

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 004.4:621.865:681.5

doi: 10.30987/2782-5957-2026-4-16-25

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Гюльшан Эльшад Оруджева✉

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
gulshan.orucova@sdu.edu.az, <https://orcid.org/0009-0004-3355-1236>

Аннотация

Цель исследования заключается в разработке программного обеспечения для автоматизации процесса проектирования мобильного промышленного робота. В условиях быстрого развития технологий робототехники и автоматизации производства, создание удобных и эффективных инструментов для проектирования и моделирования таких систем становится необходимостью для ускорения разработки и оптимизации процессов.

Задача, решению которой посвящена статья, заключается в разработке и внедрении программной платформы, которая позволяет автоматизировать создание проектных решений для мобильных роботов, учитывая требования по маневренности, грузоподъемности, а также условия эксплуатации на производственных объектах.

Методы исследования включают использование современных языков программирования, подходов к моделированию и симуляции роботов, а также алгоритмов оптимизации для подбора параметров проектируемого робота. В работе также рассматриваются методы искусственного интеллекта для анализа возможных решений и рекомендаций по выбору оптимальной конфигурации робота.

Новизна работы заключается в предложении новой системы, интегрирующей различные аспекты проектирования роботов в одном программном продукте, с возможностью автоматической адаптации проектных решений в зависимости от поставленных задач.

Результаты исследования включают создание прототипа программного обеспечения, который существенно упрощает процесс проектирования мобильных роботов, снижая затраты времени и ресурсов, а также повышает качество готовых решений.

Выводы: разработка и внедрение программного обеспечения для автоматизации проектирования мобильных промышленных роботов открывает новые возможности для ускоренной и эффективной разработки роботизированных систем, что способствует улучшению производственных процессов и повышению конкурентоспособности компаний на рынке.

Ключевые слова: робот, автоматизация, проектирование, программное обеспечение, робототехника, оптимизация, интеллектуальные системы.

Благодарности: Автор выражает благодарность научному руководителю проф. Мамедову Джаванширу за научную консультацию.

Ссылка для цитирования:

Оруджева Г.Э. Разработка программного обеспечения для автоматизации процесса проектирования мобильного промышленного робота / Г.Э. Оруджева // Транспортное машиностроение. – 2026. - № 4. – С. 16-25. doi: 10.30987/2782-5957-2026-4-16-25.

Original article

Open Access Article

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR AUTOMATING THE DESIGN OF A MOBILE INDUSTRIAL ROBOT

Gulshan Elshad Orujeva✉

Sumgait State University, Sumgait, Azerbaijan
gulshan.orucova@sdu.edu.az, <https://orcid.org/0009-0004-3355-1236>

Abstract

The study objective is to develop software for automating the design of a mobile industrial robot. With the rapid development of robotics and production automation technologies, the creation of convenient and effective tools for designing and modeling such systems is becoming necessary to accelerate the development and optimization of processes.

The task to which the paper is devoted is to develop and implement a software platform that allows automating the development of designs for mobile robots, taking into account the requirements for maneuverability, load capacity, and operating conditions at production facilities.

The research methods include the use of modern programming languages, approaches to modeling of robots, as well as optimization algorithms for selecting the parameters of the designed robot. The paper also discusses artificial intelligence methods for analyzing possible solutions and recommendations for choosing the optimal configuration of the robot.

The novelty of the work is in the proposal of a new system that integrates various aspects of robot design into one software product, with the ability to automatically adapt design solutions depending on the tasks set.

The research results include the development of a software prototype that significantly simplifies the design process of mobile robots, reducing time and resource costs, and improving the quality of ready-made solutions.

Conclusions: the development and implementation of software for automating the design of mobile industrial robots opens up new opportunities for accelerated and efficient development of robotic systems, which contributes to improving production processes and increasing the competitiveness of companies at the market.

Keywords: robot, automation, design, software, robotics, optimization, intelligent systems.

Acknowledgements: The author acknowledges the scientific supervisor Professor Mammadov Javanshir for scientific advice.

Reference for citing:

Orujeva GE. *Development of software for automating the design of a mobile industrial robot. Transport Engineering.* 2026;4:16-25. doi: 10.30987/2782-5957-2026-4-16-25.

