

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»  
(СПбГМТУ)**

# **Система динамического позиционирования ледокола проекта 22600**

Выполнил:  
ст.гр. 5540 Чуюн И.С.

Руководитель:  
Семидетнов Николай Владимирович

## Объект исследования

Объектом исследования в данном проекте является система динамического позиционирования, входящая в состав системы управления морским подвижным объектом (СУ МПО).

## Предмет исследования

Динамическая система позиционирования (СДП) судна Navis Nav DP 4000 линейного дизельного ледокола проекта 22600 «Виктор Черномырдин».

## Функции системы

- Компенсация внешних воздействий на судно;
- Удержание судна на заданной точке.

## Проблема –точность позиционирования

Основные погрешности возникают в блоке управления двигателями в связи с шумами сопровождающими сигналы датчиков.

# Области применения СДП

- Морское бурение при добыче полезных ископаемых
- Укладка глубоководных кабелей и трубопроводов
- Обеспечение водолазных и глубоководных работ
- Швартовка судна
- Забор нефти с плавучих платформ
- Поисково-спасательные операции





**Линейный дизельный ледокол проекта 22600 «Виктор Черномырдин»**

- **Класс судна**

КМ Icebreaker8 [2] AUT1-ICS OMBO DYNPOS-2 FF2WS EPP HELIDECK-H ANTI-ICE WINTERIZATION (-40) ECO-S Special Purpose Ship.

- **Проектант**

ЦКБ "Айсберг".

- **Назначение:**

проводка судов в составе каравана, буксировка, участие в спасательных операциях, обеспечение подводно-технических работ, выполнение функций пожарного судна на трассе СМП, а так же самостоятельная проводка судов на мелководных арктических участках и в устьях сибирских рек;

- **Архитектурно-конструктивный тип:**

морское с двумя полноповоротными винто-рулевыми колонками, одной линией вала в ДП с винтом фиксированного шага, двумя носовыми подруливающими устройствами

- **Основные характеристики:**

Длина – 142,4 м;

Ширина – 29 м;

Водоизмещение – 22258 т;

Мощность – 25МВт;

Скорость хода – 17 узлов;

Ледопроходимость – 2 м;

Автономность плавания – 60 суток;

Экипаж – 38 человек;

Спецперсонал – 90 чел.

