

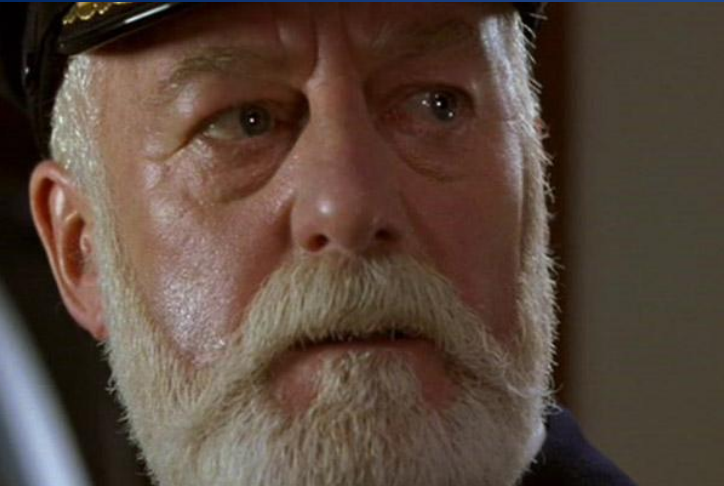
*Автор работы: А.М.Ахметжанова*  
*Руководитель: А.А.Равин*

*Дипломная работа*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ЭКСТРЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ  
СУДНА**

# «ТИТАНИК»

15 апреля 1912 г.



