

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАНС ПО ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ ТРАЕКТОРИИ

**Петрова Александра Михайловна¹, Данилов Кирилл Николаевич²,
Золотухин Данил Владимирович², Гамс Анастасия Вадимовна²,
Бочарова Виктория Валерьевна²**

¹Владивостокский государственный университет

²МГУ им. адм. Г.И. Невельского
aleksandrapetrova@gmail.com, kirilldaniilov755@gmail.com, sadfast123@mail.ru,
gams@msun.ru, my_viktor@mail.ru

В статье рассмотрено прямолинейное движение морского автономного надводного судна. Предложена математическая модель, учитывающая заданное расстояние и скорость движения с поправкой на ветер и течение. Представлена блок-схема реализации алгоритма расчета положения судна для корректировки его движения.

Ключевые слова: траектория, математическая модель, алгоритм, МАНС, движение.

SIMULATION OF THE MOVEMENT OF THE MASS IN A STRAIGHT TRAJECTORY

**Petrova Alexandra Mikhailovna¹, Danilov Kirill Nikolaevich²,
Zolotukhin Danil Vladimirovich², Gams Anastasia Vadimovna²,
Bocharova Victorya Valeryevna²**

¹Vladivostok State University

²MSU named after adm. G.I. Nevelskoy
aleksandrapetrova@gmail.com, kirilldaniilov755@gmail.com, sadfast123@mail.ru,
gams@msun.ru, my_viktor@mail.ru

The article considers the rectilinear movement of a maritime autonomous surface ships. A mathematical model is proposed that takes into account the given distance and speed of movement, corrected for wind and current. A block diagram of the implementation of the algorithm for calculating the position of the vessel to correct its movement is presented.

Keywords: trajectory, mathematical model, the algorithm, MASS, the movement.

В наше время актуальность развития автоматизации транспорта, а именно морского, является неоспоримой. Постепенно мировые морские компании внедряют все больше безэкипажных судов. Их операционные возможности и габаритные свойства так же разнообразны [1].

Использование безэкипажных судов подразумевает создание определенной системы их эксплуатации, что в свою очередь требует решить такие проблемы как обеспечение экологически надежное и безопасное функционирование в рамках правил мирового судоходства, проведение анализа для выявления типов и размерной сетки судов, создание определенного перечня операционных возможностей безэкипажных судов [2]. На рисунке 1 представлены модели безэкипажных судов.

На рисунке 2 изображено первое российское судно-беспилотник – «Пионер-М», построенный для Севастопольского госуниверситета на Средне-Невском судостроительном заводе в Санкт-Петербурге, которое в конце августа 2022 года отправилось в Севастополь [3].

Термин МАНС (морское автономное надводное судно) был принят Комитетом по безопасности на море (MSC) Международной морской организации (ИМО) на 98 сессии – MSC (98) 13 июня 2017 года [2]. Из-за роста популярности судов данного возникает потребность в создания способов дистанционного контроля их передвижение, для их безопасной работы и соседствования с судами классического типа. Для обеспечения безопасности судо-вождения необходим непрерывный контроль перемещения судна [4].



Рис. 1. Модели безэкипажных судов



Рис. 2. Инновационное научно-исследовательское судно «Пионер-М»

Одной из подзадач этой задачи является моделирование прямолинейного движения судна безэкипажного типа.

Для решения данной подзадачи рассматривается перемещение судна из пункта А в пункт В за заданный отрезок времени T .

Входными параметрами являются: путь судна S ; начальная скорость движения судна $v_{дв(0)}$; контрольный отрезок времени t_i [5].

Траектория движения судна будем рассматривать как массив дискретных значений S_i , которые определяются как расстояние, пройденном судном за заданный промежуток времени t_i с учетом скорости судна на этом участке (рис.3):

$$S_i = v_{\text{дв}(i)} \cdot t_i \quad (1)$$

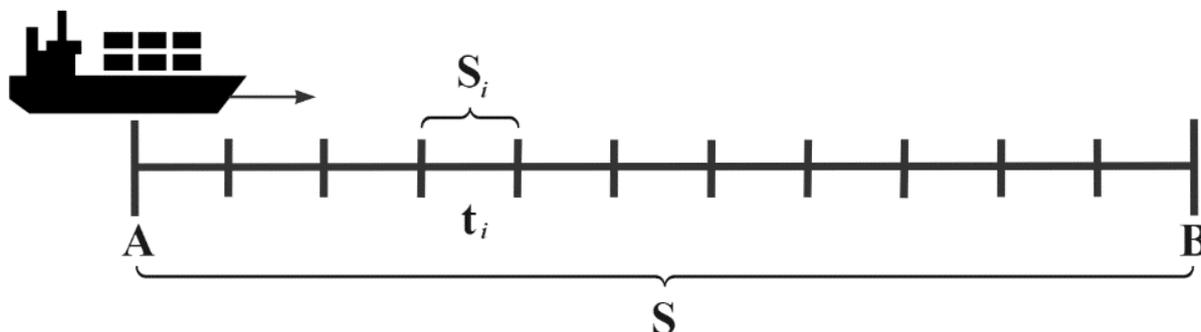


Рис. 3. Постановка задачи

Для промежуточного контроля положения введем координату x_i , которая рассчитывается по формуле (2):

$$x_i = x_{i-1} + S_i, \quad (2)$$

где x_{i-1} – предыдущее положение судна (в начальной точке: $x_0 = 0$).

При прохождении контрольного отрезка времени проводится сравнение с реальной координатой ($x_{\text{реал}}$), полученной с помощью GPS. Если судно находится в контрольной точке, т.е. $x_{\text{реал}} = x_i$, то корректировка скорости судна не производится.