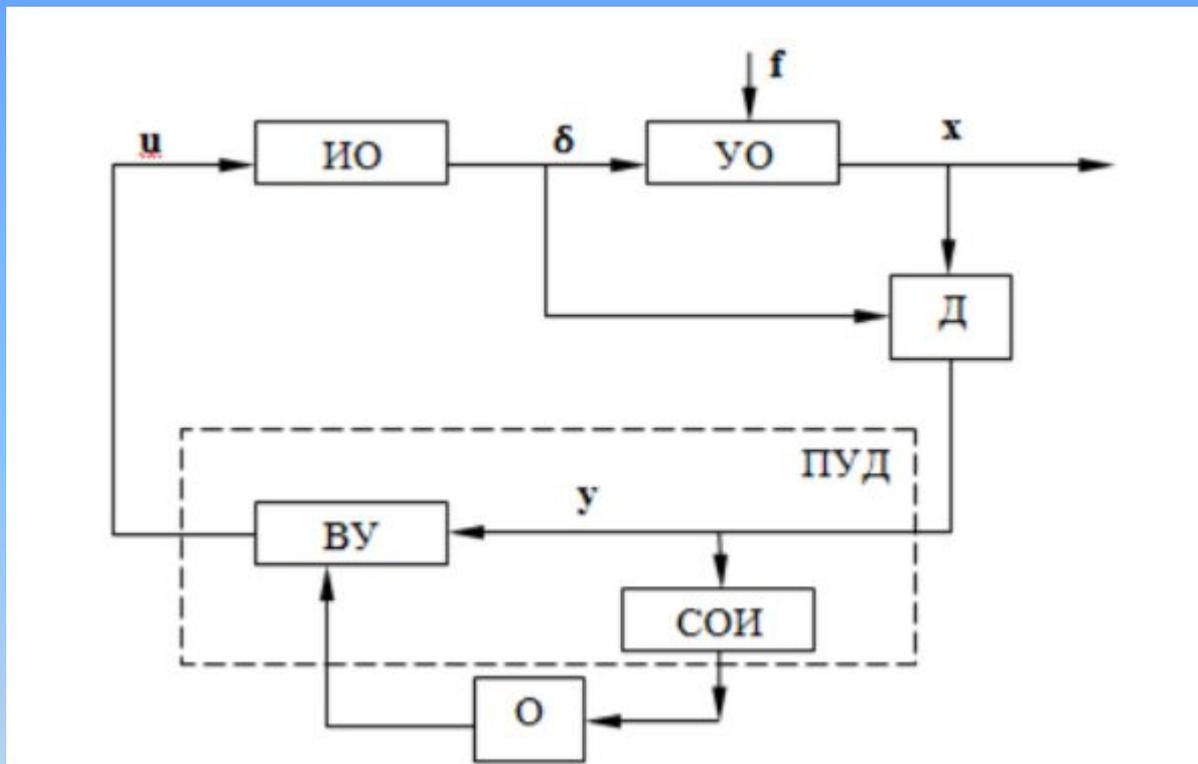
# Функциональный состав системы

## Основные функции и подсистемы:

- Система стабилизации курса
- Система стабилизации путевого угла
- Стабилизация боковых отклонений судна
- Динамическое позиционирование



# Типовая структура системы управления



**УО** – управляемый объект

**Д** – датчики кинематических параметров судна

**ИО** – исполнительные органы

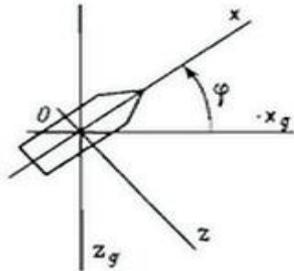
**ПУД** – пульт управления движением

**СОИ** – средства отображения информации

**О** – оператор

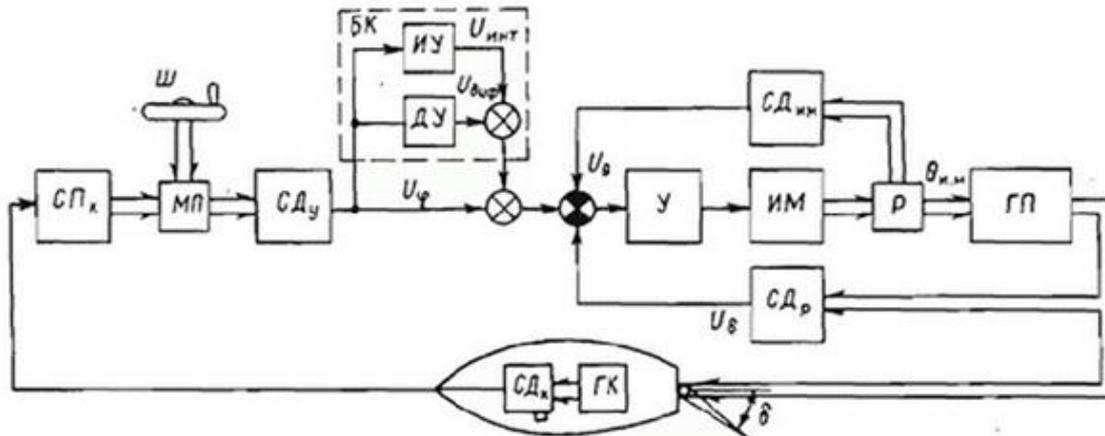
**ВУ** – вычислительное устройство

# Система стабилизации курса

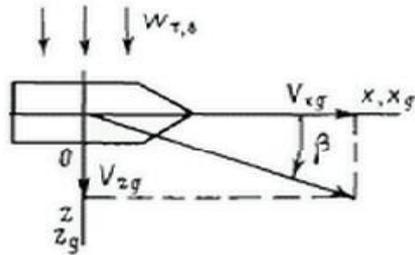


$\varphi(t) = K_0 - K(t)$  - угол рыскания

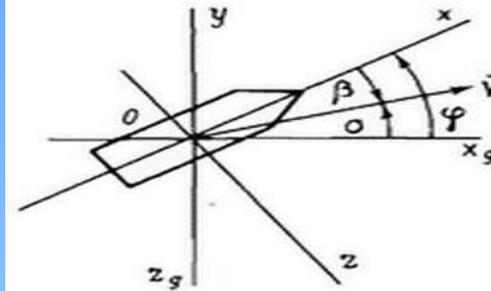
Автоматическая система управления курсом