Введение

Проектирование мобильных промышленных роботов является одной из наиболее сложных и многоаспектных задач современной робототехники и промышленной автоматизации. Мобильный промышленный робот представляет собой сложную техническую систему, включающую механическую конструкцию, ходовую часть, приводы, системы электропитания, сенсорные устройства, средства навигации, систему управления и программное обеспечение, которые должны функционировать согласованно в реальных условиях производственной среды. Процесс проектирования таких систем требует одновременного учета большого количества взаимосвязанных параметров, включая конструктивные, кинематические, динамические, энергетические, эксплуатационные и экономические характеристики. Особую сложность представляет необходимость обеспечения надёжности, устойчивости и безопасности работы робота при взаимодействии с оборудованием, инфраструктурой и персоналом предприятия. На практике проектирование мобильных про-

мышленных роботов часто осуществляется с применением разрозненных программных средств и ручных расчётов, что приводит к фрагментарности проектных решений и усложняет процесс их согласования. Внесение изменений на поздних этапах разработки сопровождается значительными временными и трудовыми затратами, а также повышенной вероятностью возникновения ошибок. Кроме того, традиционные подходы к проектированию во многом зависят от опыта и квалификации инженеров, что затрудняет тиражирование проектных решений и снижает воспроизводимость результатов. В условиях постоянного усложнения робототехнических систем и расширения сфер их применения данные недостатки становятся критическими, что формирует исследовательскую проблему разработки специализированного программного обеспечения, обеспечивающего автоматизацию, интеграцию и поддержку процесса проектирования мобильных промышленных роботов.

Актуальность решения данной проблемы обусловлена современными тен-

денциями развития промышленной автоматизации, цифровизации и внедрения интеллектуальных производственных систем. В условиях стремительного развития цифровых технологий, распространения концепций «Индустрия 4.0», «умное производство» и цифровые двойники особую значимость приобретает внедрение робототехнических систем в различные отрасли промышленности [1–3]. Мобильные промышленные роботы находят всё более широкое применение благодаря своей универсальности, автономности и способности эффективно функционировать в динамически изменяющихся условиях производственной среды [4, 5]. Они активно используются для транспортировки материалов и комплектующих, автоматизации внутрипроизводственной и складской логистики, выполнения сборочных и вспомогательных операций, мониторинга состояния оборудования и технологических процессов, а также для работы в опасных или труднодоступных зонах. Рост масштабов применения мобильных роботов сопровождается увеличением требований к их функциональности, точности позиционирования, энергоэффективности, надёжности и адаптивности. Одновременно с этим возрастает необходимость сокращения сроков разработки новых робототехнических решений и снижения затрат на их проектирование и внедрение. Традиционные методы проектирования мобильных промышленных роботов [6] в значительной степени не соответствуют данным требованиям, поскольку характеризуются высокой трудоёмкостью, длительными сроками разработки и ограниченными возможностями оптимизации проектных решений. В условиях цифровизации промышленности автоматизация процесса проектирования с использованием специализированного программного обеспечения становится важной и востребованной научно-технической задачей, решение которой способствует повышению эффективности проектных работ и конкурентоспособности промышленных предприятий.

В настоящее время проектирование мобильных промышленных роботов осно-

вывается на использовании систем автоматизированного проектирования, методов компьютерного моделирования и инженерного анализа, а также специализированных программных средств для расчёта и визуализации параметров робототехнических систем. Процесс разработки включает формирование конструктивной схемы робота, выбор и обоснование основных компонентов и узлов, моделирование кинематики и динамики движения, анализ устойчивости и манёвренности, оценку энергетических характеристик, а также исследование эксплуатационных показателей и надёжности. Применение программного обеспечения для автоматизации процесса проектирования мобильного промышленного робота позволяет интегрировать указанные этапы в единую информационную среду, обеспечивая целостность, согласованность и прозрачность проектных решений. Такое программное обеспечение может обеспечивать автоматический расчёт основных параметров, визуализацию конструкции, моделирование поведения робота в различных условиях эксплуатации, а также поддержку принятия инженерных решений на ранних стадиях проектирования. Возможность оперативного внесения изменений и анализа их влияния на характеристики робота позволяет существенно снизить трудоёмкость проектных работ, сократить сроки разработки и уменьшить вероятность ошибок. В данном контексте разработка программного обеспечения для автоматизации процесса проектирования мобильного промышленного робота является перспективным направлением исследований. Целью данной работы является разработка программного обеспечения для автоматизации процесса проектирования мобильного промышленного робота, для достижения которой предусматривается анализ существующих методов и средств проектирования, формирование требований к разрабатываемому программному обеспечению, проектирование его архитектуры и функциональных возможностей, реализация программного прототипа и оценка эффективности предложенного решения.

