INTERNATIONAL JOURNAL OF TECHNOLOGY AND ACADEMIC RESEARCH

ISSN: 2224-6878 | Pakistan Volume 6, No. 10.

IF: 14.91 | 2026 http://waerasia.org/index.php/ijtar

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ВОЕННЫХ РОБОТОВ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

РАМОНОВА С.К.
Доцент кафедры перспективных военных технологий,
Институт сухопутных войск.
doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.23491067

Аннотация. В статье исследуется проблема технологического синтеза систем управления исполнительными движениями военных роботов. Основная идея исследования заключается в формировании функциональных возможностей робота, системы управления, исполнительных механизмов и алгоритмов управления как единой технологической системы. Предложенный подход позволяет рассматривать процесс управления исполнительными движениями робота с учётом взаимосвязи его конструктивных, функциональных и алгоритмических компонентов.
Ключевые слова: военный робот, робототехника, мехатроника, система управления, исполнительный механизм, актуатор, алгоритм управления, технологический синтез, адаптивное управление, эффективность, обратная связь.

Abstract. The article investigates the problem of technological synthesis of control systems for the executive motions of military robots. The main idea of the study is to form the robot's functional capabilities, control system, executive mechanisms, and control algorithms as an integrated technological system. The proposed approach makes it possible to consider the process of controlling the executive motions of a robot while taking into account the interrelation of its structural, functional, and algorithmic components.
Keywords: military robot, robotics, mechatronics, control system, executive mechanism, actuator, control algorithm, technological synthesis, adaptive control, efficiency, feedback.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современных робототехнических систем способствует автоматизации сложных технологических процессов, снижению участия человека и расширению функциональных возможностей дистанционно управляемых технических средств. Робототехнические системы рассматриваются как сложные мехатронные системы, основанные на интеграции механических, электронных, информационных и программных компонентов.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Узбекистане также проводятся научные и образовательные исследования по развитию робототехники и автоматизированных систем управления. В учебном пособии Х.Н. Назарова и Р.С. Хикматова «Робототехнические системы и комплексы» освещены вопросы строения роботов, основные элементы робототехнических систем, методы

ISSN: 2224-6878 | Pakistan Volume 6, No. 10.

IF: 14.91 | 2026 http://waerasia.org/index.php/ijtar

управления, а также области применения робототехнических комплексов. Кроме того, в исследованиях О.О. Зарипова и Д.У. Севиновой рассмотрены вопросы адаптивного циклического управления промышленным роботом-манипулятором, последовательности движений звеньев манипулятора и управления позиционной траекторией.

Еще одним важным направлением в области робототехники является интеграция механических, электронных и программных компонентов. В работе Е. Умирова 2026 года проанализировано влияние датчиков, актуаторов, микропроцессорных устройств управления и систем обратной связи на точность движения в мехатронных робототехнических системах.

В связи с этим важной научной задачей является не только совершенствование конструктивного устройства робота, но и синтез его системы управления и исполнительных механизмов во взаимосвязи.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящем исследовании основное внимание уделяется следующей структуре:

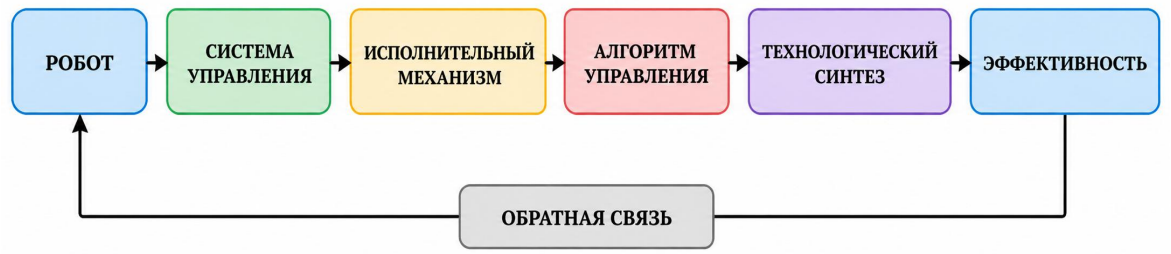


Рис. 1. Концептуальная структура технологического синтеза систем управления исполнительными движениями военных роботов

Анализ исследований узбекских ученых в области робототехники показывает, что в стране проводятся научные исследования по вопросам конструктивного устройства роботов, систем управления, манипуляторов, датчиков и интеллектуального управления.

