



ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 26-28 апреля 2023 г.)

Материалы конференции

В трех томах

ТОМ 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023 «ЭНЕРГЕТИКА И
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

**Международная молодежная научная конференция
(Казань, 26-28 апреля 2023 г.)**

Электронный сборник статей по материалам конференции

В трех томах

ТОМ 1

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова*

Казань 2023

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М43

Рецензенты:

профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»,
доктор технических наук, доцент К. В. Сулов;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),
Д.А. Ганеева

М43 Международная молодежная научная конференция
«Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая
трансформация»: электронный сборник статей по материалам
конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 1. – 848 с.

ISBN 978-5-89873-633-0 (общий)

ISBN 978-5-89873-630-9 (т. 1)

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло-и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-633-0 (общий)

© КГЭУ, 2023

ISBN 978-5-89873-630-9 (т. 1)

3. Kashani S. A. et al. State-of-the-Art Research on Wireless Charging of Electric Vehicles Using Solar Energy //Energies. – 2023. – Т. 16. – №. 1. – Р. 282.

УДК 62-529

СОЗДАНИЕ БЕСПИЛОТНОЙ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА БАЗЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРА NVIDIA JETSON NANO

И.В. Токтаров¹, Э.А. Мухамедзянов², Р.Р. Мухаметзянов³, А.Э. Павлов⁴,
Р.Р.Гарифуллин⁵

Науч.рук. канд. техн. наук, доцент П.П. Павлов

^{1,2,3,4,5}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия

¹toktarovigor@outlook.com, ²emil20.03.012@gmail.com, ³rishat05282000@gmail.com,

⁴pavlov-1557-104@yandex.ru, ⁵kgeu-et@yandex.ru

В данной статье описывается разработка беспилотной мобильной платформы на базе микрокомпьютера NvidiaJetsonNano и механической платформы JetBot от Waveshare, предназначенной для движения в различных условиях. Приводится рабочая модель, функционирующая в условиях макета городского движения. Представлена тонкая настройка коэффициентов ПД-регулятора данной модели.

Ключевые слова: беспилотный транспорт, машинное обучение, микрокомпьютер, робот.

ROBOTIC MOBILE PLATFORM BASED ON AN NVIDIA JETSON NANO MICROCOMPUTER DEVELOPMENT

I.V. Toktarov¹, E.A. Mukhamedzyanov², R.R. Mukhametzyanov³, A.E. Pavlov⁴,
R.R.Garifullin⁵

^{1,2,3,4,5}KSPEU, Kazan, Russia

¹toktarovigor@outlook.com, ²emil20.03.012@gmail.com, ³rishat05282000@gmail.com,

⁴pavlov-1557-104@yandex.ru, ⁵kgeu-et@yandex.ru

The article offers a development robotic mobile platform platform based on an Nvidia Jetson Nano microcomputer and JetBot Waveshare mechanical platformdesigned for movement in various conditions. Fine-tuning of the coefficients of the PD controller of this model is presented.

Keywords: autonomous transport, machine learning, microcomputer, robot.

Использование беспилотных мобильных платформ позволяет осуществлять широкий спектр задач, в которых требуется замена людей. Например, такие рутинные повседневные задачи, как текущий осмотр подстанций, управление различными видами рельсового и колесного транспорта, обезвреживание опасных объектов. Использование роботизированных платформ исключает человеческий фактор из процесса работы, повышает эффективность процесса и снижает стоимость расходов [1,2] .

JetsonNano – одноплатный компьютер, RaspberryPi форм-фактора, ориентированный на ресурсоемкие расчеты, в том числе работу искусственного интеллекта. Обладает 128-ядерным графическим процессором на архитектуре Maxwell и 4-ядерным центральным процессором A57 на ARM архитектуре. Наша лабораторная модель включает 2 Гб LPDDR4 оперативной памяти. Используется для распознавания лиц, избегания препятствий, отслеживания объектов и движения по линии. JetBot от Waveshare оснащен высококачественным шасси с двумя независимыми электромоторами и редукторами, камерой и другими необходимыми инструментами для взаимодействия с окружающей средой [3].



