

Одесская Государственная  
Морская Академия

Кафедра "Технические  
средства судовождения"

Курсовая работа

по дисциплине:

Электроавтоматические  
приборы

Выполнил  
курсант III курса

Руководитель:

Одесса - 2013 г.

# ЗАВДАННЯ

на курсовий проект кафедри  
Технічних засобів судноводіння

Видано курсанту \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові)

Шифр \_\_\_\_\_

Номер групи л-3

Порядковий номер у групі № 12

Аналіз несправностей Задача 1(А) Задача 1(Б)

$$A = 2,385 \times 10^{-3} \text{ (с/м)}$$

$$N = 1,484 \times 10^{-1} \text{ (с}^2\text{/м)}$$

$$C = 2,385 \times 10^{-3} \text{ (с/м)}$$

$$M = 1,627 \times 10^{-1} \text{ (с}^2\text{/м)}$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\psi = -64^\circ 15'$$

Задача 6. Описав ісправлено  
радару виробника герозумовка  
наса "Вега".

та методика їх усунення

Керівник \_\_\_\_\_

Завідуючий кафедрою \_\_\_\_\_

Дата видачі 2013

## Содержание:

I. Исходные данные варианта выполнения курсовой работы	2
II. Введение	4-7
1. Расчёт суммарной итерационной погрешности широкоткасов	8-14
2. Оценка влияния погрешностей широкоткаса на точность судовождения	14-31
3. Расчёт остаточной девиации магнитного компаса	31-34
4. Расчёт установочных данных для корректора широты широкоткаса	34-43
5. Расчёт поправки широты	43-46
6. Описание исправной работы широткаса широткаса "Вега"	46-61
III. Заключение	62
IV. Список литературы	63-64
V. Приложение	65

## Введение.

Обеспечение безопасности мореплавания входит в круг должностных обязанностей капитана морского судна и его помощников. Это значит, что судоводитель должен в совершенстве владеть навигационным оборудованием, доверять ему, однако критически оценивать показания приборов и результаты вычислений.

На современном судне применяются различные технические средства, с помощью которых судоводитель получает навигационную информацию. Гирокомпас, магнитный компас, эхолот, лар и авторулевой относятся к группе электронавигационных приборов и занимают существенное место в обеспечении процесса навигации судна и управлении его движением.

С помощью гирокомпаса определяют один из важнейших параметров - курс судна. С тех пор времени обеспечение безо-

наклонности мореплавания по отношению к перекормам и основное значение имеют две функциональные факторы: точность перекормов в различных условиях плавания; правильная эксплуатация перекормов. Выполнение обязанности вахтенного помощника капитана, судоводителя должны эффективно использовать перекормы. Это достигается в том случае, если он ясно представляет себе принцип их работы, умеет их применять, умеет использовать возможности и ограничения, умеет с помощью корректирующих устройств определять поправки, периодически выполняет проверки.

Вахтенной командой - древнейшей навигационной командой, без него ни одно судно не может быть вывезено в море. Вахтенной командой отменяют простоту в обращении, автономность и, главное, надежность. Вахтенной командой свойственно наличие и изменение во времени потребности

в его походе, называемой девидией. Поэтому командир судна должен уметь определить девидию магнитного полюса и, если она велика, уметь уменьшить ее.

Скорость судна - также один из важных навигационных параметров. Ее величина измеряется приборами, называемыми логами. В зависимости от типа лог определяют абсолютную (по отношению к дну моря) или относительную (по отношению к воде) скорость судна. Второе распространение получили донные гидроакустические лог и коррекционные лог, анализирующие отраженный от подстилающей поверхности акустический сигнал. С их помощью можно определить и абсолютную и относительную скорость судна.

Навигация на судне прибора, позволяющего быстро и точно определить глубины под килем, становится жизненно необходима, когда плавает

ние совершается вблизи берегов, в мелководных районах, в каналах, при подходе к узкостям и к порту. Наиболее распространен является эхолот, принцип действия которого основан на использовании акустической энергии.

Цель данной курсовой работы - закрепление теоретических и практических знаний, оценка и анализ, на практических примерах, применяемых вычислительных приборов с точки зрения их точностных характеристик, проводимых в реальных условиях измерения.

maritim

8

# 1. Расчет суммарной инерционной погрешности широкотенасов.

## Задание 1. (А)

Произвести расчет и построение кривой суммарной инерционной погрешности широкотенаса "Курс-4", возникающей в результате маневрирования.