Материалы, модели, эксперименты и методы

В настоящее время для проектирования мобильных промышленных роботов используется широкий спектр программных средств, включающих системы автоматизированного проектирования (САПР), программные комплексы для моделирования и симуляции, а также специализированные робототехнические платформы и программные фреймворки [7]. Развитие цифровых технологий привело к появлению большого количества программных решений, ориентированных на различные этапы жизненного цикла робототехнических систем. Каждая из указанных групп программных средств решает определённый круг задач, однако, как правило, они применяются разрозненно и не всегда обеспечивают комплексную автоматизацию процесса проектирования мобильного промышленного робота. Это приводит к необходимости переноса данных между различными программными средами, усложняет согласование проектных решений и увеличивает трудоёмкость проектных работ.

К наиболее распространённым средствам относятся системы автоматизированного проектирования общего назначения, такие как *AutoCAD*, *SolidWorks*, *CATIA*, *Siemens NX* и *Fusion 360*. Данные программные продукты широко применяются в машиностроении и позволяют разрабатывать трёхмерные модели механических конструкций, выполнять расчёты прочности и жёсткости, создавать сборочные чертежи, спецификации и другую техническую документацию. Их преимуществами являются высокая точность геометрического моделирования, развитые инструменты визуализации, поддержка параметрического проектирования и широкие возможности интеграции с системами инженерного анализа. Вместе с тем данные САПР ориентированы в первую очередь на механическое проектирование и не учитывают в полной мере специфику мобильных промышленных роботов, связанную с их кинематикой, системой управления, автономностью и взаимодействием с окружающей средой. Проектировщику приходится самостоятельно учи-

тывать ограничения, связанные с манёвренностью, устойчивостью, энергоэффективностью и условиями эксплуатации, что повышает сложность и субъективность принимаемых решений.

Для моделирования движения и анализа кинематических и динамических характеристик мобильных промышленных роботов применяются специализированные программные среды, такие как *MATLAB/Simulink*, *Gazebo* и *V-REP (CoppeliaSim)*. Эти программные средства позволяют проводить математическое моделирование, симуляцию движения робота, анализ взаимодействия с окружающей средой, моделирование датчиков и отладку алгоритмов управления. Их основным достоинством является возможность проверки и верификации проектных решений без необходимости создания физического прототипа, что существенно снижает затраты на этапе разработки. Однако использование данных программных комплексов, как правило, требует высокой квалификации пользователя и глубоких знаний в области математического моделирования и теории управления. Кроме того, такие среды не обеспечивают автоматизированного формирования конструктивных и компоновочных параметров робота и чаще всего используются на этапе анализа уже принятых проектных решений, а не на стадии их формирования.

Отдельную группу составляют программные платформы и фреймворки для разработки робототехнических систем, среди которых наибольшее распространение получил *ROS (Robot Operating System)*. *ROS* представляет собой набор библиотек, инструментов и стандартов, предназначенных для создания программного обеспечения управления роботами, включая навигацию, планирование траекторий, обработку данных датчиков и взаимодействие между программными модулями. Данная платформа отличается высокой гибкостью, модульностью и поддержкой большого количества аппаратных и программных компонентов. Вместе с тем *ROS* не является средством проектирования в классическом инженерном понимании и используется

преимущественно на этапе программной реализации, интеграции и тестирования робототехнических систем. Формирование конструктивных, компоновочных и кинематических решений при этом остаётся за рамками данной платформы.

Существующие специализированные программные продукты для проектирования роботов, как правило, ориентированы на узкий круг задач, конкретные типы робототехнических систем или определённое оборудование. Это ограничивает их универсальность и затрудняет адаптацию под индивидуальные требования мобильных промышленных роботов, которые могут существенно различаться по конструкции, назначению и условиям эксплуатации. Кроме того, многие из таких программных средств не обеспечивают единого подхода к автоматизации всех этапов проектирования – от формирования технических требований и выбора компонентов до моделирования, анализа характеристик и оценки эксплуатационных параметров. Отсутствие сквозной автоматизации приводит к необходимости ручного согласования данных и повышает вероятность ошибок.