# Последствия СТОЛКНОВЕНИЯ СУДОВ



active

passive

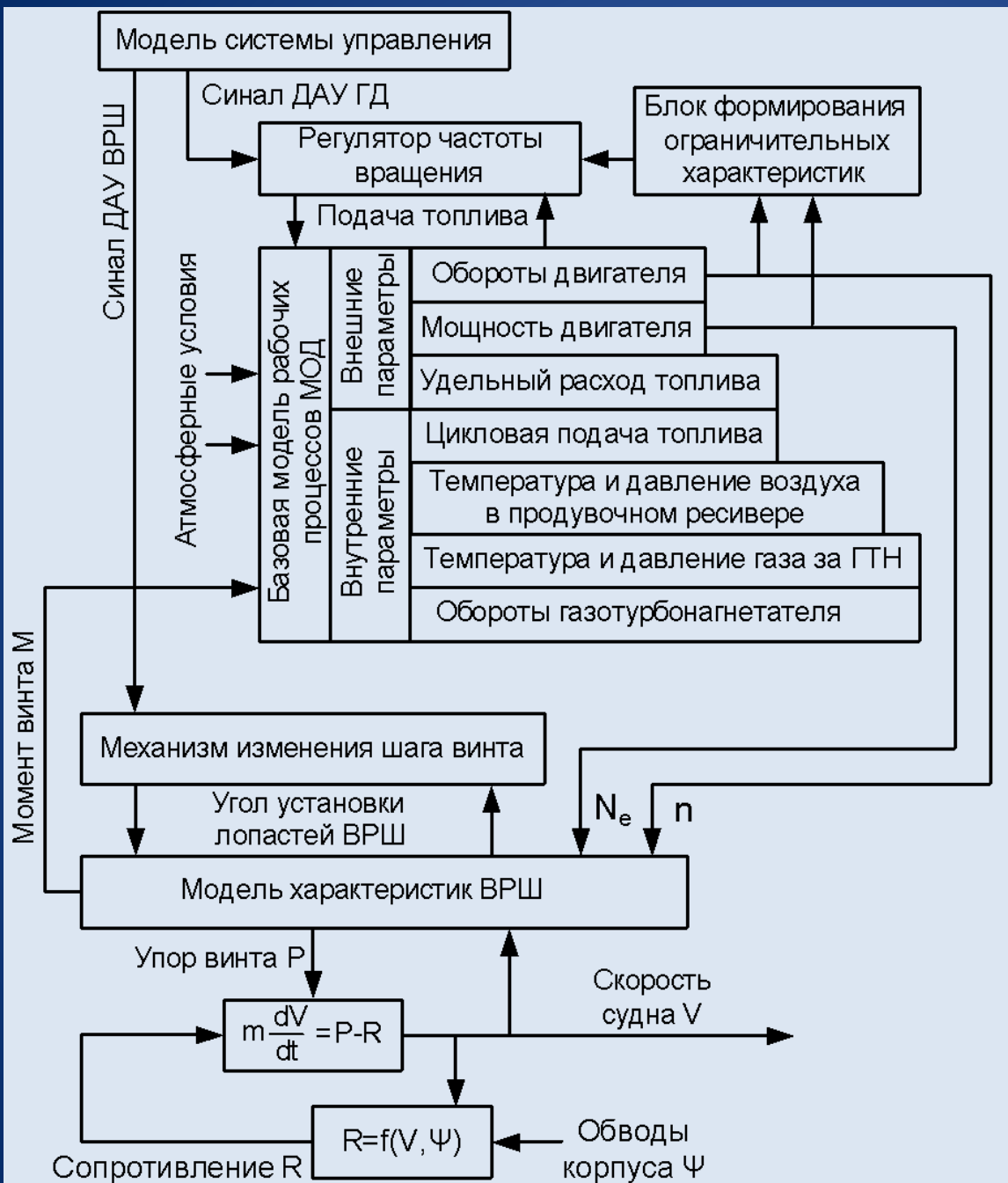




**ОБЪЕКТ МОДЕЛИРОВАНИЯ –**  
 танкер ледового класса,  
 оснащённый малооборотным  
 дизельным двигателем,  
 винтом регулируемого шага и  
 системами управления в  
 соответствии с классом  
 автоматизации А1.

## НОМИНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА

Параметр	Обозначение	Размерность	Значение
Дедвейт	D	ТОНН	47000
Мощность двигателя	$N_e$	кВт	8350
Обороты двигателя	n	об/мин	127
Скорость	V	узлы	14,5
Шаг ВРШ	H	м	0,9