Исходные условия: в широте  $\varphi$  судно производит маневр изменения скорости и курса; при этом  $\Gamma КК_1$ ,  $V_1$ ,  $\Gamma КК_2$  и  $V_2$  - курс и скорость судна соответственно до и после маневра.

$$l = 3, n = 12; m = n + l = 15$$

так как  $l < m \leq 17$  то  $r = l$ .

$$\varphi = 10^\circ \cdot (15 - 9n) = 10^\circ \cdot 4 = 40^\circ$$

$$\Gamma КК_1 = [360^\circ + (-1)^{12} \cdot 15] = 360^\circ + 15^\circ = 375^\circ = 15^\circ$$

$$\Gamma КК_2 = [180^\circ + (-1)^{15} \cdot 12] = 180^\circ - 12^\circ = 168^\circ$$

$$V_1 = [10 + n - r] = 10 + 12 = 22 \text{ узла}$$

т.к.  $r = 0$  при  $(10 + n) \leq 25$

$$V_2 = [10 + m - r] = 10 + 15 = 25 \text{ узлов}$$

так как  $r = 0$  при  $(10 + m) \leq 25$



$$A = -2,385 \cdot 10^{-3} \text{ (с/м)}$$

$$C = 2,385 \cdot 10^{-3} \text{ (с/м)}$$

$$\psi = 90^\circ$$

Выполнение расчёта:

Таблица 1. Зависимость параметров от широты.

$\varphi$		0	10	20	30	40	50	60	70	80
$m$	$\times 10^{-4}$	7,276	7,33	7,391	7,563	7,852	8,312	9,245	10,65	12,76
$h$	$\times 10^{-4}$	3,862	3,835	3,805	3,718	3,575	3,344	2,878	2,175	1,120
$\omega_d$	$\times 10^{-4}$	14,64	14,54	14,11	13,42	12,39	11,05	9,279	7,213	4,807

1. Рассчитываем изменение северной составляющей скорости судна  $\Delta V_N$  по следующей формуле:

$$\Delta V_N = V_2 \cos \Gamma K K_2 - V_1 \cos \Gamma K K_1$$

$$\Delta V_N = 25 \cdot \cos 168^\circ - 22 \cdot \cos 15^\circ = -45,7 \text{ (уз)}$$

Выразим  $\Delta V_N$  в м.с<sup>-1</sup>:

$$\Delta V_N = -45,7 \cdot \frac{1852}{3600} = -23,51 \text{ (м/с)}$$

2. Рассчитываем значение  $\delta_j$  с шагом  $\Delta t = 180\text{с}$  по формуле:

$$\delta_j = 57,3 \Delta V_N \left[ A \cdot e^{-mt} + C \cdot e^{-ht} \cdot \sin(\omega_d t + \psi) \right]$$

В программе MS Excel 2010 составили программу вычис-

линей  $\delta_j$ . Райл програма на-  
ходится на DVD-диске (прило-  
жен к работе).

Результаты расчета представ-  
лены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчета  $\delta_j$ .

$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$
0	0	1620	1,66	3240	0,90	4860	-0,48	6480	0,07
180	-0,15	1800	1,82	3420	0,65	5040	-0,47	6660	0,13
360	-0,13	1980	1,90	3600	0,41	5220	-0,44	6840	0,18
540	0,02	2160	1,92	3780	0,19	5400	-0,38	7020	0,21
720	0,27	2340	1,86	3960	-0,01	5580	-0,31	7200	0,23
900	0,56	2520	1,75	4140	-0,17	5760	-0,23		
1080	0,87	2700	1,58	4320	-0,30	5940	-0,15		
1260	1,17	2880	1,38	4500	-0,39	6120	-0,07		
1440	1,44	3060	1,15	4680	-0,45	6300	0,01		

3. По данным из таблицы 2  
строить график суммарной шер-  
цонной девиации шерохова-  
наса „Курс-4” - рисунок 1.

