

---

---

безпосередньо засобами середовища MathCad, так і компілювати в DDL-бібліотеки. Інтегрування здійснюється методом Рунге-Кутта четвертого порядку з перевіркою на кожному кроці інтеграції отриманого результату на предмет досягнення певних значень і умов.

**Zhilentov A.**

### **SOLVING OF NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS AND THEIR SYSTEMS TO DESCRIBE THE CONTROLLED SEMICONDUCTOR CONVERTERS BY MATHCAD**

*Examples are given of the construction of mathematical models that describe the operation of schemes of semiconductor converters with features created for the solutions of the nonlinear equations and their systems. Proposed functions may be described as means directly medium MathCad, and compiled into DDL-library. The integration is carried out by the Runge-Kutta fourth-order with a check for every step of the integration of the result for the achievement of certain values and conditions.*

УДК 681

**Голиков С.П., Сметюх Н.П.**

### **АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ТРАЛОВОГО ЛОВА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ**

*В статье проведен анализ процесса тралового лова, определены динамические характеристики процесса как объекта управления. Составлена схема процесса, показана взаимосвязь внутренних параметров и внешних воздействий сложной системы. Представлены основные элементы композиционной схемы процесса тралового лова в структуре взаимосвязи параметров сложной системы.*

**Ключевые слова:** трал, промысел, динамическая характеристика, ваер.

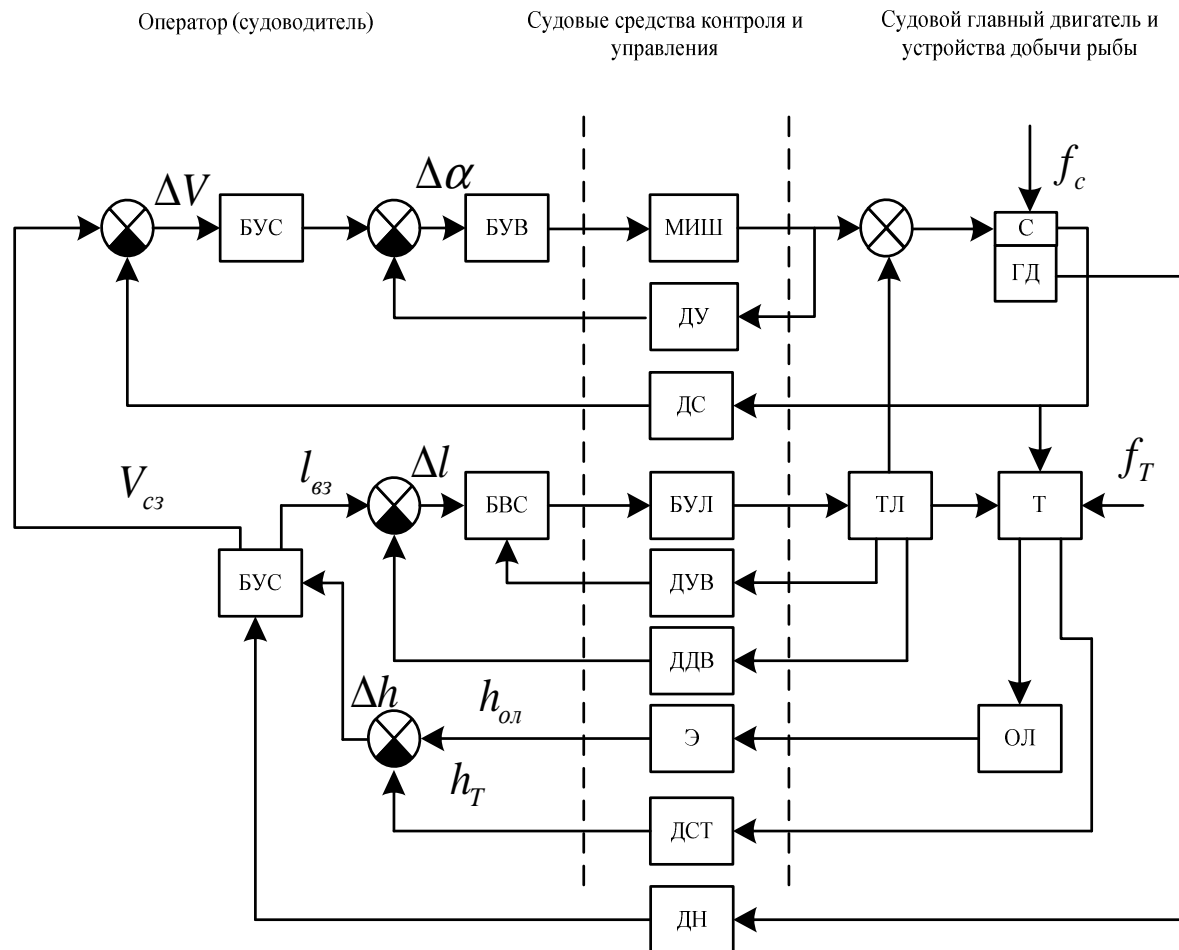
**Введение.** Среди продуктов питания, необходимых человеческому организму для нормального функционирования, особое место занимают морепродукты. Преобладающая часть мировой продукции рыболовства (70-75 млн.т) состоит из морских рыб, добываемых многочисленным рыболовным флотом (1170 тыс. единиц, тоннаж 25,4 млн.т). К 2025 году прогнозируется увеличение морских уловов до 130 млн. тонн и соответствующее увеличение количества рыболовных судов.

