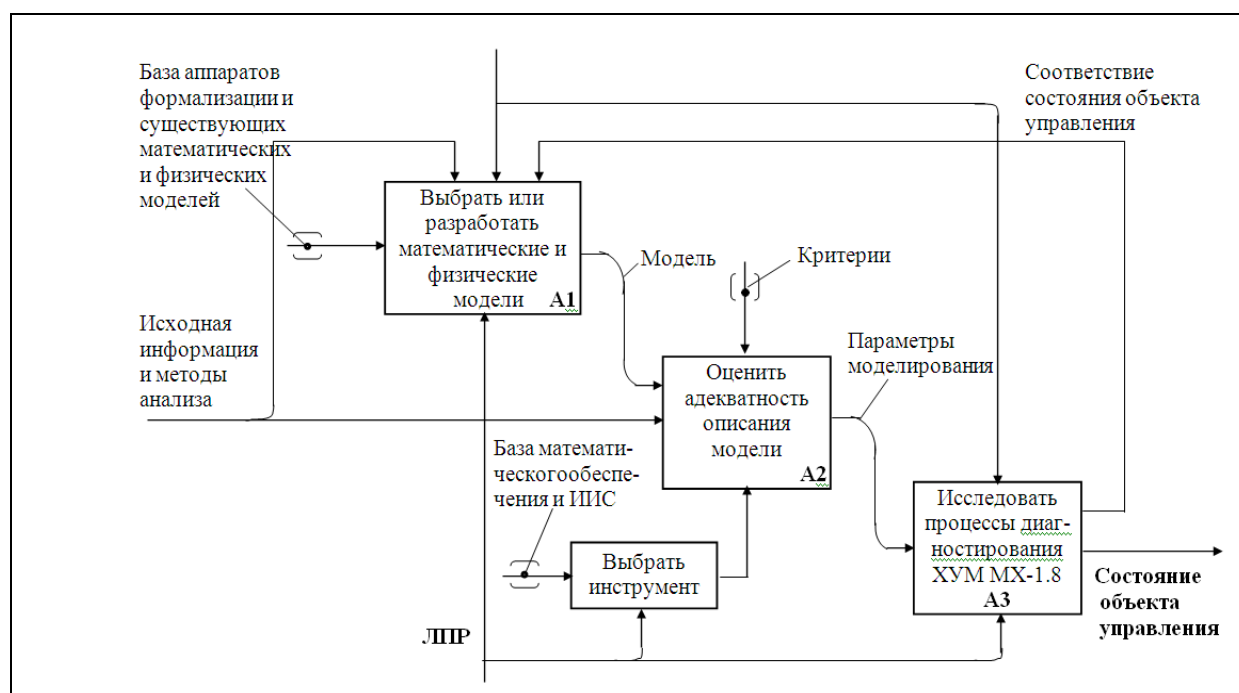


Рис.2. Декомпозиция функционального блока (А0) процесса функционирования ХУМ МХ-1.8

«База математического обеспечения и ИИС» – совокупность математических и вычислительных методов, математических моделей и алгоритмов исследования, а также средств информационно-измерительных систем. ИИС это система датчиков, преобразователей, каналов передачи и других средств, поставляющих данные о ходе эксперимента, необходимые для выполнения процессов исследования ХУМ МХ-1.8 и представленные в заданной форме.

«Критерии» – оценка степени соответствия этих моделей исходным данным и анализу

информации в соответствии с требованиями поставленных задач исследования машин.

Активизация указанных дуг зависит от взаимодействия ЛПР с модулями функциональных блоков исследования процессов функционирования, обеспечивающими контроль над данными дугами.

III. Выводы

Такая декомпозиция предусматривает расчленение ряда взаимодействующих подсистем в виде математических описаний, управления и оптимизации.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

На основе анализа функциональной структуры системы задача моделирования процессов исследования разделяется на соответствующие модули функциональных

блоков А11, А12, А13. Исходя из вышесказанного, декомпозиции функциональных блоков А1, А2, А3 имеют вид, показанный на рисунке 3.