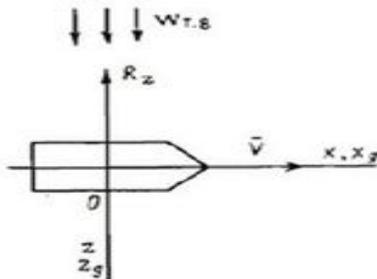
# Стабилизация путевого угла



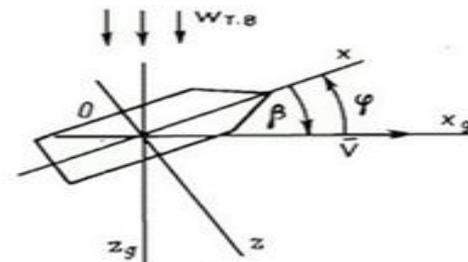
Неконтролируемый снос судна



Ориентация вектора скорости



Компенсация дрейфа судна



Парирование дрейфа судна

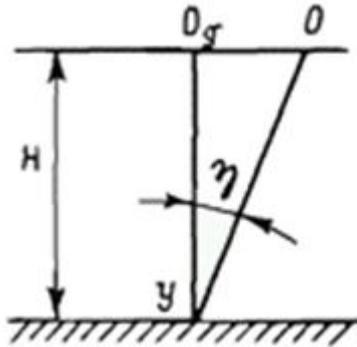
# Стабилизация боковых отклонений



$Z_g = V_0(\beta - \varphi)$  - мгновенная величина бокового отклонения от заданной траектории

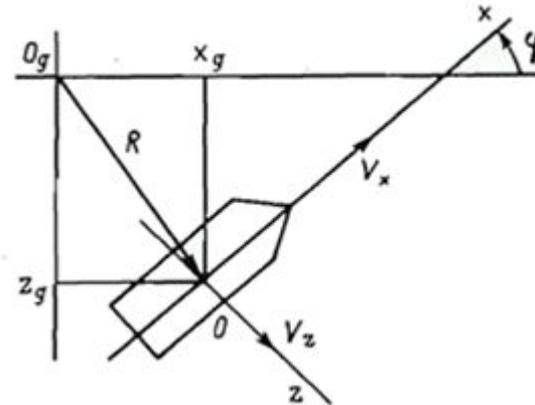
# Динамическое позиционирование

## Смещение над точкой бурения



$$R_{\max} = H \operatorname{tg} \eta \approx (0,05 \div 0,1)H,$$

## Смещение при неуправляемом дрейфе



$$R_{x \text{ упр}} = g_{x1} x_g + g_{x2} V_x + F_{x \text{ вв.в}}$$

$$R_{z \text{ упр}} = g_{z1} z_g + g_{z2} V_z + F_{z \text{ вв.в}}$$

$$M_{y \text{ упр}} = g_{y1} (\varphi_0 - \varphi) + g_{y2} \omega_y + F_{y \text{ вв.в}},$$

возмущения:

$$F_{x \text{ вв.в}}, F_{z \text{ вв.в}}, F_{y \text{ вв.в}}$$

$\varphi_0$  - задаваемая ориентация

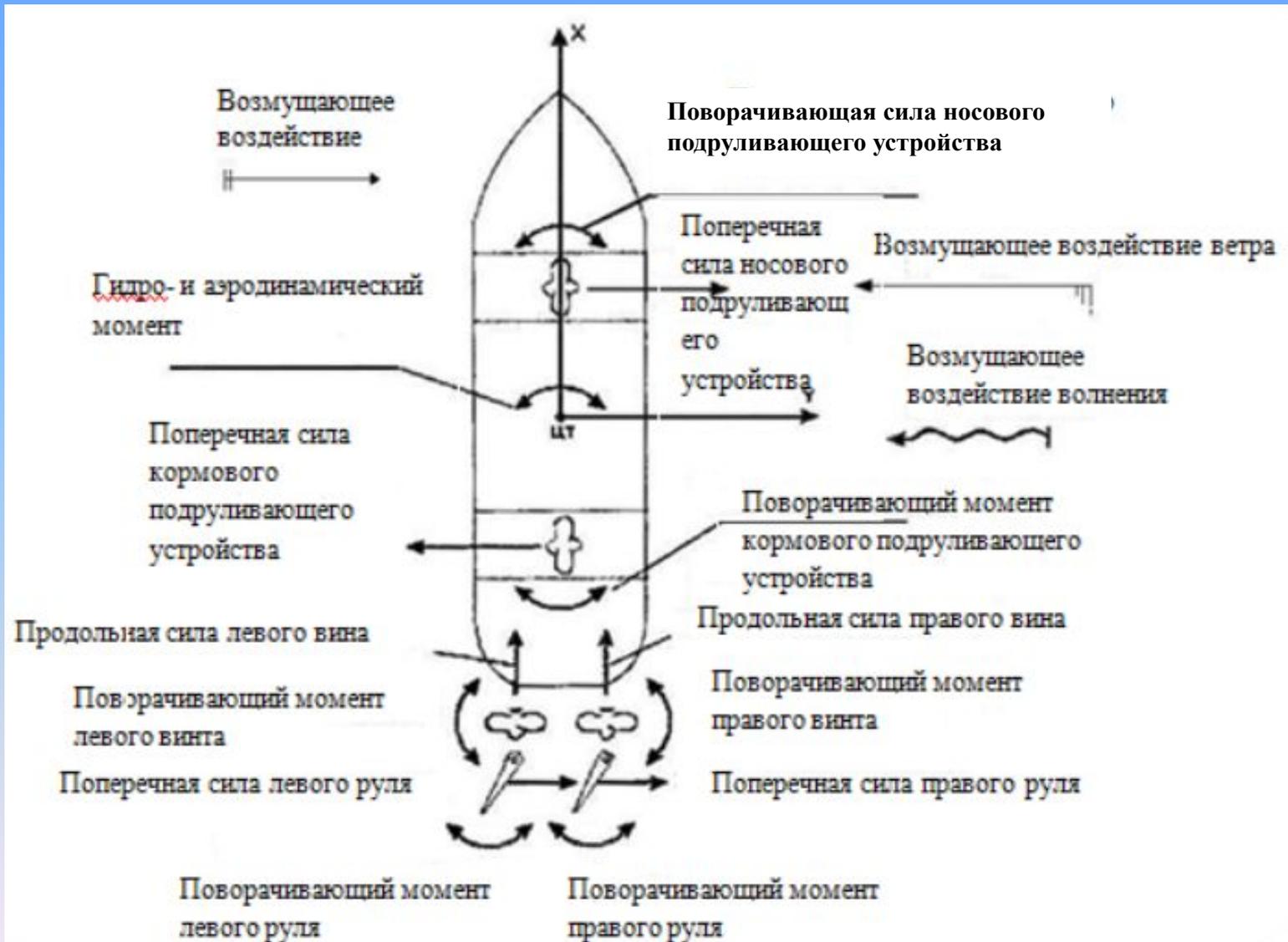
# Классификация

IMO	DNV	Lloyd	ABS	BV
Class 0	DNV/T	DP(CM)	DPS-0	DYNAPOS SAM
Class 1	DNV-AUTS	DP(AM)	DPS-1	DYNAPOS AM/AT
Class 2	DNV-AUTR	DP(AA)	DPS-2	DYNAPOS AM/AT R
Class 3	DNV-AUTRO	DP(AAA)	DPS-3	DYNAPOS AM/AT RS