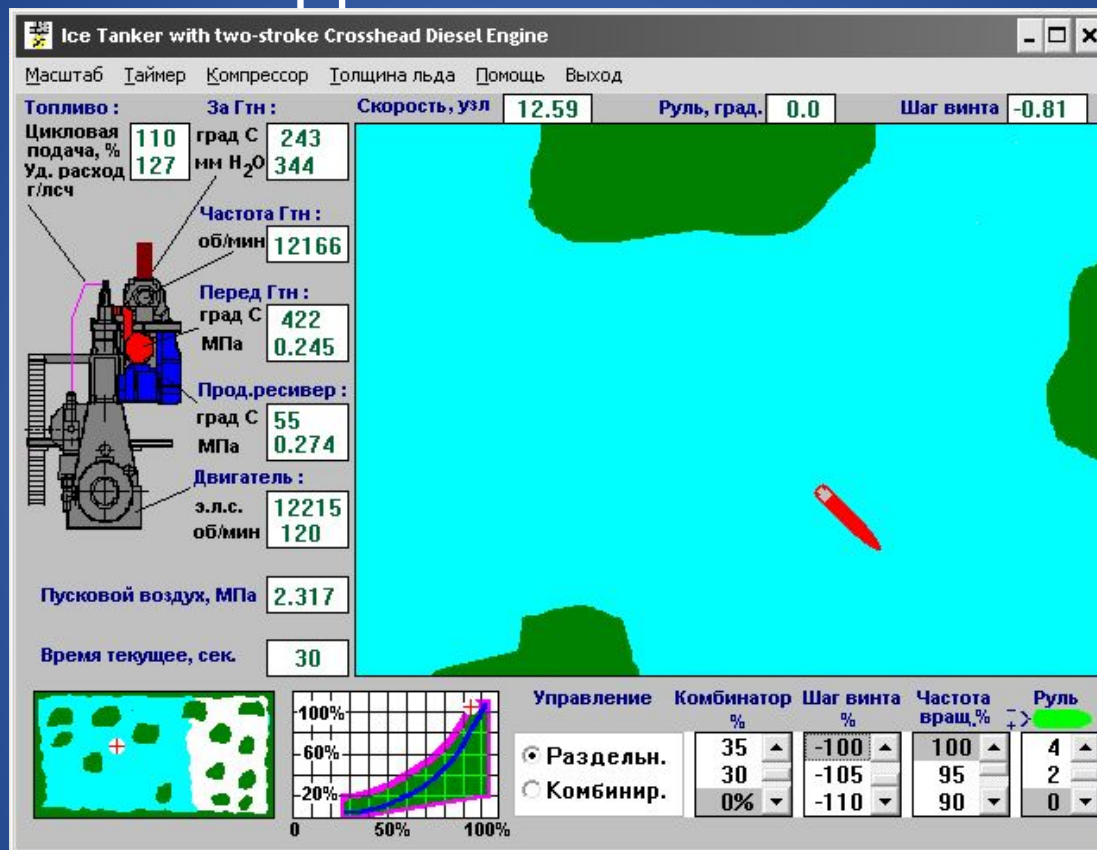


Структура компьютерной модели судна с дизельным двигателем (МОД) и винтом регулируемого шага (ВРШ)