В работах Х.Н. Назарова и Р.С. Хикматова системно освещены вопросы структуры робототехнических систем и комплексов, методы управления, а также практические области их применения.

Предложенный О.О. Зариповым и Д.У. Севиновой подход к адаптивному циклическому управлению близок к задаче управления позиционно-траекторными движениями робота-манипулятора и может рассматриваться в настоящей статье как одна из методологических основ разрабатываемого алгоритма управления.

В исследованиях А.А. Эгамбердиева и Ш.С. Джураева проанализированы вопросы управления роботизированными манипуляторами на основе нечеткой логики. Это показывает необходимость рассмотрения в процессе технологического синтеза наряду с классическими алгоритмами управления также адаптивных и интеллектуальных методов управления.

ISSN: 2224-6878 | Pakistan Volume 6, No. 10.

IF: 14.91 | 2026 http://waerasia.org/index.php/ijtar

В исследованиях Е. Умирова показано влияние датчиков, актуаторов, микропроцессорного управления и систем обратной связи на точность движения робота.

Таким образом, если существующие исследования в основном направлены на совершенствование отдельных компонентов робототехнической системы, то в настоящей статье предлагается объединить функциональную задачу робота → систему управления → исполнительный механизм → алгоритм управления → технологический синтез → эффективность в единую методологическую модель.

Данная последовательность позволяет рассматривать как единую систему весь процесс — от исходной функциональной задачи робототехнической системы до конечного показателя эффективности.



Рис. 2. Внешний вид военного робота

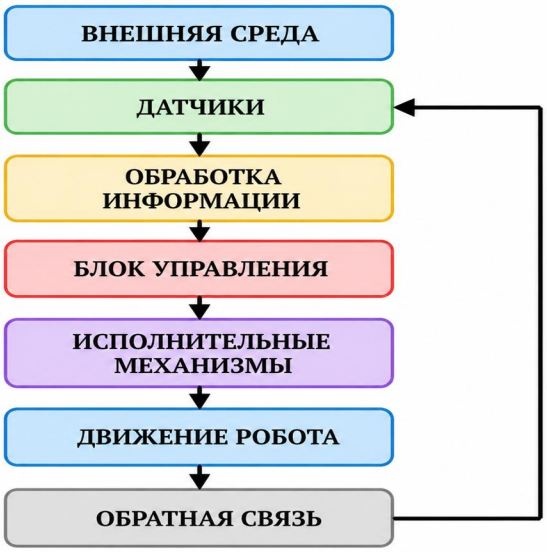
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА РОБОТА

Робота можно рассматривать как сложную техническую систему, осуществляющую обмен информацией и энергией с внешней средой.

Общая функциональная структура робота имеет следующий вид:

ISSN: 2224-6878 | Pakistan Volume 6, No. 10.

IF: 14.91 | 2026 http://waerasia.org/index.php/ijtar



Качественное осуществление процесса управления в робототехнических системах зависит от точности информации, получаемой от датчиков, и возможностей алгоритма управления по обработке этой информации.

Основные функциональные элементы робота можно разделить на следующие группы:

механическая система;

сенсорная система;

устройство управления;

исполнительные механизмы;

программное обеспечение;

средства связи и информационного обмена;

система обратной связи.

Каждый элемент робота вносит свой вклад в общий процесс управления.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Основная задача системы управления робота заключается в определении разности между требуемым и фактическим состояниями робота и формировании управляющего сигнала, направленного на уменьшение этой разности.

В общем случае ошибка:

$$e(t) = r(t) - y(t) \qquad (1)$$

выражается в следующем виде.

Здесь:

r(t) — требуемое состояние;

y(t) — фактическое состояние робота;

e(t) — ошибка управления.

Система управления обрабатывает данную ошибку и формирует управляющий сигнал, передаваемый исполнительному механизму:

$$u(t) = F[e(t)] \qquad (2)$$

Таким образом, основная функциональная цепочка системы управления:

ISSN: 2224-6878 | Pakistan Volume 6, No. 10.