Если судно не вышло на контрольную точку, т.е. $x_{\text{реал}} \neq x_i$, то происходит корректировка скорости судна по формуле (3):

$$v_{\text{дв}(i+1)} = v_{\text{реал}} - v_{\text{вл}}, \quad (3)$$

$$v_{\text{вл}} = v_{\text{реал}} - v_{\text{дв}(i)}, \quad (4)$$

где $v_{\text{реал}}$ – реальная скорость судна; $v_{\text{вл}}$ – скорость судна, которую задают внешние факторы, определяется по формуле (4).

Блок схема алгоритма (1) – (4) представлена на рисунке 4.

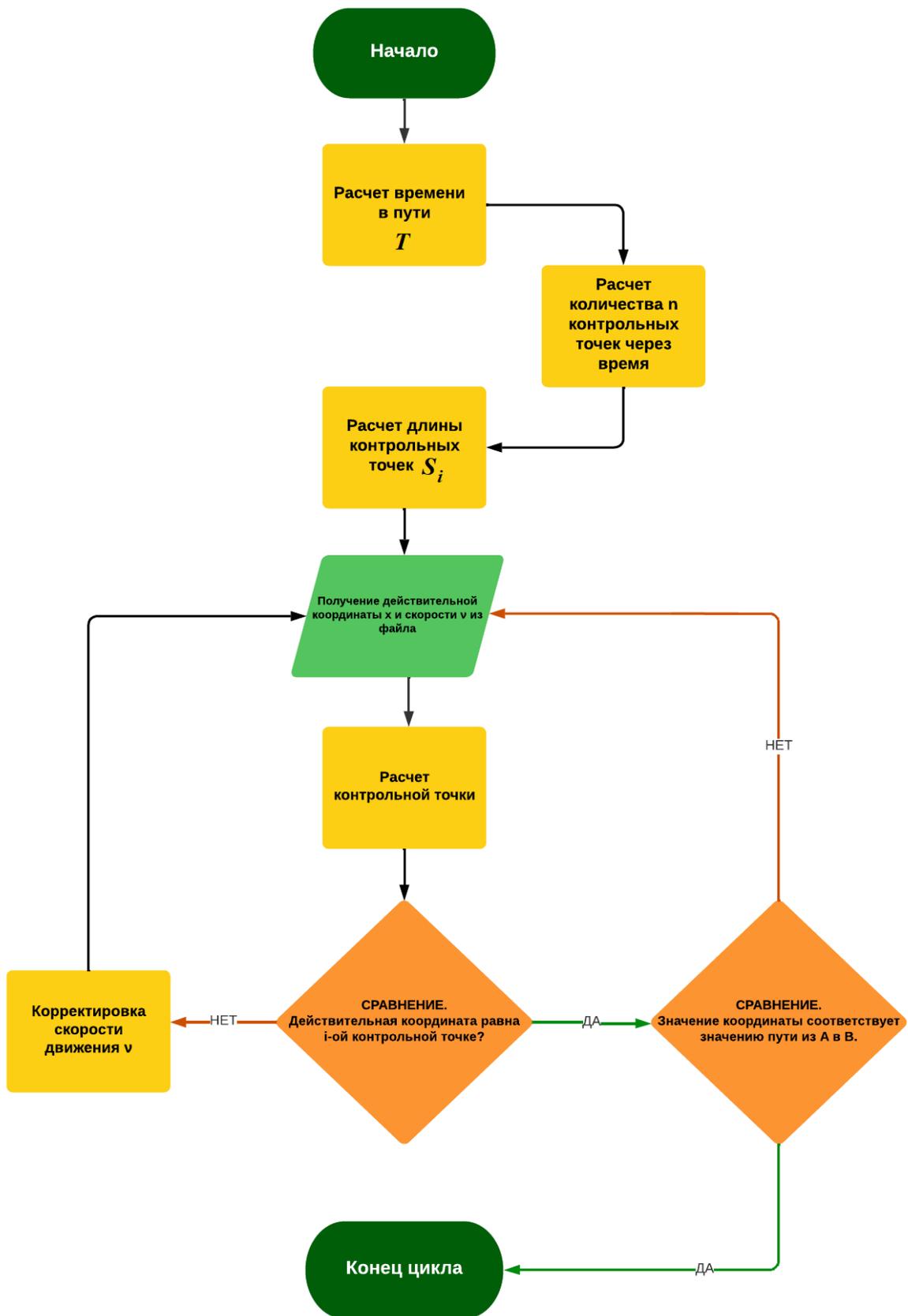


Рис. 4. Блок-схема алгоритма

Реализация предложенного алгоритма предполагает программное исполнение с дальнейшей портированием на микроконтроллер.

Список источников и литературы:

1. Акмайкин Д.А., Гамс А.В. Использование современных информационных систем автономного управления судами для практической подготовки судоводителей // Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 57, № 3. С. 14–18.
2. Штаев Д.В., Акмайкин Д.А., Гамс А.В. Подходы к классификации безэкипажных судов в целях проведения натурных испытаний // 69-я Международная молодежная научно-техническая конференция «Молодежь. Наука. Инновации». 2021. С. 410-415.
3. НИС «Пионер-М» // Севастопольский государственный университет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sevsu.ru/uni/pioneer/> (Дата обращения: 12.12.2022).
4. Гамс А.В. Тенденции развития безэкипажного (автономного) судовождения в России // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61, № 3. С. 57–63.
5. Дмитриев В.И., Рассукованый Л.С. Навигация и локация, навигационная гидрометеорология, электронная картография: учебник для средних профессиональных учебных заведений. М.: Моркнига, 2016. 312 с.