Таким образом, анализ существующих программных средств показывает, что, несмотря на наличие большого количества инструментов для проектирования, моделирования и программирования робототехнических систем, в настоящее время отсутствует комплексное программное обеспечение, ориентированное именно на автоматизацию процесса проектирования мобильного промышленного робота. Большинство доступных решений охватывает лишь отдельные этапы разработки и не обеспечивает их интеграции в единую информационную среду. Это обуславливает необходимость разработки специализированного программного решения, которое позволит объединить основные этапы проектирования, обеспечить автоматический расчёт и анализ параметров, сократить трудоёмкость проектных работ и повысить эффективность и качество разработки мобильных промышленных робототехнических систем.

Для обеспечения эффективной автоматизации проектирования мобильного промышленного робота (МПР) первоначально

определяются основные требования в соответствии с его операциями в системе транспортировки машиностроительного производства. При этом должны обеспечиваться автоматизация транспортировки готовой, бракованной продукции и отходов по точному маршруту, с постоянной скоростью, а также применением функций искусственного интеллекта во время операций и гибкого перехода в процессе автоматического управления [8]. В качестве дополнительных требований важно применение общего программного интерфейса, программного обеспечения для обслуживания и управления операционной системой, основанного на этапах автоматизированного проектирования МПР. На основе этих принципов и требований предлагается общая архитектура комплексного программного решения для автоматизации проектирования МПР (рис. 1).

Модели планирования, кинематического анализа и алгоритмы управления, разработанные для мобильного промышленного робота, реализованы с использованием *MATLAB/Simulink Robotics*. Моделирование в реальном времени выполняются с помощью *Simulink* и в 2-х и 3-х мерной среде *AutoCAD*. Для выполнения инженерно-проектных процедур в графической базе данных программной структуры хранятся чертежи механических и электронных компонентов и механизмов мобильного промышленного робота, их геометрические формы, материалы, размеры и комбинации кинематических механизмов МПР [9].

Поскольку предлагаемый мобильный промышленный робот имеет сложную структуру, двумерные чертежи его механических частей, таких как корпус, захват, транспортное средство и манипулятор, создаются и сохраняются в графической базе данных в виде рабочих проектных документов.

В программной среде *AutoCad* создается двумерный обобщенный чертеж механических частей мобильного робота, граничные размеры задаются в миллиметрах и устанавливаются штамп рабочего проекта.

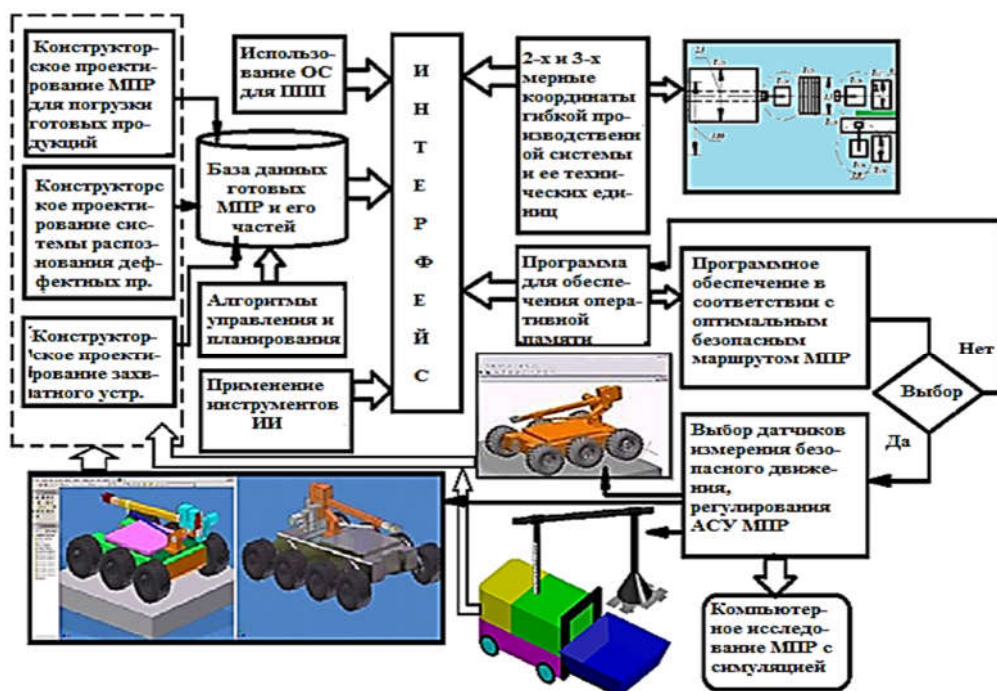


Рис. 1. Общая архитектура комплексного программного обеспечения для автоматизации проектирования МПР

