

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ

Трубников А.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент

Иванов С.В. (Университет ИТМО)

Введение. В настоящее время «цифровой двойник» набирает популярность в промышленности на разных уровнях производства и для разных изделий. На сегодняшний день актуализируется вопрос применения цифрового двойника для морской техники, в том числе и военного назначения, например для подводных лодок и надводных кораблей различного типа. Это позволит облегчить проектировку судна, ускорить процесс рассмотрения и согласования проектов, снизить конечную стоимость изделия, за счет оптимального подбора параметров и материалов для изготовления. В период эксплуатации на основе цифрового двойника можно прогнозировать состояние системы, что может служить дополнительной информацией для личного состава и капитана судна при принятии решения, например, можно ли производить посадку летательного аппарата на палубу в условиях повреждения судна. Таким образом тема цифрового двойника для морской техники является актуальной.

В настоящее время при разработке составных частей цифрового двойника морской техники приходится сталкиваться с различными проблемами, такими как обработка большого объема данных, решение больших систем нелинейных дифференциальных уравнений, а также реализация взаимодействия между составными частями, данные проблемы сказываются на скорости производительности вычислительной техники, которая, в свою очередь, является одним из критериев эффективности цифрового двойника и должна быть близка к реальному времени, для разрешения данных проблем приходится прибегать к упрощению моделей отдельных частей или выбору методов применяя которые получается точность не удовлетворяющая заданной.

На текущий момент анализ зарубежных статей на тему цифрового двойника морской техники показал, что статьи в основном описывают проблему задачи устройства цифрового двойника, проблему передачи данных и применение цифрового двойника на этапах проектирования. В качестве объекта цифрового двойника взято надводное судно [1,2].

Основная часть. Поскольку тема цифрового двойника для морской техники является актуальной и не менее актуальной является методы моделирования самих составляющих цифрового двойника, поскольку адекватность составных частей напрямую влияют на адекватность всего цифрового двойника. Цифровой двойник может быть представлен в виде совокупности имитационных моделей, описывающих определенные подсистемы судна, то есть точность и скорость работы ЦД напрямую зависит от качества имитационных моделей и математических методов, используемых в них.

Поскольку исследование касается ЦД на этапе эксплуатации, интересующая область имитационных моделей связана с моделированием динамики судна и сложных систем трубопровода, поскольку именно там в этой области обнаружены проблемы скорости и точности работы вычислительных методов решения задач динамики. Для моделирования этих задач используются:

- дифференциальные уравнения и численные методы,
- искусственные нейронные сети, в основе которых заложены набор данных,
- Совокупность двух подходов: нейронные сети, базирующиеся на физических законах (Physics-Informed Neural Networks, PINN) [3,4].

Выводы. Анализ методов моделирования позволит определить наиболее перспективную область для исследования метода разработки имитационных моделей для цифровых двойников морской техники.

Список использованных источников:

1. Zini A., Petacco N. Digital Twin in Naval Environment // STO-MP-AVT-369, NATO Science & Technology Organization – 2024 – P. 1–13.
2. Solarna D., Staccini F., Tremori A. Digital Twin: a bridge between simulation and real world in the Maritime Environment // STO-MP-MSG-207, NATO Science & Technology Organization – 2023 – P. 20–36.
3. Farea A., Yli-Harja O., Emmer-Streib F. Understanding Physics-Informed Neural Networks: Techniques, Applications, Trends, and Challenges // AI – 2024 – № 5. – P. 1534–1557.
4. Kaklis D., Varlamis I., Giannakopoulos G., Varelas T., Spyropoulos D. Enabling digital twins in the maritime sector through the lens of AI and industry 4.0 // International Journal of Information Management Data Insights – 2023 – № 3.

Трубников А.В. (автор)

Подпись

Иванов С.В. (научный руководитель)

Подпись