

ществую, потому что мыслю, и я не могу помешать себе мыслить» [1, с. 62]. Исследование своей эмпатии, её истоков и природы, методы её контроля и поиск способов избегания «философской депрессии» играют важную роль в жизни каждого, для кого эти слова не являются пустым звуком.

### **Литература**

1. Жан Поль Сартр / Тошнота [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.100bestbooks.ru/files/Sartre\\_Toshnota.pdf](https://www.100bestbooks.ru/files/Sartre_Toshnota.pdf) – Дата доступа: 17.04.2024.
2. Философская энциклопедия / Эмпатия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rus-philosophical-enc.slovaronline.com/9477> –Дата доступа: 17.04.2024.
3. Экзистенциализм [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/125/520.htm> – Дата доступа: 17.04.2024.

## **Модернизация системы автоматического управления движением интеллектуального кресла-коляски: анализ конструктивной методологии решения проблемы**

*Радкевич А. А., Старжинский В. П.*

Развитие и совершенствование технологий автоматизации роботизированных платформ создают предпосылки для внедрения их в различные отрасли экономики, промышленности и транспорта. Создание транспортных средств для лиц с ограниченными физическими возможностями быстрыми темпами происходит в США, Германии, Японии, Великобритании и других странах, где не только налажено серийное производство, но и существует разработка индивидуальных транспортных средств для инвалидов под конкретного человека.

Однако стоимость таких транспортных платформ достаточно высокая. Современное состояние отечественной промышленности позволяет реализо-

вать выпуск относительно дешевых транспортных платформ для инвалидов и создать конкуренцию аналогичным импортным изделиям [1].

Проблематика темы заключается в том, что конструкция большинства производимых и эксплуатируемых кресел-колясок для людей с ограниченными физическими возможностями на сегодняшний день является технологически устаревшей и ограничивается, в основном, применением электропривода постоянного тока, приводящего в движение колёса традиционного типа и управляемого посредством пульта управления [2], что не позволяет использовать её для людей с нарушениями опорно-двигательного аппарата, не имеющих возможность воздействовать на ручные органы управления, а также для людей с различной степенью нарушения моторных функций.

В связи с этим актуальность вопроса основана на том, что появление новых инновационных технологий в микроэлектронике, силовой полупроводниковой технике и электроприводе в последние годы позволили создавать малогабаритные средства индивидуальной мобильности с использованием интеллектуальной системы управления электроприводом с помощью программируемых контроллеров на основе информации, получаемых датчиками от внешней среды. В сочетании с применением методов машинного обучения – нейронных сетей, нечёткой логики и распознавания образов – эти технологии позволяют креслу-коляске перемещаться в неформализованной среде по заранее неопределённой траектории. Для людей с ограниченными физическими возможностями такой способ управления креслом-коляской является наиболее удобным.

По этой причине основной идеей модернизации конструкции интеллектуального кресла-коляски является замена колёс традиционного типа на все-направленные колёса типа *mecanum*, приводимые в движение электродвигателями постоянного тока по воздействию системы автоматического управления с учётом её кинематических и динамических параметров.

Объектом изучения в данном случае является система автоматического управления (САУ) движением кресла-коляски. Предметом исследования яв-

ляется интеллектуальное мобильное кресло-коляска для людей с ограниченными возможностями. Научной новизной разрабатываемого прототипа кресла-коляски является новый тип системы автоматического позиционно-траекторного управления с возможностью переключения в режимы голосового и полностью ручного управления на основе нейросетевых алгоритмов принятия решений.

Конструктивная методология решения проблемы основана на моделировании. Под моделью подразумевается схема, представление и материального и ментального мира [3]. Конструктивная методология предполагает построение двух видов моделей – концептуальной и инструментальной. Концептуальная модель отвечает на вопрос, что собой представляет проблема как объект проектирования и какова основная идея как способ разрешения проблемной ситуации [3]. Создание концептуальной модели системы автоматического управления движением кресла-коляски включает разработку следующих вопросов:

1. Определение параметров и обоснование выбора электропривода кресла-коляски; формализации условий её работы.

2. Планирование траектории перемещения кресла-коляски на основе составления алгоритмов управления, структурно-параметрический синтез системы автоматического управления движением кресла-коляски при помощи составления её математических моделей.

3. Оценка качества параметров синтезированной системы посредством компьютерного моделирования и сравнение полученных характеристик с предъявляемыми к системе требованиями, аппаратная и программная реализация спроектированной системы автоматического управления и конструктивных элементов кресла-коляски.

Методология исследования включает использование теоретических методов анализа, дедукции и синтеза, а также эмпирических методов сравнения и эксперимента. Методика исследования предполагает описание объекта проектирования и анализ технологических режимов его работы, на основа-

нии чего формулируются требования, предъявляемые к проектируемой системе автоматического управления электроприводом. Составление алгоритмов планирования траектории движения позволяет перейти к структурно-параметрическому синтезу системы автоматического управления, что относится к теоретическим методам исследования.

Последующее имитационное моделирование спроектированной системы автоматического управления электроприводом позволяет применить эмпирические методы эксперимента и анализа для оценки полученных показателей качества системы и сравнения их с предъявляемыми требованиями.

Одним из этапов решения задачи управления движением кресла-коляски является разработка системы автоматического управления электроприводами, приводящими в движение ведущие колёса платформы с применением нейросетевых адаптивных регуляторов для обеспечения позиционирования кресла-коляски по заданной траектории. Целью данного этапа является разработка нейросетевого алгоритма управления электроприводом кресла-коляски при движении по заданной траектории.

