

Deposited by Pulsed-Laser Evaporation/ A.A.Boiko, M. F.S.H. Al-Kamali, A.M. Mikhalko and S.A. Frolov// Nanotechnol Russia 18, 257–263 (2023).  
<https://doi.org/10.1134/S2635167623700118>.

3. Аль-Камали, М. Ф. С. Х. Использование золь-гель метода для получения наноструктурированных функциональных материалов / М. Ф. С. Х. Аль-Камали, А. А. Бойко // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем : сб. науч. тр. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Ун-т им. Аджинкья Д. Я. Патила ; под ред. М. Н. Андриянчиковой. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 17–21.

## **АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

**Федоренко С. Н. (студент гр. ИТП-41)**

*Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, Гомель, Республика Беларусь*

Научный руководитель – **Михайлов Михаил Иванович**

(д.т.н., профессор кафедры «*Робототехнические системы*» ГГТУ им. П.О. Сухого)

**Аннотация:** в данной работе будет рассмотрена важность исследования и разработки нового метода автоматического прогнозирования оптимальной траектории движения мобильного робота с использованием нейронной сети.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, траектория движения, мобильные роботы, оптимизация.

### **Введение**

В настоящее время все больше и больше людей воспользуются преимуществами мобильных роботов в таких областях, как промышленность, логистика и автономные транспортные системы. Чтобы эти роботы работали успешно, необходимо обеспечить эффективную навигацию и оптимальный выбор траектории движения.

На сегодняшний день уже существуют различные подходы и решения для прогнозирования траектории движения мобильных роботов. Однако, многие из них требуют предварительной предобработки данных или являются эвристическими методами, которые не всегда способны обеспечить достаточную точность и адаптивность в различных ситуациях. В связи с этим, актуальным является разработка новых методов, основанных на нейронных сетях, которые могут обучаться на больших объемах данных и производить прогнозы оптимальной траектории в реальном времени.

### **Результаты и обсуждение**

В контексте актуальности и существующих решений, использование нейронных сетей для прогнозирования оптимальной траектории движения мобильного робота предоставляет значительные преимущества. Нейронные сети обладают способностью обучаться на большом объеме данных и извлекать сложные зависимости между входными и выходными данными. Это позволяет им генерировать точные и адаптивные прогнозы, учитывая различные условия и сценарии движения. Такой подход обещает повысить эффективность и надежность навигации мобильных роботов, что имеет огромное значение для применений в различных отраслях.

В рамках разрабатываемого программного продукта будет использоваться нейронная сеть для определения первоначальной траектории робота, которая затем будет оптимизирована с использованием алгоритма *RRT*.

Основные требования к программному обеспечению включают возможность работы с различными картами местности, задание начального и конечного положений робота, а также отображение процесса планирования в реальном времени.

Результатом разработки такой системы автоматического планирования траектории будет значительное повышение эффективности и точности планирования движения

мобильных роботов. Это поможет развитию и внедрению мобильных роботов в различные сферы деятельности, улучшая их автономность и функциональность.

Архитектура приложения для автоматического планирования траектории мобильного робота, использующего нейронные сети и алгоритм *RRT*, включает следующие компоненты:

- пользовательский интерфейс;
- модуль обработки карты местности;
- нейронная сеть;
- модуль оптимизации траектории;
- модуль планирования движения;
- интерфейс управления роботом;
- модуль визуализации.

Пользовательский интерфейс обеспечивает взаимодействие пользователя с приложением. Пользователь может задавать параметры, такие как начальное и конечное положения робота, выбирать карту местности и наблюдать процесс планирования траектории в реальном времени.

Модуль обработки карты местности отвечает за загрузку и представление карты местности, на которой робот будет планировать свою траекторию.

Нейронная сеть отвечает за определение первоначальной траектории робота. Нейронная сеть может быть обучена на данных о предыдущих движениях робота или на симулированных данных. Она принимает входные данные, такие как начальное и конечное положения, и генерирует предварительную траекторию.

Модуль оптимизации траектории использует алгоритм *RRT* (Rapidly-exploring Random Tree) для оптимизации предварительной траектории, сгенерированной нейронной сетью. Алгоритм *RRT* выполняет пошаговое расширение дерева состояний, итеративно уточняя траекторию, чтобы избежать препятствий и достичь целевой точки.

Модуль планирования движения агрегирует результаты нейронной сети и оптимизации траектории, чтобы сформировать итоговую оптимальную траекторию движения робота. Включает в себя логику для преобразования и интерпретации данных от алгоритма *RRT* и нейронной сети.