Современный рыбодобывающий флот превратился в мощный инструмент комплексного воздействия на морские экосистемы, что требует усиления мер по контролю и регулированию промысла с целью одновременного повышения промысловой эффективности и сохранения устойчивой сырьевой базы. Создание и внедрение автоматизированных управляющих промысловых комплексов является важнейшим этапом перехода к рациональному использованию биологических ресурсов, сокращению энергетических затрат на добычу объектов лова и улучшению качества добываемого сырья. Основным видом океанического промысла в настоящее время является траловый лов, на долю которого приходится 70% добытых морепродуктов, причем на долю разноглубинного тралового лова – 40%.

**Анализ литературных данных и постановка задачи.** Как было показано в работах [1,2] для получения полной характеристики процесса тралового лова необходим синтез математической модели системы «объект лова – трал – траловая лебедка – пропульсивный комплекс судна». Существующие математические модели [3,4] не в полной мере

удовлетворяют требованиям для построения систем автоматизации. Для формализации задачи автоматизации процесса тралового лова проведем его анализ как объекта управления.

**Результаты исследования.** Схема, описывающая процесс тралового лова представлена на рис.1.



**Рис.1. Схема процесса тралового лова:** БУС – блок установки скорости, БУВ – блок установки угла разворота лопастей ВРШ, МИШ – механизм изменения шага винта, С – судно, ГД – главный двигатель, ДУ – датчик угла разворота лопастей ВРШ, ДС – датчик скорости, БУС – блок управления системой, БВС – блок установки скорости ваеров, БУЛ – блок управления траловой лебедкой, ТЛ – траловая лебедка, Т – трал, ДУВ – датчик усилия в ваерах, ДДВ – датчик длины ваеров, ОЛ – объект лова, Э – эхолот, ДСТ – датчик состояния трала, ДН – датчик загрузки главного двигателя.

Данные о горизонте хода, вертикальном раскрытии трала и расстоянии трала от дна поступают от датчика состояния трала – тралового зонда (ДСТ) к судоводителю, который сопоставляет их с величиной заглубления косяка и глубиной моря под килем судна. Указанная информация поступает от эхолота (Э). Полученная величина рассогласования анализируется в блоке управления системой (БУС) с учетом скорости судна, загрузки главных двигателей, усилия в ваерах, длины вытравленных ваеров. В результате анализа с учетом прогнозируемой траектории движения косяка рыбы и предполагаемой траектории вывода трала принимается решение об изменении скорости судна, длины вытравленных ваеров либо того и другого одновременно. Изменение указанных параметров осуществляется воздействием на орган управления ВРШ и траловой лебедки.

Необходимо отметить наличие взаимного влияния параметров друг на друга. При изменении скорости судна скорость перевода трала с одного горизонта на другой определяется рядом факторов, в том числе и динамическими свойствами судна и трала. Если перевод трала осуществляется одновременным изменением скорости судна и длины вытравленных ваеров, то одним из определяющих факторов является скорость выгибания. В обоих случаях происходит изменение сопротивления нагрузки, создаваемой тралом, что приводит к изменению скорости судна.

В целом взаимосвязь управляющих воздействий и выходных величин показана в табл. 1.

Таблица 1.