Задание 1 (б)

Произвести расчет и построе-  
ние кривой суммарной шерцон-  
ной поурешности шерохова-  
са „Beta”, возникающей в резуль-

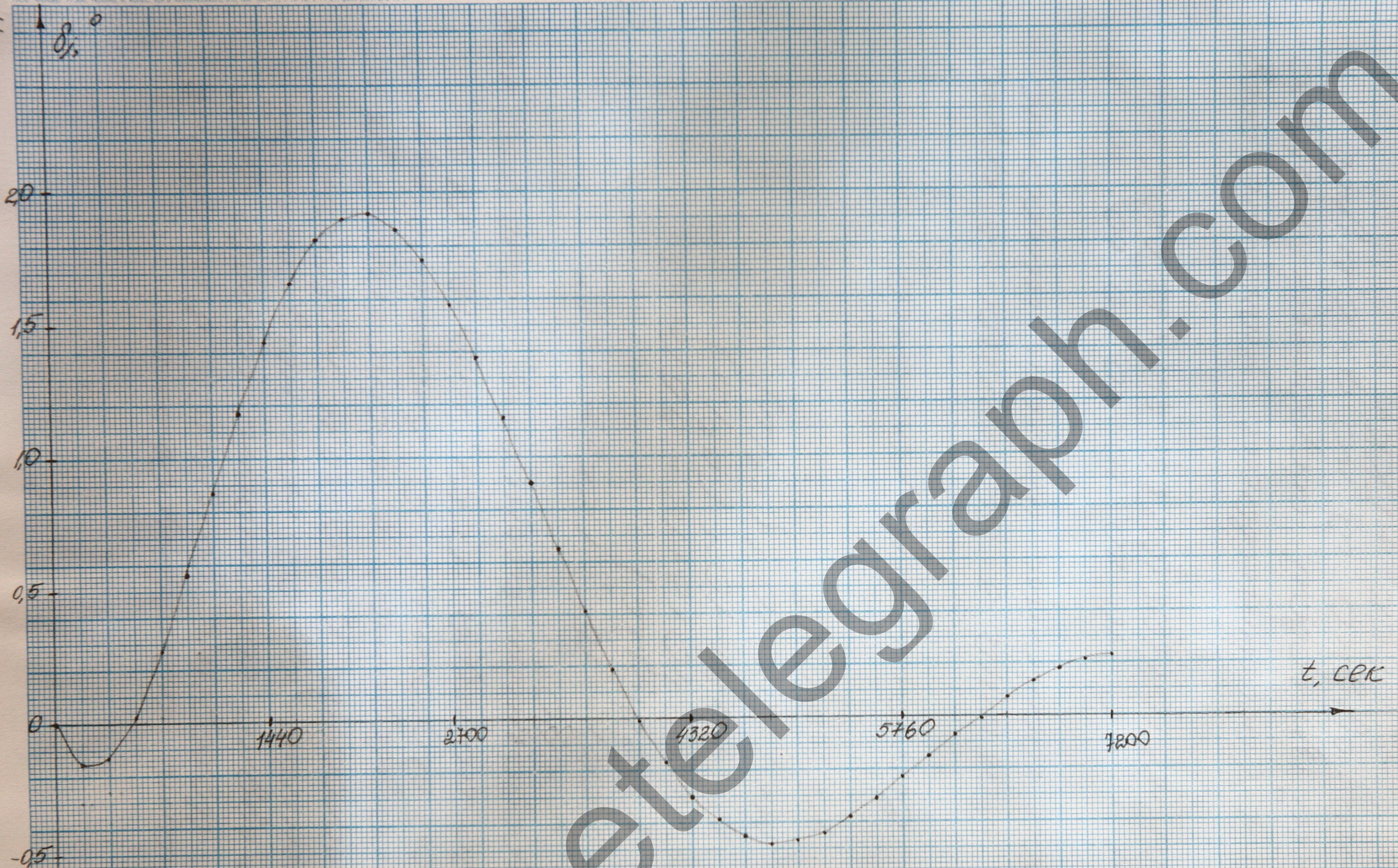


Рис. 1 График суммарной ширецонной девиации гидрокомпаса „Курс-4“

такие маневрирования.

Исходные данные: в широте  $\varphi$  судно совершает маневр изменения курса при неизменной скорости  $V$ , поворот производится с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . Значение курса до маневра  $\Gamma К К_1$ , после -  $\Gamma К К_2$ , продолжительность маневра  $\Delta t_M$ .

$$\varphi = 40^\circ$$

$$\Gamma К К_1 = 15^\circ, \quad \Gamma К К_2 = 168^\circ$$

$$V = 22 \text{ (узла)}$$

$$\Delta t_M = 40 + 3 + 12 = 55 \text{ (сек)}$$

$$N = 1,484 \cdot 10^{-1} \text{ (с}^2/\text{м)}$$

$$M = 1,627 \cdot 10^{-1} \text{ (с}^2/\text{м)}$$

$$\psi = -64^\circ 15'$$

Выполните расчёта:

Таблица 3. Зависимость круговой частоты  $\omega_d$  от широты

$\varphi$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$\omega_d \cdot 10^3$	1,064	1,036	1,008	0,98	0,91	0,82	0,70	0,54	0,27

1. Рассчитываем значение средней угловой скорости поворота судна  $\omega$  по формуле:

$$\omega = \frac{\Gamma К К_2 - \Gamma К К_1}{57,3 \cdot \Delta t_M}$$

$$\omega = \frac{168^\circ - 15^\circ}{57,3 \cdot 55} = 0,05 (\text{с}^{-1})$$

2. Вычисляем  $V$  в м.с<sup>-1</sup>:

$$V = 22 \cdot \frac{1852}{3600} = 11,32 (\text{м/с})$$

3. Рассчитываем значение  $\delta_j$  с шагом  $\Delta t = 180\text{с}$  по формуле:

$$\delta_j = -57,3 \cdot V \cdot \omega \left[ N e^{-mt} + M e^{-kt} \sin(\omega \Delta t + \psi) \right]$$

где  $V$  - скорость судна (м.с<sup>-1</sup>);

$\omega$  - угловая скорость поворота (с<sup>-1</sup>);

$N, M$  - постоянные интегрирования (с<sup>2</sup>м<sup>-1</sup>);

$m$  - коэффициент аperiodического члена, не зависящий от широты ( $25,65 \cdot 10^{-3} \text{с}^{-1}$ );

$k$  - коэффициент затухания, не зависящий от широты ( $3,845 \cdot 10^{-4} \text{с}^{-1}$ );

$\omega \Delta t$  - круговая частота затухающих колебаний широты (с<sup>-1</sup>);

$\psi$  - начальная фаза, (градусы).

В приложении MS Excel 2010 составили программу вычисления  $\delta_j$ . Файл программы - на DVD-диске приложения к работе.

Результаты расчета представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты расчета  $\delta_j$

$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$	$t, c$	$\delta_j, ^\circ$
0	-0,06	1620	-0,95	3240	-1,41	4860	0,13	6480	0,42
180	3,86	1800	-1,26	3420	-1,24	5040	0,23	6660	0,38
360	3,17	1980	-1,50	3600	-1,06	5220	0,32	6840	0,33
540	2,44	2160	-1,66	3780	-0,87	5400	0,38	7020	0,29
720	1,74	2340	-1,75	3960	-0,67	5580	0,43	7200	0,24
900	1,07	2520	-1,78	4140	-0,49	5760	0,46		
1080	0,46	2700	-1,75	4320	-0,31	5940	0,47		
1260	-0,08	2880	-1,67	4500	-0,15	6120	0,46		
1440	-0,56	3060	-1,56	4680	0,00	6300	0,44		