Fig. 1. General architecture of complex software for MIR design automation

Чертежи отдельных механических частей мобильного промышленного робота создаются в меньших форматах (A2, A3 и A4) и вводятся в графическую базу данных. Датчики, исполнительные механизмы, их положение, типы, средства

связи и чертеж замкнутой части системы управления с программируемым логическим контроллером отображаются в среде компьютерной графики *AutoCad* (рис. 2).

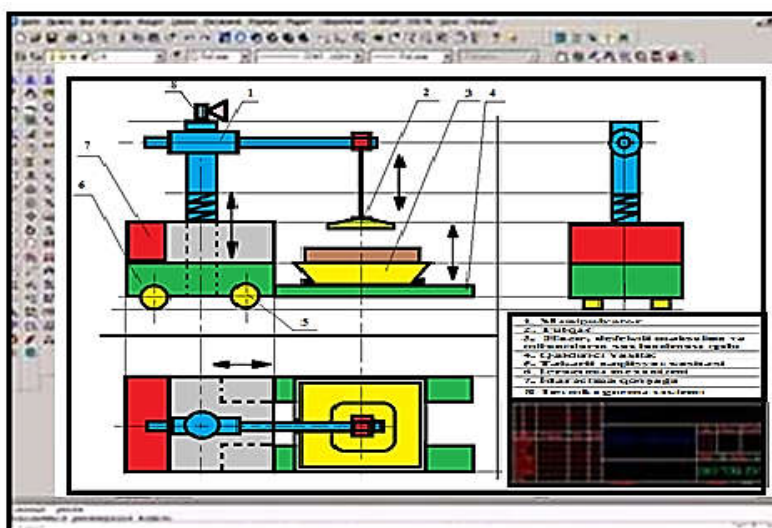


Рис. 2. Двумерное представление обобщенного чертежа МПР в программной среде *AutoCAD*

Fig. 2. Two-dimensional representation of the generalized MIR drawing in *AutoCAD* software environment

В 3D-среде программного обеспечения *AutoCad* построение чертежей транспортных, корпусных,

манипуляторных и захватных частей мобильного промышленного робота

осуществляется последовательно в следующих этапах [10]:

На 1-м этапе чертеж транспортной части МПР выполняется с помощью набора команд *Draw-daircle-center-radius R* отдельных элементов. На этом этапе определяются колесные части МПР, их радиус R и положения центральных осей. В чертеже транспортного блока МПР выбираются материалы колес, и их покраска определяется с помощью набора команд *Service-polytry-materials browser-resin-enter*. Для преобразования активных элементов транспортных средств (колеса, кожух шасси) из двухмерного чертежа в трехмерный формат выбирается количество колес n с помощью команды *rotate*, вводятся начальные параметры оси вращения и угла поворота. В задней части МСР применяется специальный блок для размещения выбранных транспортных элементов в замкнутой области.

На 2-м этапе выполняется чертеж манипулятора МПР и его частей. Подготовка конструктивной формы

резьбовой части, обеспечивающей движение манипулятора вверх-вниз, осуществляется командой «Рисование-центр-радиус резьбы-резонатора». При этом процедура построения резьбы манипулятора определяет центр геометрической фигуры спирали, радиусы основания и высоту спирали. Для преобразования спирального цилиндра, обеспечивающего движение манипулятора вверх-вниз, из двухмерной формы чертежа в трехмерный формат вводится команда «Вращение в 3D», а также задаются положение и угол оси вращения.

В результате двухэтапных проектно-конструкторских работ была создана 3D-модель мобильного промышленного робота (рис. 3). Изображения мобильного промышленного робота в различных положениях, который собирает и транспортирует отходы резки на склад в процессе подготовки продукции на предприятии по производству испарителей, приведены на рис. 4.