Рис.1. а) Внешний вид платформы. б) Макет города. в) Вид с камеры платформы

На первом этапе создания беспилотной платформы создается база данных дорог, по которым она будет передвигаться. С помощью установленной на ней камеры была собрана база данных из 355 фотографий с разметкой, препятствиями и другими объектами макета, где вручную для каждой фотографии указан возможный сценарий движения робота, указаны места и объекты, с которыми запрещено взаимодействие. В рабочей среде JupiterLab на языке Python использован программный код для анализа сверхточной нейронной сетью ResNet18 полученной базы данных. ResNet18 анализирует фотографии и отбирает сценарии движения

с требуемой точностью, и обучает себя. Все вычисления происходят на базе микрокомпьютера JetsonNano [4].

Полученная в результате обработки нейросетью модель движения загружена в оперативную память робота. Далее следует этап тонкой настройки. Для того, чтобы беспилотная платформа следовала разметке и реагировала на препятствия, необходимо настроить коэффициенты созданного на программном уровне ПД-регулятора [5]. Робот в реальном времени анализирует изображение с камеры и вычисляет угол отклонения от разметки, скорость нарастания отклонения и реагирует на изменение с заданной скоростью. Для своевременной остановки перед препятствием настроен параметр точности совпадения изображения с камеры с имеющейся базой данных.

В результате настройки роботизированной платформы получена рабочая модель, которая может быть широко использована для мониторинга состояния объектов на различных предприятиях и учреждениях. Совместно с использованием на нём систем дальнометрии, тепловизоров, магнитных температурных и иных датчиков, анализирующих состояние окружающей среды можно гибко изменять функционал беспилотной платформы.

Источники

1. Абдулхаков А.К., Аухадеев А.Э., Павлов П.П., Сафиуллин Б.И. К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПИЛОТНОГО ДВИЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ МЕТРОПОЛИТЕНА. В сборнике: Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2021. Сборник материалов. Казань, 2021. С. 13-19.

2. Абдулхаков А.К., Аухадеев А.Э., Литвиненко Р.С., Сафиуллин Б.И. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТРАМВАЕВ. В сборнике: Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2021. Сборник материалов. Казань, 2021. С. 20-25.

3. Вострецов Е.А., Павлов П.П., Сафиуллина В.М. ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНФОТЕЛЕКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ. В сборнике: Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация". Сборник статей по материалам конференции. В 3-х томах . Казань, 2022. С. 328-330.

4. Сидорова, А. В. Python как инструментарий оптимизации режима ГЭС в составе ЭЭС / А. В. Сидорова, А. А. Черемных, А. Г. Русина // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2021. Т. 13. № 2(50). С. 119-132.

5. Бутаков В.М., Росляков А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ОШИБОК ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С СИСТЕМОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ. В сборнике: Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация". Сборник статей по материалам конференции. В 3-х томах . Казань, 2022. С. 356-358.

УДК 621.316.722.1

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТКОМ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАГРУЗКИ

Л.Т. Тухватуллин

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Р.Г. Исаков

ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия

TukhvatullinLT@stud.kai.ru

В статье представлены результаты работы модели статического синхронного компенсатора (СТАТКОМ) в 9-шинной тестовой распределительной сети при изменении нагрузки. Описаны основные принципы работы СТАТКОМ. Проведен сравнительный анализ работы тестовой сети при изменении нагрузки без использования СТАТКОМ и с ним.

Ключевые слова: стабилизация напряжения, модель, СТАТКОМ, распределительная сеть, изменение нагрузки.

USE OF A STATCOM TO STABILIZE THE VOLTAGE WHEN THE LOAD CHANGES

L.T. Tukhvatullin

KNRTU–KAI, Kazan, Russia

TukhvatullinLT@stud.kai.ru

The article presents the results of the operation of the static synchronous compensator (STATCOM) model in a 9-bus test distribution network when the load changes. The main principles of STATCOM operation are described. A comparative analysis of the operation of the test network with load changes without and with STATCOM was carried out.

Keywords: voltage stabilization, model, STATCOM, distribution network, load change.

Статический синхронный компенсатор (СТАТКОМ) представляет собой устройство с параллельным включением, которое внедряется в линии электропередачи переменного тока [1]. Он изготовлен на основе