IF: 14.91 | 2026 http://waerasia.org/index.php/ijtar

Полученный посредством обратной связи результат снова передается в систему управления. В результате формируется замкнутый контур управления.

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ИХ РОЛЬ



В УПРАВЛЕНИИ

Исполнительный механизм является техническим элементом, преобразующим управляющий сигнал в физическое движение.

В робототехнических системах в качестве исполнительных механизмов могут использоваться различные электроприводы, сервоприводы и другие актуаторы.

Их основная задача заключается в приведении соответствующего механического элемента робота в движение в соответствии с сигналом, поступающим от системы управления.

Общая структура исполнительной системы:

Управляющий сигнал → актуатор → механическая передача → рабочий орган → реальное движение.

Следующие параметры исполнительного механизма непосредственно влияют на эффективность системы управления:

точность движения;

время отклика;

максимальная скорость;

грузоподъёмность;

энергопотребление;

механическая устойчивость;

характеристика реакции на управляющий сигнал.

Поэтому выбор актуатора независимо от системы управления не является целесообразным.

Основное преимущество данного алгоритма заключается в том, что движение робота управляется не только на основе заранее заданной команды, но и с учётом информации о его реальном состоянии.

ISSN: 2224-6878 | Pakistan Volume 6, No. 10.

IF: 14.91 | 2026 http://waerasia.org/index.php/ijtar

В работах О.О. Зарипова и Д.У. Севиновой также исследованы адаптивный алгоритм циклического управления промышленными роботами-манипуляторами и вопросы управления позиционными движениями рабочего органа манипулятора.

Кроме того, узбекские исследователи А.А. Эгамбердиев и Ш.С. Джураев сравнили нечеткое управление роботизированными манипуляторами с PID-управлением и изучили вопросы отслеживания траектории и адаптации к внешним воздействиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования обоснована необходимость взаимосвязанного рассмотрения конструктивных возможностей робота, системы управления, исполнительных механизмов и алгоритмического обеспечения при формировании систем управления исполнительными движениями военных роботов.

Структура «Робот → система управления → исполнительный механизм → алгоритм управления → технологический синтез → эффективность» может служить последовательной методологической основой проектирования робототехнической системы.

В предложенном алгоритме технологического синтеза взаимосвязаны этапы определения функциональной задачи, задания параметров управления, выбора исполнительных механизмов, разработки алгоритма управления, математического моделирования, оценки эффективности и оптимизации.

Для оценки эффективности предложен обобщённый критерий, учитывающий точность, быстродействие, устойчивость, надёжность, энергоэффективность и адаптивность.

В дальнейших исследованиях целесообразно математически формализовать данную модель для конкретного робототехнического объекта, оптимизировать параметры алгоритма управления и экспериментально оценить эффективность предложенного подхода посредством компьютерного моделирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров Х.Н., Хикматов Р.С. Робототехнические системы и комплексы. — Ташкент: Иқтисод-Молия, 2016. — 64 с.
2. Зарипов О.О., Севинова Д.У. Algorithm of adaptive cyclic control of position-trajectory moving objects (in the case of an industrial robot manipulator). — 2024.
3. Эгамбердиев А.А., Джураев Ш.С. Нечёткое управление роботизированными манипуляторами: сравнительный анализ на основе логики. — Саноатда рақамли технологиялар, 2025, 3(4).
4. Умиров Э.Э. Использование датчиков и алгоритмов автоматического управления в робототехнических системах. — Central Asian Journal of Academic Research, 2026, 4(9), 98–99.
5. Умиров Э. Управление мехатронными робототехническими системами и методы повышения точности движения. — Наука и инновации, 2026, 4(76), 116–119.

ISSN: 2224-6878 | Pakistan Volume 6, No. 10.

IF: 14.91 | 2026 http://waerasia.org/index.php/ijtar

6. Нишонов А.Н., Шукуржонов Ш.К., Тиллабоев М. Современные подходы к интеллектуальному управлению в системах мехатроники и робототехники. — Наука и инновации, 2025, 3(57), 39–42.
7. Таиров Х.О‘., Пардабаев Ж.Е. Основы робототехники. — Ургенч: Khwarezm Publication, 2025. — 100 с.