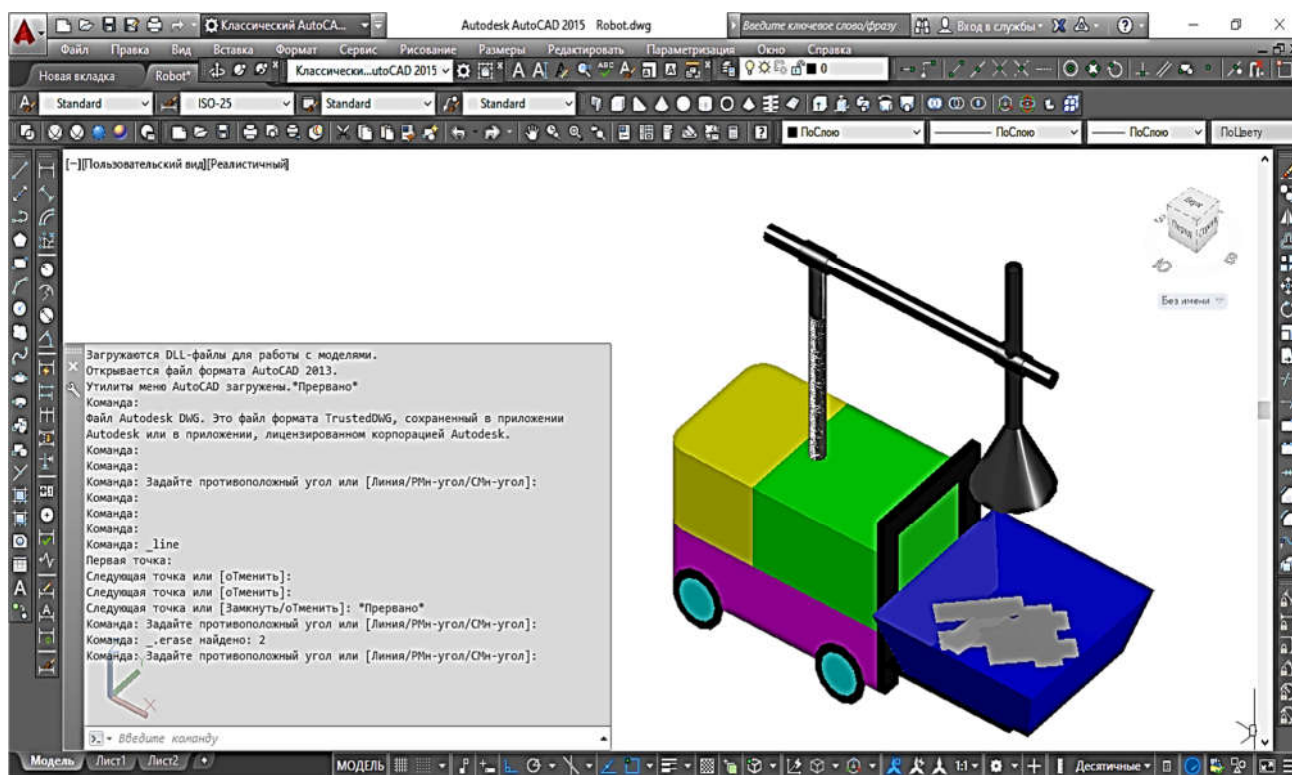


Рис. 3. 3D-модель мобильного промышленного робота в системе AutoCAD
Fig. 3. 3D-model of a mobile industrial robot in AutoCAD system

