

искусственных нейронных сетей. Благодаря предварительному длительному процессу обучения нейронной сети, достигается ускорение вычислений до приемлемой величины.

То есть мы тратим больше времени на этапе подготовки модели, но ускоряем работу в процессе моделирования.

При корректном выборе топологии искусственной нейронной сети, достаточным количеством обучающих данных и длительном времени обучения, физико-математическая модель на основе искусственных нейронных сетей по точности практически не будет уступать классическим моделям [4].

Но у моделирования с использованием искусственных нейронных сетей есть и ряд своих недостатков, таких как:

- чаще всего процесс создания модели на основе ИНС является эмпирическим, и не позволяет описать полученные закономерности на формальном языке;
- необходимо достаточное количество корректно подобранных наборов данных для обучения и тестирования ИНС;
- обучение ИНС может занимать длительное время и в случае неудачно подобранных параметров в ряде случаев может зайти в тупик;
- поведение ИНС не всегда может быть однозначно предсказуемо, что вызывает соответствующие риски.

Заключение. Искусственные нейронные сети являются мощным инструментом для моделирования физических процессов, и, в частности, процесса формирования низкоэнергетических пучков в источниках с плазменным эмиттером. Данный подход имеет большое преимущество в быстродействии по сравнению с классическими подходами через решение систем дифференциальных уравнений.

Выигрыш в быстродействии позволяет реализовать моделирование с предсказанием. В качестве примера применения такого использования, можно привести систему предотвращения срывов и гашения плазменного заряда.

Но использование искусственных нейронных сетей имеет и ряд недостатков, среди которых основными являются: необходимость наличия достаточного количества размеченных данных для обучения, длительное время обучения и невозможность сформулировать полученные закономерности, что делает полученную модель несколько непредсказуемой.

1. Plasma emission systems for electron- and ion-beam technologies / D. Antonovich [et al.] // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2017. – Vol. 21, issue 2. – P. 143-159.

2. Довгулевич, Д.А. Применение искусственных нейросетей в экспериментальной физике / Д.А. Довгулевич // XXIV научная сессия профессорско-преподавательского состава, Витебского филиала Международного университета "МИТСО", Витебск, апрель 2021 г.) / Витеб. гос. ун-т; редкол.: А.Л. Дединкин (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: Витебский филиал Международного университета "МИТСО", Витебск, 2021. – С. 144-145.

3. Антонович, Д.А. Построение физико-математической модели формирования потока заряженных частиц в источнике электронов с плазменным эмиттером / Д.А. Антонович, Д.В. Шидловская, Ю.В. Шиёнок // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М. Машэрава. – 2022. – № 2. – С. 15-20. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/33470>. – Дата доступа: 29.09.2022.

4. Dovgulevich, D. artificial neural networks as a tool for simulating physical processes / D. Dovgulevich // EUROPEAN AND NATIONAL DIMENSION IN RESEARCH. TECHNOLOGY: Electronic collected materials of XIII Junior Researchers' Conference, Novopolotsk, May 17-21, 2021 / Polotsk State University ; ed. Yu. Holubeu [et al.]. – Novopolotsk : PSU, 2021. – P. 109-110.

ОЦЕНИВАНИЕ КООРДИНАТ И ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ПО ДАННЫМ ПОДВИЖНОГО РАДИОПЕЛЕНГАТОРА

Шорец-Пашковский В.В.,

слушатель магистратуры кафедры автоматизирующей радиолокации и приема-передающих устройств УО «ВА РБ», г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Мороз А.Н., канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова. Оценивание координат и параметров движения источника радиоизлучения по данным подвижного радиопеленгатора.

Keywords. Estimation of the coordinates and motion parameters of the source of radio emission according to the data of the mobile radio direction finder.

Опыт военных конфликтов современности показывает, что огромное влияние на их ход оказывают малоразмерные беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Это влияние обусловлено широкими возможностями по ведению разведки, возможностью выполнения ударных функций (как в качестве БПЛА-камикадзе, так и в качестве многоразовых ударных комплексов), а также крайне высокой сложностью борьбы с ними. Процесс определения факта его присутствия, не говоря уже об определении его координат, является крайне сложным и проблематичным. Это объясняется малой эффективной отражающей поверхностью (ЭПР) таких объектов в радиодиапазоне, существенно ограничивающей возможности современных радиолокационных станций по их обнаружению, а также малыми размерами и оптической контрастностью снижающих возможности оптических средств разведки. В тоже время большинство таких объектов сами являются источниками излучения в том или ином диапазоне длин волн по причине необходимости передавать разведывательную информацию, поддерживать канал связи с пунктом управления и передавать на него видеoinформацию. Фиксация такого излучения будет свидетельствовать о присутствии БПЛА. В результате обработки такой информации с использованием законов радиопеленгации можно получить с различной степенью точности и информацию о координатах цели.

Материал и методы. Для решения этой задачи было осуществлено моделирование траектории движения БПЛА, а также синтезирован алгоритм движения подвижного пеленгатора электромагнитного излучения, позволяющий построить траекторию полета адаптивно траектории полета БПЛА и решить задачу определения вектора состояния БПЛА. При моделировании моделирования использовалось программное обеспечение MATLAB 2019.

Результаты и их обсуждение. По измерениям направления прихода излученного целью сигнала решена задача определения ее координат и составляющих вектора скорости. Измерителем направления выступал подвижный пеленгатор электромагнитного излучения. Для упрощения считалось, что цель и пеленгатор движутся в горизонтальной плоскости земной системы координат без тангажа и крена.

На Рисунок 2 изображено взаимное положение цели и пеленгатора в плоскости $O_g X_g Z_g$ земной системы координат в момент времени $k \cdot T_n$.

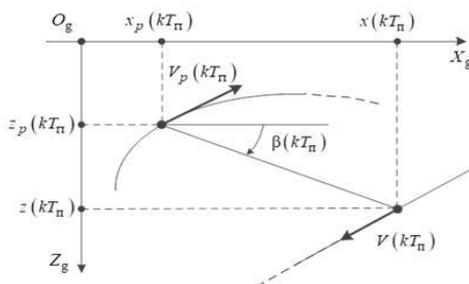


Рисунок 2 – Взаимное положение цели и пеленгатора на плоскости

Заключение. Для анализа рассмотрены следующие способы динамики как цели, так и пеленгатора: 1) неподвижны; 2) движутся равномерно и прямолинейно; 3) движутся равномерно с изменением курса; 4) движутся с тангенциальным ускорением. Результаты проведенного анализа подтвердили возможность решения указанной задачи с высокой точностью для случаев, когда динамика движения пеленгатора имела на одну производную больше, чем динамика цели. Таким образом, полученные результаты соответствуют теоретическим сведениям, указанным в [1].

1. Bar-Shalom, Y. Estimation with Applications to Tracking and Navigation / Y. Bar-Shalom, X.-R. Li, T Kirubarajan. – New York, USA: John Wiley & Sons, Inc, 2001. – 558 p.