# РАБОЧЕЕ ОКНО МОДЕЛИ

Панель  
настрое  
к

Главный  
двигатель  
(МОД) и его  
параметры



Укрупнённый  
фрагмент  
акватории  
вокруг  
судна

Модель  
акватории  
и

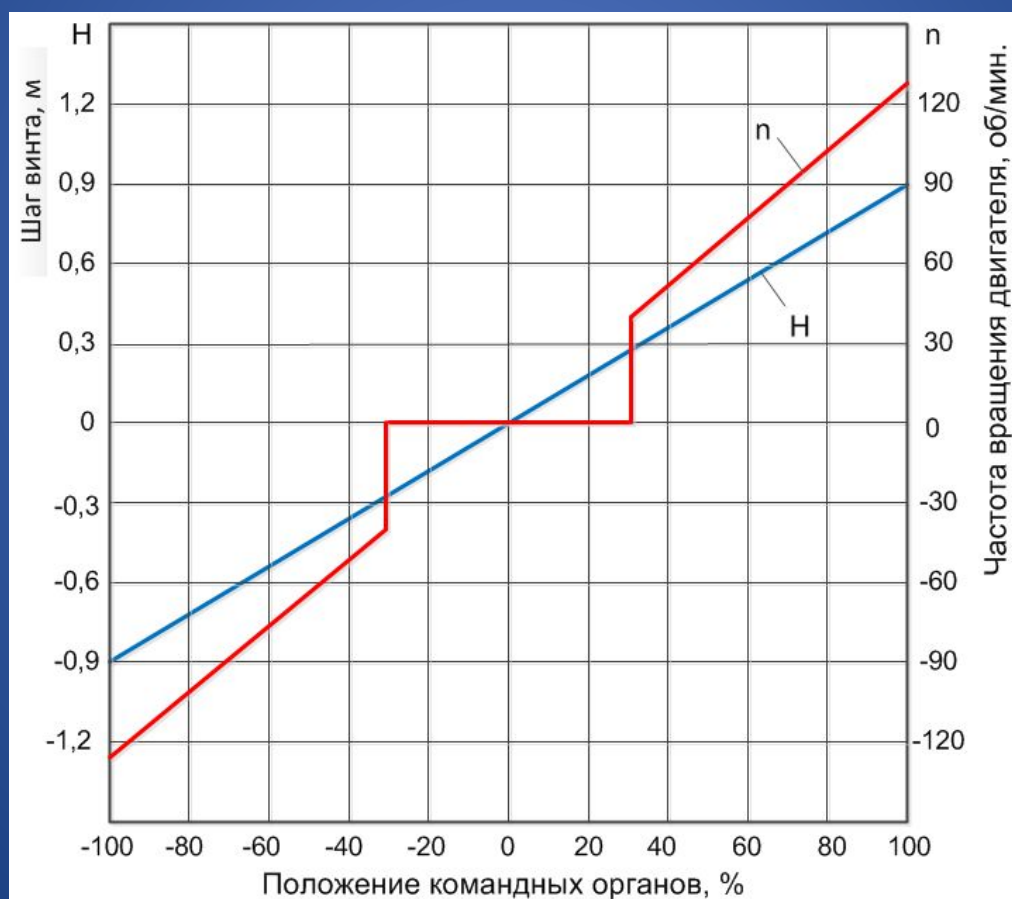
Рабочая  
характеристика  
а  
дизеля

Модель  
пульта  
управления

# СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ

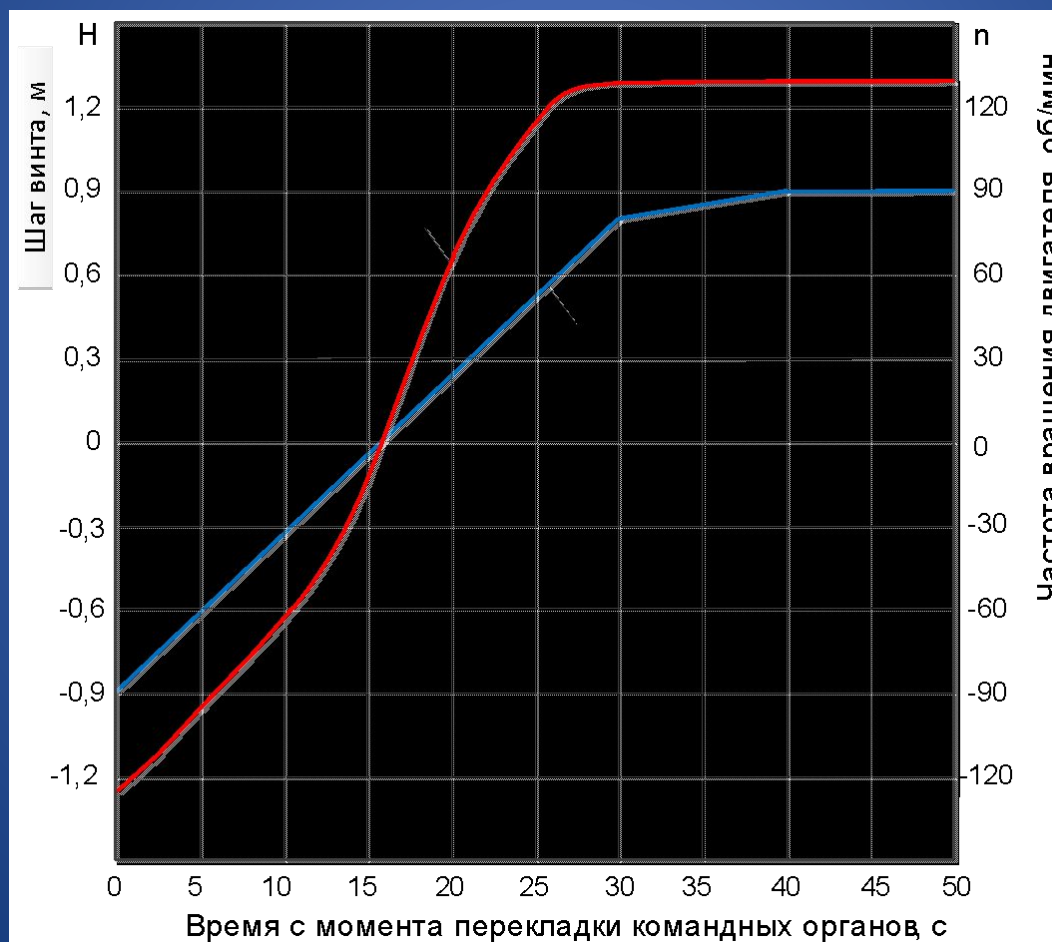
ДАУ

Положение командных органов, %	-100	-80	-60	-40	-20	0	20	40	60	80	100
Шаг винта $H$ , м	-0,9	-0,72	-0,54	-0,36	-0,18	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,9
Частота вращения дизеля $n$ , об/мин	-127	101	76	50	0	0	0	50	76	101	127



# ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ДАУ

Время, с	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Шаг винта Н, м	-0,90	-0,60	-0,30	0	0,23	0,52	0,80	0,87	0,90
Частота вращения дизеля n, об/мин	-127	-92	-64	-13	63	112	127	127	127