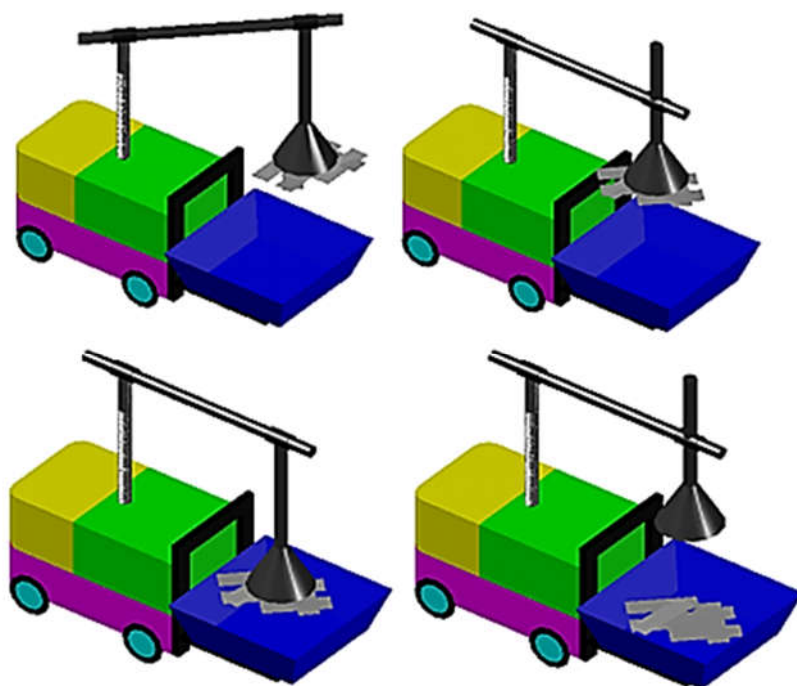


Рис. 4. 3D-анимационная модель мобильного промышленного робота в системе AutoCAD
Fig. 4. 3D-animation model of a mobile industrial robot in AutoCAD system

Результаты

Для демонстрации эффективности предложенного программного обеспечения проведено моделирование проектирования МПР с автоматизацией расчётов кинематических и динамических параметров. Основные показатели оценивались по следу-

ющим критериям: время проектирования, количество ошибок проектирования, точность расчётов и эффективность движения робота. Результаты представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Сравнение традиционного и автоматизированного проектирования МПР

Table 1

Comparison of traditional and computer-aided design of MIR (mobile industrial robot)

Показатель	Традиционное проектирование	Проектирование с автоматизацией	Прирост эффективности
Время создания 2D и 3D модели (часы)	45	18	+60 %
Количество ошибок проектирования	12	3	-75 %
Точность кинематических расчётов (%)	85	98	+13 %
Время симуляции движения робота (мин)	35	12	+65 %
Количество итераций для оптимального дизайна	6	2	-66%

Таблица 2

Параметры движения МПР в автоматизированной среде

Table 2

MIR motion parameters in an automated environment

Параметр	Значение до автоматизации	Значение после автоматизации	Изменение
Максимальная скорость (м/с)	1,2	1,25	+4 %
Среднее время обхода маршрут (с)	120	95	-21 %
Энергопотребление за цикл (кВт·ч)	0,55	0,48	-12 %
Точность позиционирования (мм)	±10	±2	+80 %

Выводы

1. Использование автоматизированного программного обеспечения для проектирования МПР сократило время разработки на 60...65 %.

2. Количество ошибок при проектировании снизилось на 70...75 %, что повышает надёжность решений.

3. Точность кинематических и динамических расчётов повысилась до 98 %, а время симуляции сокращено почти в 3 раза.

4. Энергопотребление работа

уменьшилось, а точность позиционирования увеличилась, что демонстрирует практическую эффективность внедрённой системы.

5. В целом, комплексная автоматизация проектирования МПР позволяет интегрировать все этапы – от конструкторской документации до симуляции и оптимизации движения – в единую рабочую среду, повышая скорость и качество разработки робототехнических систем.

Заключение

Предложенная общая архитектура программного обеспечения автоматизации проектирования МПР позволяет комплексно реализовывать проектно-программные процедуры на всех этапах разработки, начиная от его технического задания до эскизных, рабочих и экспериментальных проектных процедур.

Предложенная модель конструкторского проекта 2-х и 3-х мерного изображения представляет собой многофункциональный МПР и может оперативно выполнять транспортные, загрузочные технологические операции и интеллектуальные функции определения дефектных изделий в производственной линии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алиев И.Р., Мамедов Дж.Ф., Абдуллаев К.С. Создание математического обеспечения для точности выбора технических свойств кран-манипулятора механосборочного участка // Транспортное машиностроение. 2023. № 6. С. 21-31.
2. Артамонов Е.И. Этапы и тенденции разработки программного обеспечения автоматизированных систем проектирования // Материалы конференции и выставки «Системы проектирования, технологическая подготовка производства и управление этапами жизненного цикла промышленного продукта. CAD/CAM/PDM-2001». М., 2001.
3. Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г., Солнышкин Н.П. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств : учебник. СПб. : Лань, 2014. 384 с.
4. Халяпов Т., Староверова Н. Разработка управляемого робота «ХТР-М» // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление,