Интерфейс управления роботом передает сформированную траекторию движения роботу.

Модуль визуализации обеспечивает визуализацию процесса планирования траектории и отображение сформированной траектории на карте местности. Пример визуализации процесса планирования показан на рисунке 1.

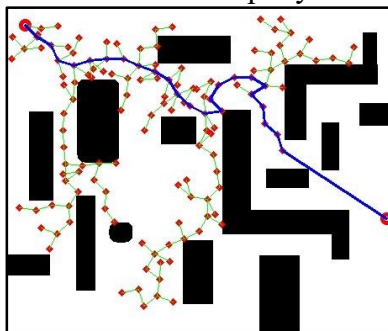


Рисунок 1 – Пример визуализации процесса планирования

Каждый из этих компонентов взаимодействует друг с другом, обеспечивая совместную работу приложения по планированию и оптимизации траектории движения мобильного робота.

### **Заключение**

В результате, разрабатываемая система автоматического планирования траектории движения мобильного робота, основанная на нейронных сетях и алгоритме *RRT*, обладает потенциалом для значительного улучшения эффективности и точности планирования движения. Ее применение будет способствовать развитию и внедрению мобильных роботов

в различные сферы деятельности, повышая их автономность и функциональность.

## **ДУГОВАЯ АДДИТИВНАЯ НАПЛАВКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С УПРАВЛЕНИЕМ ТЕПЛОВЛОЖЕНИЕМ И МОДИФИКАЦИЕЙ ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЫ SF<sub>6</sub>**

**Фетисова Е.А. (молодой ученый, ст. пр. каф. “ОиТСП”)**

**Коротеева А.А. (магистрант)**

**Лопатина А.А. (студент гр. СПР-201)**

*Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования “Белорусско-Российский университет”, Могилев, Республика Беларусь*

Научный руководитель – **Коротеев А.О.**

*(к.т.н., доцент, заведующий кафедрой “Оборудование и технология сварочного производства” “Белорусско-Российский университет”, Могилев, Республика Беларусь)*

**Аннотация:** рассмотрены вопросы эффективной адаптации дуговых сварочных технологий с управлением мощностью тепловложения для целей аддитивного синтеза изделий из алюминиевых сплавов. Предложена технология модификации защитной атмосферы галогенидным соединением SF<sub>6</sub> для снижения мощности дугового разряда

**Ключевые слова:** аддитивная наплавка, WAAM технология, галогенидное соединение, тепловложение, функционально-градиентные материалы, микроструктура, свойства

### **Введение.**

Одним из перспективных способов создания изделий сложной геометрии является применение аддитивных технологий. Такие способы позволяют существенно снизить затраты материала, получить сложный профиль поверхности практически в отсутствие ограничений проектирования, так как не связаны с возможностями обрабатываемого инструмента.

Наиболее распространёнными аддитивными технологиями создания изделий из металлических материалов, сталей и сплавов, являются лазерные технологии послойного сплавления порошкового материала (метод селективного лазерного сплавления и прямого выращивания). Способы обладают высокой точностью позиционирования пятна нагрева что обеспечивает высокую точность геометрической формы изделия. Вместе с тем существует проблема низкой производительности и обеспечения требуемого комплекса свойств получаемой заготовки. Порошковый материал при сплавлении склонен к образованию пористости в объеме изделия, обладает высокой стоимостью и сложностью получения, имеются ограничения в типе материала.

Одним из перспективных способов аддитивного производства является дуговая послойная наплавка (WAAM технология), позволяющая в 10...100 раз повысить производительность процесса. Кроме того, управление тепловложением в материал при его дуговом плавлении позволяет не только обеспечить гарантированное сплавление слоев, но и их управляемую термообработку, что благоприятно сказывается на формировании микроструктуры материала, обеспечивающей необходимый комплекс эксплуатационных характеристик.

Долгое время технология не рассматривалась в качестве конкурентоспособной в силу сложности управления расплавленным объемом на торце заготовки. Существующие технологии были связаны с большим тепловложением что приводило к отклонению геометрической формы, образованию волнистости боковой поверхности, перегреву предыдущих слоев материала. Современные сварочные технологии цифрового управления процессами переноса электродного металла позволили существенно повлиять на эти процессы что не только обеспечило высокую эффективность дуговых сварочных технологий для аддитивного синтеза изделий, но и вывело их на лидирующие позиции во многих областях. Особенно актуально это в случае необходимости обеспечения управляемого механизма формирования микроструктуры и свойств материала в процессе наплавки, что