**Взаимосвязь параметров сложной системы**

		Выходные параметры						
		Глубина хода трала	Усилие в ваерах	Скорость судна	Длина ваеров	Скорость ваеров	Загрузка главного двигателя	Загрузка траловой лебедки
Входные воздействия	Угол разворота лопастей ВРШ	+	+	+	-	-	+	+
	Положение органа управления траловой лебедки	+	+	+	+	+	+	+
Влияющие параметры	Глубина хода трала	-	-	-	-	-	-	-
	Усилие в ваерах	-	-	+	-	-	+	+
	Скорость судна	+	+	-	-	-	+	+
	Длина ваеров	+	-	-	-	-	-	-
	Скорость ваеров	+	+	-	-	-	+	+

Указанная взаимосвязь подтверждается графиками переходных процессов трала, полученными экспериментальным путем [5]. При управлении глубиной хода трала путем изменения скорости судна имеет место апериодический переходный процесс с большой постоянной времени, что характеризует объект управления как динамическое звено высокого порядка с большой инерционностью.

При управлении глубиной погружения трала путем изменения длины ваеров процесс происходит быстрее, с меньшей постоянной времени.

Анализ существующих математических моделей [2] показал, что дифференциальные уравнения, описывающие судно и трал как отдельные системы, как правило нелинейные. Соответственно, и обобщенная модель также будет состоять из нелинейных дифференциальных уравнений.

Учитывая сложность всей системы, для построения математической модели, описывающей процессы тралового лова, необходимо в соответствии с методами системного анализа произвести декомпозицию сложной системы с целью ее разбиения на ряд взаимосвязанных подсистем. В качестве критерия разделения сложной системы на блоки (подсистемы) примем подчиненность связей выходных параметров между собой и с выходными параметрами. В результате получим четыре подсистемы: судно; трал; траловая лебедка, энергетическая установка судна.

**Выводы.** В соответствии с выбранными подсистемами математическое описание всей системы может быть представлено в виде следующих групп уравнений: 1. Уравнения,

описывающие движение судна и трала и взаимодействие между этими элементами. 2. Уравнения, описывающие изменение параметров траловой лебедки при усилиях в ваерах. 3. Уравнения, описывающие загрузку главного двигателя при изменении скорости судна и усилия в ваерах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков С.П. Проблемы и задачи автоматизации тралового лова / С.П. Голиков, Н.П. Сметюх, О.С. Скидан. – Херсон. Збірник наукових праць всеукраїнської науково-практичної конференції «сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування», 2013 р.
2. Голиков С.П. Математическое моделирование элементов тралового комплекса / С.П.Голиков, Н.В. Ивановский, С.Г.Чёрный, Н.П.Сметюх, О.С.Скидан // Водный транспорт. Збірник наукових праць Київської державної академії водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного. К. : КДАВТ, 2013 – №2(17) – С. 181-190.
3. Альтиуль Б.А. Динамика траловой системы / Б.А. Альтиуль, А.Л.Фридман - М., 1990.-240 с.
4. Трунин К.С. Динамика системы «судно – траловая лебедка – ваер – трал» / К.С. Трунин // Сборник научных трудов «Динамика и прочность судовых машин» / Николаев. – 1981. – Вып. 182. – С. 36-43.
5. Михлин Л.П. : Основы автоматики и автоматизации процессов добычи рыбы : Учеб. пособие / Л.П. Михлин, В.Ф. Пономарев // М.: Пищевая промышленность, 1977. – 279 с.

**Голиков С.П., Сметюх Н.П.**

#### **АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ТРАЛОВОГО ЛОВУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ**

*У статті проведено аналіз процесу тралового лову, визначені динамічні характеристики процесу як об'єкта управління. Складено схему процесу, показано взаємозв'язок внутрішніх параметрів і зовнішніх впливів складної системи. Представлені основні елементи композиційної схеми процесу тралового лову в структурі взаємозв'язку параметрів складної системи.*

**Ключові слова:** трал, промисел, динамічна характеристика, ваер.

**Golikov S., Smetuh N.**

#### **ANALYSIS OF TRAWLING AS AN OBJECT OF AUTOMATION**

*This article analyzes the process of trawling, defined the dynamic characteristics of the process as a control object. The scheme of the process, showing the relationship of the internal parameters and external influences complex system. The main elements of compositional design process trawling in the structure of the relationship parameters of a complex system.*

**Keywords:** trawl, fishery, dynamic response, warp.

УДК 656.615.073.28.679

**Вильдяева Л.Н.**

#### **АППРОКСИМАЦИЯ СИНУСОИДОЙ $Y = A \cdot \sin(B \cdot X)$ КРИВОЙ, ЗАДАННОЙ ДИСКРЕТНО**

*В данной статье ставится задача определения коэффициентов  $a$  и  $b$  кривой  $y = a \cdot \sin(b \cdot x)$ . Задача решается методом наименьших квадратов. В результате дифференцирования условной функции получаем систему нелинейных трансцендентных*