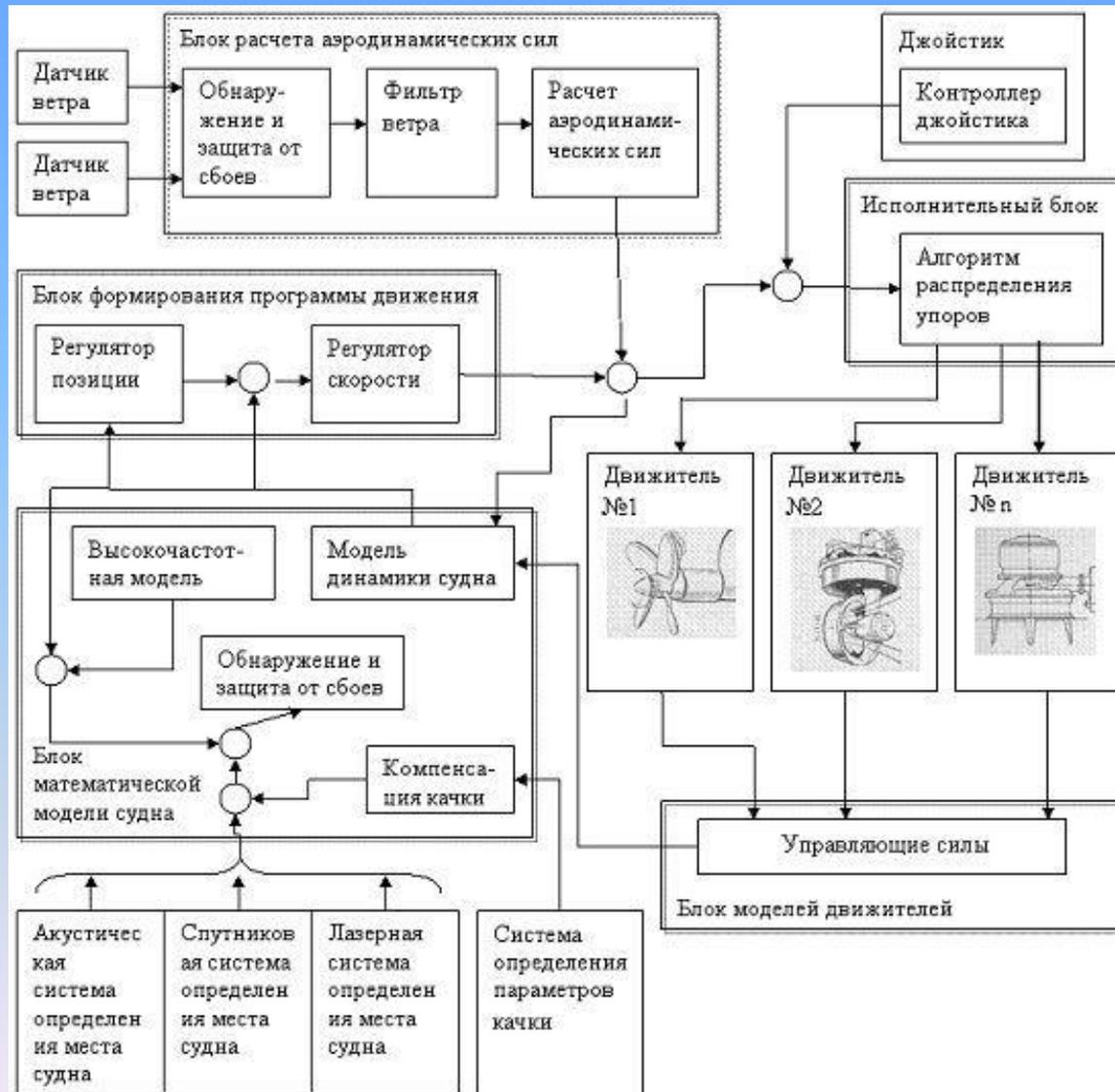
Для оборудования СДП потеря позиции судном может наступить вследствие неисправности:

- Одного из компонентов для 1го класса;
- Одного из компонентов или системы для 2го класса;
- Одного из компонентов или системы, а так же выход из строя любого статического компонента для системы 3го класса;
- Ручной контроль курса и ручной контроль позиции оператором для 0го класса.