Вторая конструктивная модель, инструментальная – это совокупность инструментов, методов и ресурсов, которая позволяет перейти от сущего к должному [3]. Для решения проблемы модернизации системы автоматического управления электроприводом интеллектуального мобильного кресла-коляски в общем случае требуется применение временных, интеллектуальных и финансовых ресурсов. Для каждого из этапов выполнения работы необходимо использование конкретных методов решения задач.

При анализе современного состояния систем управления движением мобильными роботизированными платформами для лиц с ограниченными физическими возможностями потребуются интеллектуальные и временные ресурсы. Разработка цифрового двойника мобильного роботизированного кресла-коляски, также требует интеллектуальных, временных и вычислительных ресурсов компьютерной мощности.

Составление математических моделей управления движением мобильным роботизированной креслом-коляской предполагает временные, вычислительные и интеллектуальные ресурсы. С целью составления системы и алгоритма управления движением мобильным роботизированным креслом-коляской нужны временные, интеллектуальные, финансовые и вычислительные ресурсы. В целом, также потребуются финансовые и денежные ресурсы для создания прототипа опытного образца кресла-коляски и воплощения разработанных математических моделей движения и алгоритмов позиционирования на практике. Структурно-логическая схема, отображающая визуализацию концептуальной и инструментальной моделей решения проблемы модернизации САУ движением кресла-коляски, изображена на рис. 1.

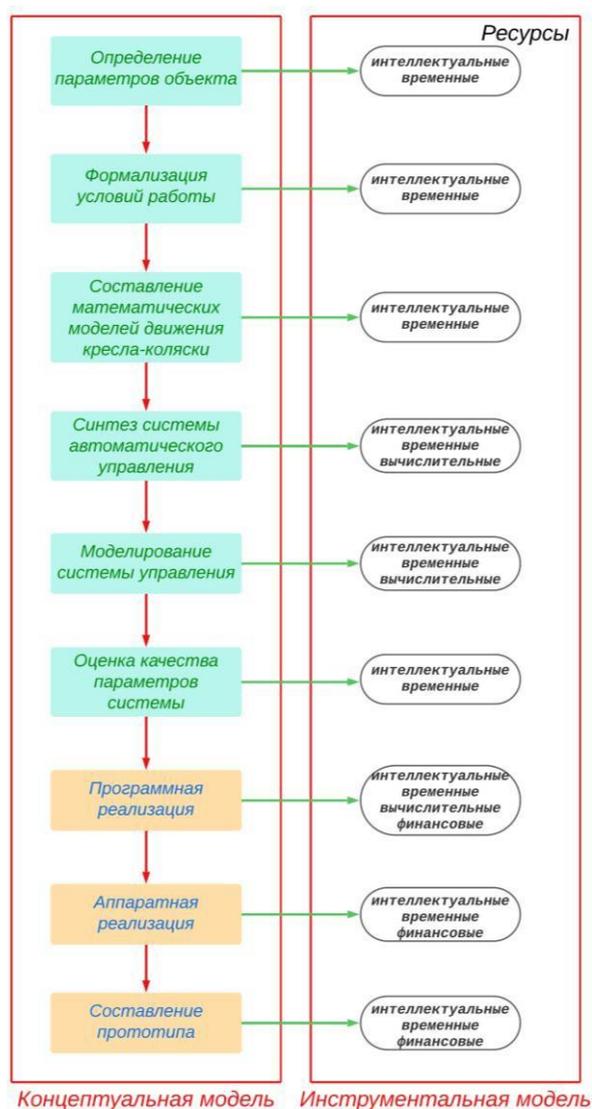


Рис. 1. Структурно-логическая схема конструктивной методологии решения проблемы модернизации САУ движением кресла-коляски

На рис. 1 показано взаимодействие двух моделей – концептуальной и инструментальной, отражая таким образом их взаимодополняемость. Каждому этапу построения концептуальной модели соответствует инструментальный ресурс. По виду совокупности методов, применяемых на данном этапе решения проблемы, блоки разделены на теоретические (на зелёном фоне) и эмпирические (на оранжевом фоне).

Таким образом, в результате построения конструктивной методологии решения проблемы модернизации системы автоматического управления движением интеллектуального кресла-коляски были предложены этапы построения концептуальной и инструментальной моделей, для каждого из этапов определён набор применяемых методов, образующих методологию решения поставленной задачи.

### Литература

1. Somawirata, K.; Utaminingrum, F. Smart wheelchair controlled by head gesture based on vision / Komang Somawirata, Fitri Utaminingrum // Journal of Physics: Conference Series, Volume 2497, 2022 The 4th International Conference on Electronics Communication Technologies (ICECT 2022) 15/09/2022 - 18/09/2022 Nagoya, Japan. – 2023.
2. P. Patthanajitsilp and P. Chongstitvatana, "Obstacles Detection for Electric Wheelchair with Computer Vision," 2022 14th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), Chon buri, Thailand, 2022, pp. 97-101, doi: 10.1109/KST53302.2022.9729083.
3. Анализ информационной модели университета 3.0 / И. В. Андриялович [и др.] // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20-21 мая 2020 года: в 3 ч. Ч. 3 / редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск: Бест-принт, 2020. – С. 25–33.