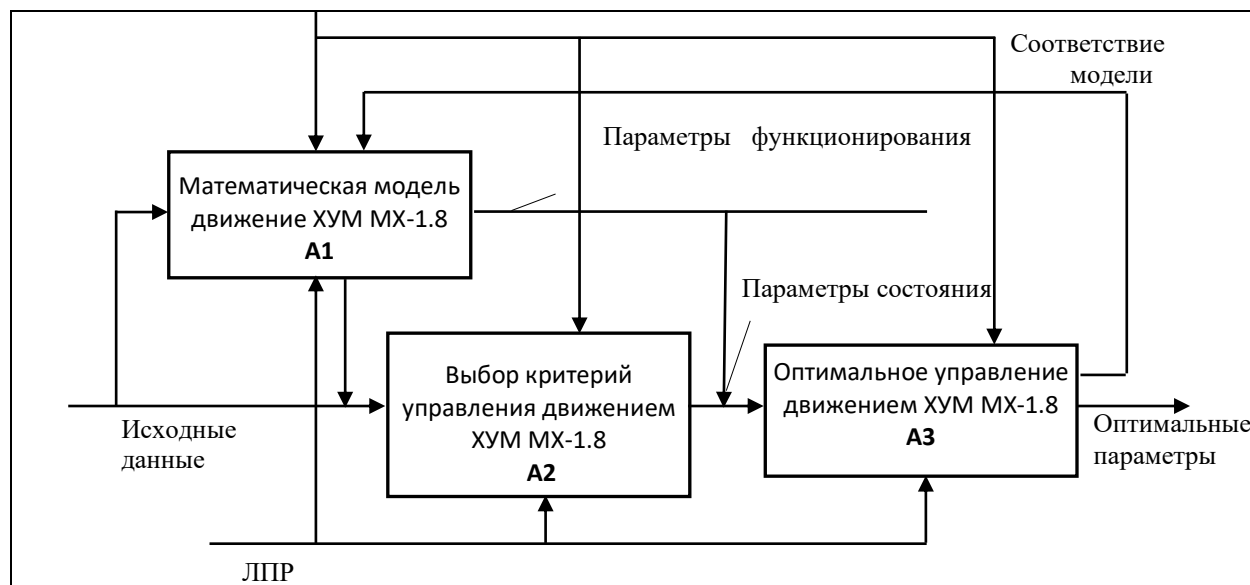


Рис. 3. Функциональные блоки А1, А2, А3 для математического моделирования и управления ХУМ МХ-1.8

При решении задачи выбираем условия движения хлопкоуборочной машины МХ-1.8 для моделирования и управления, которые представляем в виде блоков с соответствующими функциональными модулями, организующими исследование объекта управления.

Зная параметры функционирования объекта управления, ЛПП определяет последующие действия.

References:

1. Afanas`ev, V.N., Kolmanovskij, V.B., & Nosov, V.R. (2003). *Matematicheskaja teorija konstruirovaniya sistem upravlenija*. (pp.162-163). Moscow: Vyssh.shk..
2. Azimov, B. M., & Jakubzhanova, D. K. (n.d.). *Konceptual`nye osobennosti osnov optimal'nogo upravlenija mashinno-traktornymi agregatami*. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Topical researches of the World Science" (June 28, 2017, Dubai, UAE). "WORLD SCIENCE" № 7(23), Vol.2, July 2017. PP. 21-24.
3. Anur`ev, V.I. (2001). *Spravochnik konstruktora-mashinostroitelja*. (p.920). Moscow: Mashinostroenie, T.1.
4. Vernikov, G. (n.d.). *Osnovnye metodologii obsledovaniya organizacij*. StandartIDEF0.
5. Kur`jan, A.G., & Serenkov, P.S. (n.d.). *Opisanie processov v ramkah sistem menedzhmenta kachestva na osnove metodologii funkcional`nogo modelirovaniya IDEF0*.
6. Cheremnyh, S.V., Semenov, I.O., & Ruskin, V.S. (2006). *Modelirovanie i analiz sistem. IDEF-tehnologii: praktikum*. (p.192). Moscow: Finansy i statistika.
7. Salihov, Z.M., Azimov, B.M., Ruziev, D., Mamirov, U.H., & Jakubzhanova, D.K. (2011). *Postroenie funkcional`nyh modulej upravlenija mashinoispyatel`nymi sistemami. Sovremennoe sostojanie perspektivy razvitija informacionnyh*

Impact Factor:	ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

- tehnologij*: Dokl. Resp. nauchno-tehnicheskoy konferencii, (pp.197-200). Tashkent.
8. (1994). *IDEF Methodologies Industrial Engineering Intelligent Systems Laboratory*, Department of Industrial Engineering The University of Iowa.
 9. Gus'kov, V.V., et al. (1988). *Traktory: Teorija*. (pp.33-35). Moscow: Mashinostroenie.
 10. Gromov, Jy.Jy., Zemskoj, N.A., Lagutin, A.V., Ivanova, O.G., & Tutunnik, V.M. (2004). *Special'nye razdely teorii upravlenija. Optimal'noe upravlenie dinamicheskimi sistemami*: Ucheb.posobie. (p.108). Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tehn. un-ta.