- радиоэлектроника». 2016. Т. 16, № 2. С. 142-144.
5. Хамнер Б. и др. Автономный мобильный манипулятор для сборочных задач // Автономные роботы. 2010. Т. 28, № 1. С. 131-145.
6. Шахинпур М. Курс робототехники / пер. с англ. М. : Мир, 1990. 527 с.
7. Юревич Е.И. Основы робототехники. СПб. : Питер, 2005. 252 с.
8. Duchoň F, Huňady D, Dekan M, Babinec A. Optimal navigation for mobile robot in known environment. Applied Mechanics and Materials. 2013;282:33-38.
9. Mammadov J.F., Guliyev H.B., Farkhadov Z.I. System of automation regulation of reactive power by means of fuzzy logic. American Journal of Reliability: Theory and Applications. 2015;10(2):50-58.
10. Plaku E, Kavraki EE, Vardi MY. Motion planning with dynamics by a synergistic combination of layers of planning. IEEE Transactions on Robotics. 2010;26(3):469-482.

REFERENCES

1. Aliev R, Mamedov JF, Abdullaev KS. Development of mathematical support for the accuracy of selecting the crane manipulator technical properties of the mechanical assembly site. Transport Engineering. 2023; 6:21-31.
2. Artamonov EI. Stages and trends in software development of automated design systems. Proceedings of the Conference and Exhibition, 2001: Design

- Systems, Technological Preparation of Production and Management of Life Cycle Stages of an Industrial Product. CAD/CAM/PDM-2001. Moscow; 2001.
3. Timiryazev VA, Skhirtladze AG, Solnyshkin NP. Designing technological processes of machine-building industries: textbook. St. Petersburg: Lan; 2014.

4. Khalyapov T, Staroverova N. Development of the controlled robot "XTR-M". Bulletin of SUSU. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics. 2016;16(2):142-144.
5. Hamner B. Autonomous mobile manipulator for assembly tasks. Autonomous Robots. 2010;28(1):131-145.
6. Shahinpour M. Course of robotics. Moscow: Mir; 1990.
7. Yurevich EI. Fundamentals of robotics. St. Petersburg: Peter; 2005.
8. Duchoň F, Huňady D, Dekan M, Babinec A. Optimal navigation for mobile robot in known environment. Applied Mechanics and Materials. 2013;282:33-38.
9. Mammadov JF, Guliyev HB, Farkhadov ZI. System of automation regulation of reactive power by means of fuzzy logic. American Journal of Reliability: Theory and Applications. 2015;10(2):50-58.
10. Plaku E, Kavraki EE, Vardi MY. Motion planning with dynamics by a synergistic combination of layers of planning. IEEE Transactions on Robotics. 2010;26(3):469-482.

Информация об авторе:

Оруджева Гюльшан Эльшад – аспирант, преподаватель кафедры «Информационные технологии» Сумгаитского государственного университета, Азербайджан.

Orujeva Gulshan Elshad – Postgraduate student, Lecturer of the Department of Information Technology at Sumgait State University, Azerbaijan.

Статья опубликована в режиме Open Access.
Article published in Open Access mode.

Статья поступила в редакцию 08.01.2026; одобрена после рецензирования 11.03.2026; принята к публикации 27.03.2026. Рецензент – Сьянов С.Ю., кандидат технических наук, доцент Брянского государственного технического университета, заместитель главного редактора журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 08.01.2026; approved after review on 11.03.2026; accepted for publication on 27.03.2026. The reviewer is Syanov S.Yu., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Bryansk State Technical University, Deputy Editor-in-Chief of the journal *Transport Engineering*.

*
**

Продолжается подписка на научно-технический журнал «Транспортное машиностроение» на 2026 год

Подписку на журнал можно оформить в любом почтовом отделении или непосредственно в редакции журнала. Подписные индексы по интернет-каталогу «Пресса по подписке» – Э80859 – https://www.akc.ru/itm/vestnik-bry_anskogo-gosudarstvennogo-tehnic_heskogo-universiteta/ и Объединенному каталогу «Пресса России» – 80859.

Стоимость подписки на минимальный срок – от 4846 руб.

Информация об опубликованных статьях регулярно направляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) – <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=79505>.

Сайт электронной редакции журнала: <https://bstu.editorum.ru/ru/nauka/journal/169/view>
E-mail: trans-eng@tu-bryansk.ru.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (категория K2) по группам научных специальностей:

- 2.5. Машиностроение (2.5.2; 2.5.3; 2.5.5; 2.5.6; 2.5.8),
- 2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия (2.6.1; 2.6.17),
- 2.9. Транспортные системы (2.9.1; 2.9.3; 2.9.5).