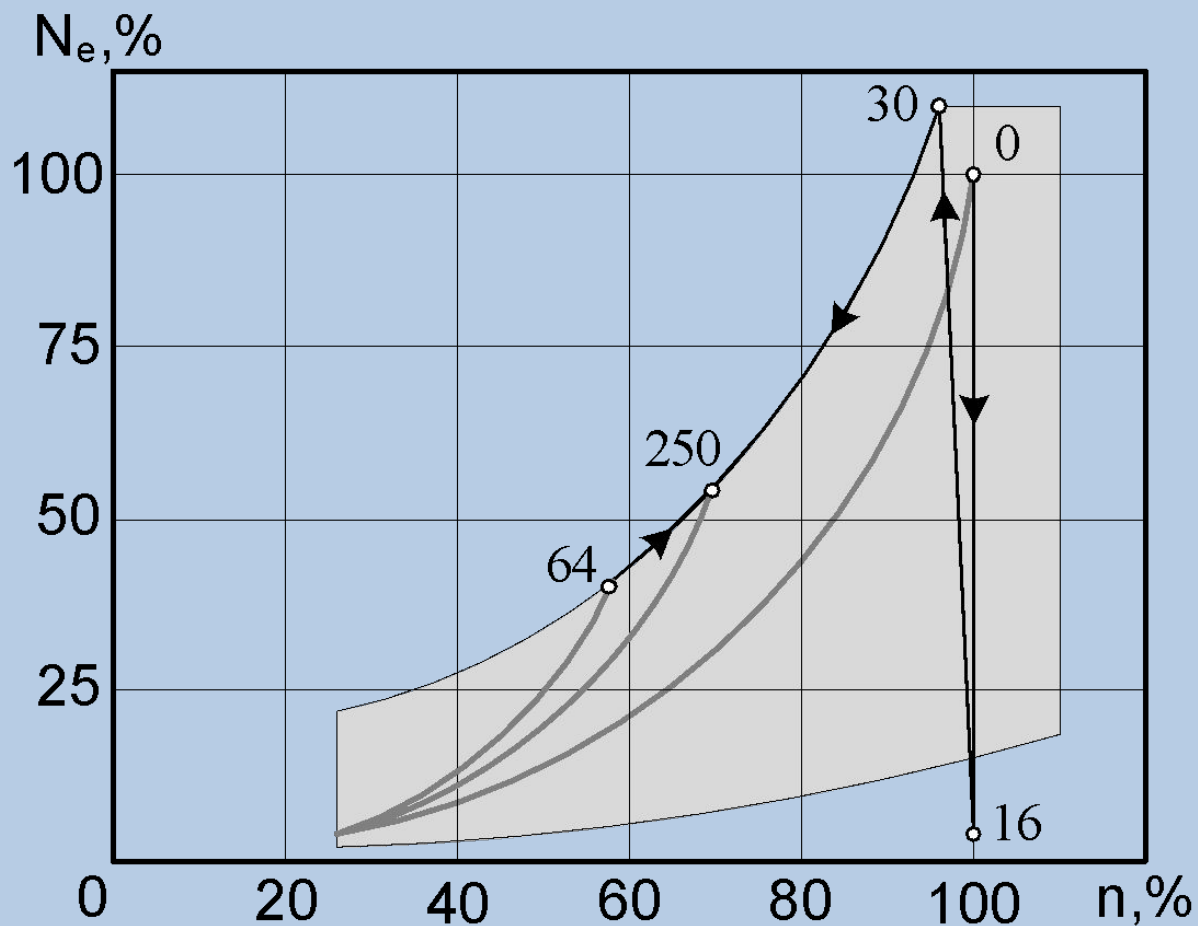


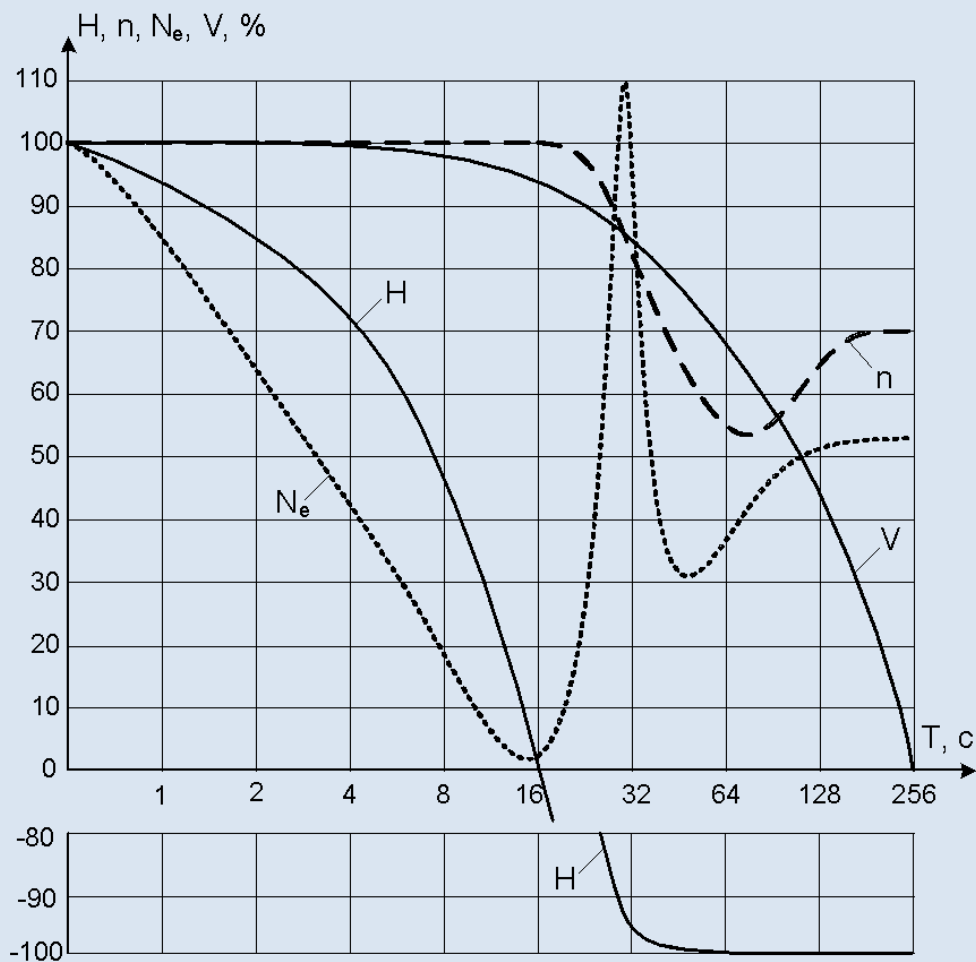


# Переходные процессы в режиме изменения шага

винта:

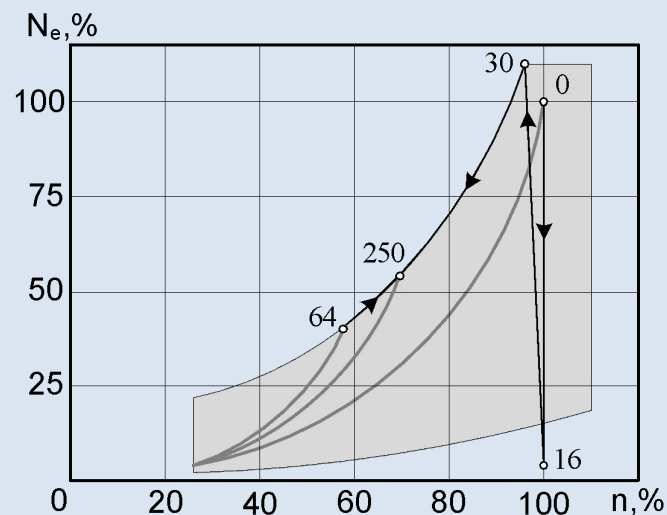
+100% → -100%





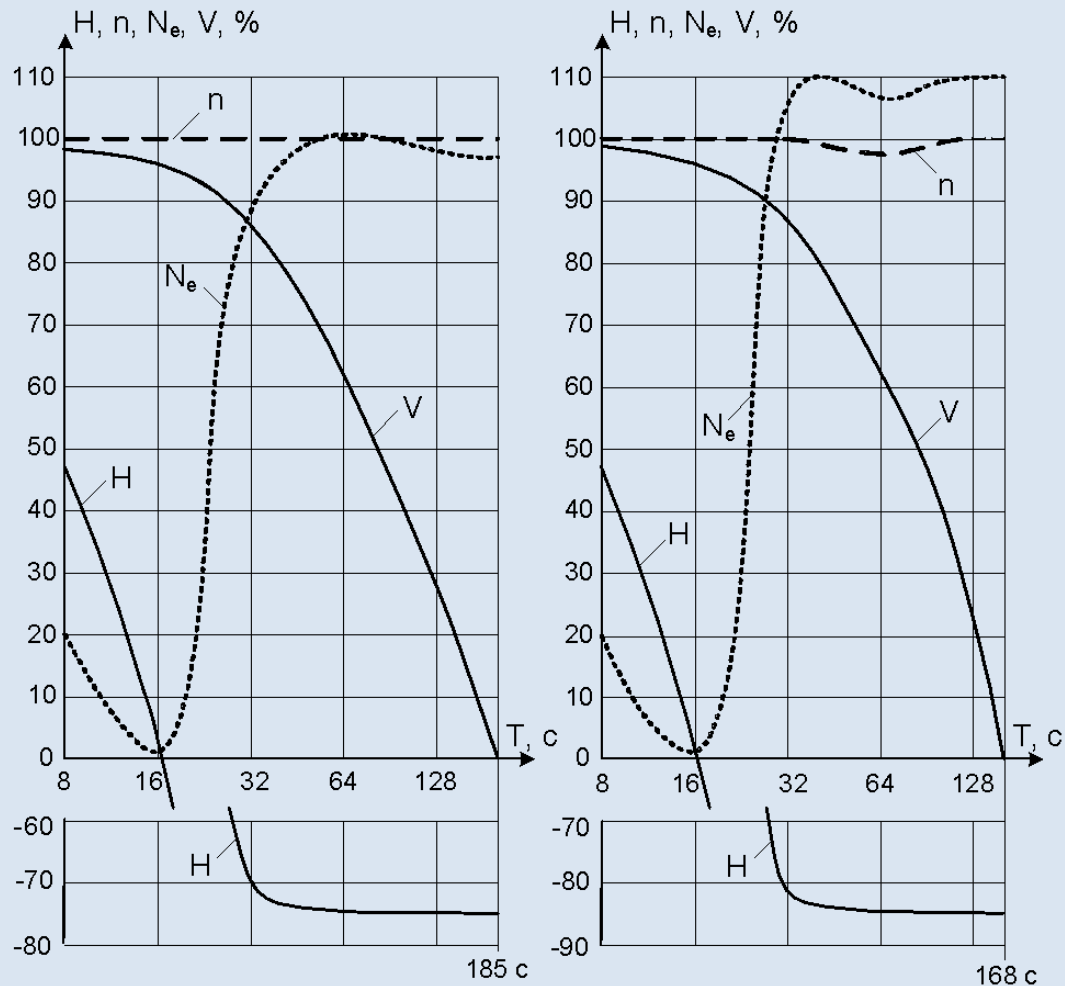
H - шаг винта;  
 n,  $N_e$  - частота вращения и мощность двигателя;  
 V- скорость судна;  
 T- время

## Переходные процессы в режиме изменения шага винта: +100% → -100%



Перемещение рабочей точки  
 на характеристике дизеля  
 (числа у точек  
 соответствуют  
 времени в секундах от  
 начала

# Переходные процессы в режиме изменения шага винта: +100% → -75% (слева) и +100% → -85% (справа)



$H$  - шаг винта;  $n$ ,  $N_e$  - частота вращения и мощность двигателя;  $V$  - скорость судна;  $T$  - время, с

Вычисление выбега  
судна:

$$S = \int_0^T V(t) dt$$

## Результаты моделирования торможения судна

путём перекадки лопастей ВРЦ

Режим изменения шага винта	Время торможения, с	Выбег, м
+100% → -100%	256	960
+100% → -85%	168	630
+100% → -75%	185	700

## Результаты моделирования торможения судна путём реверса главного двигателя

Режим реверса двигателя	Время торможения, с	Выбег, м
+100% → -100%	425	1250

## ВЫВОДЫ:

1. Торможение судна перекладкой лопастей ВРШ оказалось более выгодным, чем торможение реверсом главного двигателя (дизеля).
2. Для сокращения времени торможения и выбега судна следует выбирать режим, уменьшающий влияние перегрузки винта и двигателя по моменту. Это позволяет увеличить полезную работу двигательного комплекса на стадии активного торможения.
3. В частности, для данного судна предпочтительным оказался режим изменения шага винта «+100% → -85%».
4. Имитационное моделирование систем ДАУ и пропульсивного комплекса судна оказалось достаточно эффективным способом выбора рациональных алгоритмов управления судном в экстренных ситуациях.

Спасибо за  
внимание!



# ОТВЕТ НА ЗАМЕЧАНИЕ РЕЦЕНЗЕНТА