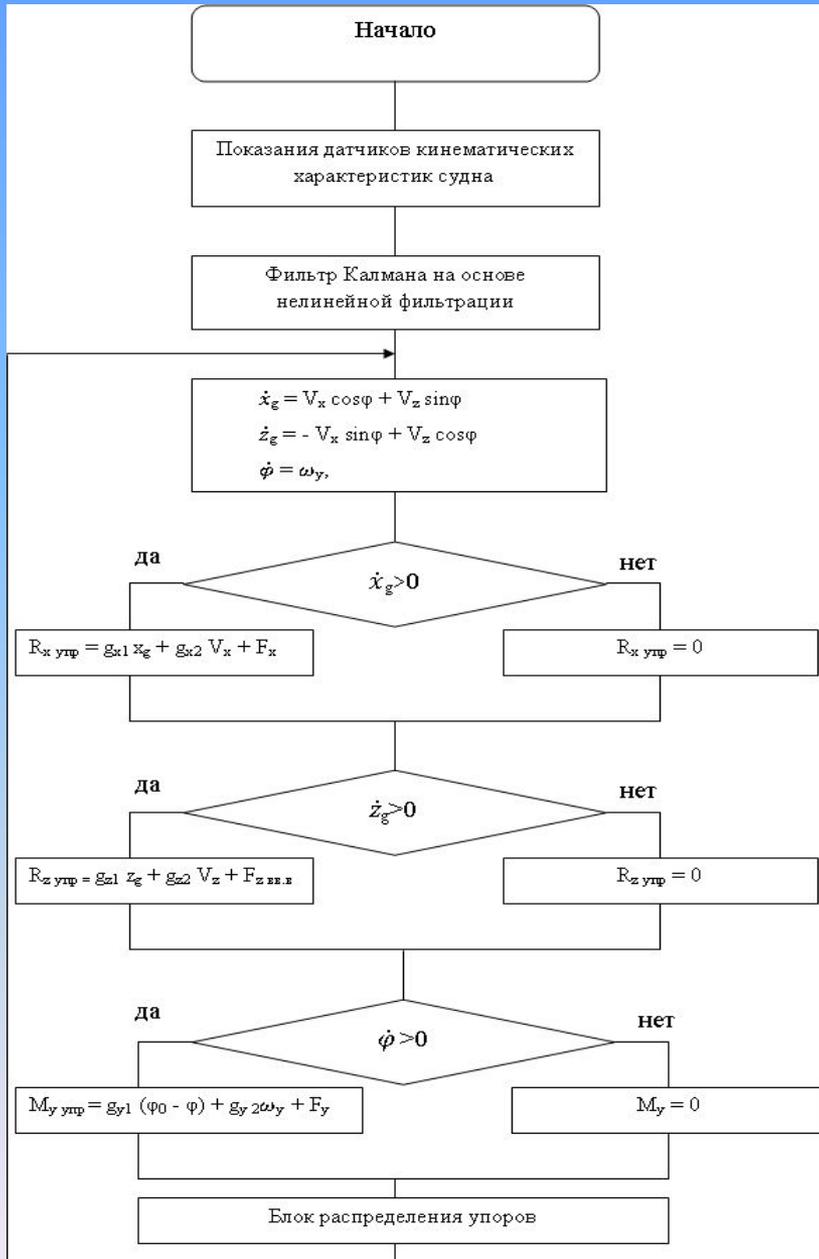
# Типовая конфигурация двигателей



# Структура системы позиционирования



# Алгоритм вычисления управления



← фильтрация шумов

← расчет параметров судна

← проверка поперечного отклонения

← проверка продольного отклонения

← проверка наличия угла рыскания

← передача усилий на движители

# Заключение

- Рассмотрены функции и структура систем динамического позиционирования.
- Принципы построения систем описаны на примере системы динамического позиционирования судна для проекта 22600.
- Выполнен анализ факторов влияющих на точность позиционирования.
- Рассмотрен возможный алгоритм управления двигателями с применением нелинейной фильтрации внешних возмущений.



**Спасибо за внимание**