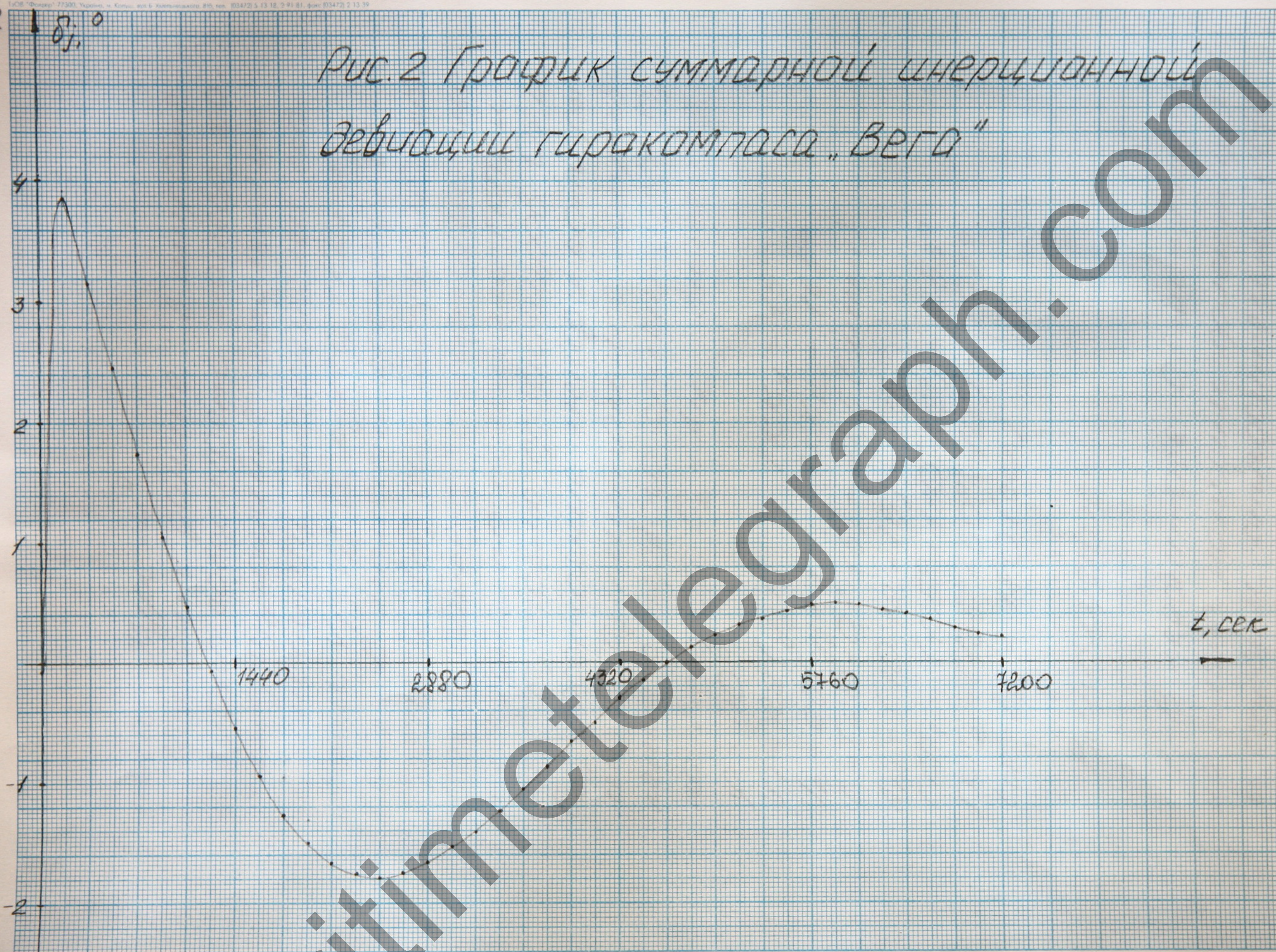
3. По данным из таблицы 4 строим график суммарной инерционной девиации широкотнаса. Вел  $\delta_j$  - рисунок 2.

2. Оценка влияния погрешностей широкотнаса на точность судовождения.

Задача 2.1. (А)

Произвести оценку возможной погрешности определения места судна по двум пеленгам после манёвра, обусловленную инерционной девиацией широкотна-

Рис. 2 График суммарной широтной  
вероятности гирокомпаса „Ветра“



паса „Курс-4“

Исходные данные: в широте  $\varphi$  судно совершает маневр, характеризующийся начальными и конечными значениями скорости  $V_1, V_2$  и курса ГКК<sub>1</sub> и ГКК<sub>2</sub>. В момент времени observations  $t_{об}$ , считая после окончания маневра, определили место судна по пеленгам ГКП<sub>1</sub> и ГКП<sub>2</sub> береговых ориентиров  $O_1$  и  $O_2$ , расстояние между которыми  $L$ , азимутальное направление с первого ориентира  $O_1$  на второй  $O_2$  -  $A_{12}$ . Значения:

$$\varphi = 40^\circ$$

$$V_1 = 22 \text{ (узл.)}; \quad \text{ГКК}_1 = 15^\circ$$

$$V_2 = 25 \text{ (узл.)}; \quad \text{ГКК}_2 = 168^\circ$$

$$L = (20 + 0,1 \cdot 15) = 21,5 \text{ (мили)}$$

$$A_{12} = (10 + 12 + 15) = 135^\circ$$

$$\text{ГКП}_1 = (135^\circ + 130^\circ - 12^\circ) = 253^\circ$$

$$\text{ГКП}_2 = (135^\circ + 50^\circ + 12^\circ) = 197^\circ$$

$$t_{об} = t_{21} = 180 \text{ (сек)}$$

Выполнение:

1. В масштабе  $0,5 \text{ см} = 1 \text{ мили}$  на плане нанести ориентир  $O_1$  и строить относительно него ориентир  $O_2$  по азимуту  $A_{12} =$



= 135° и расстоянию  $L = 2,5$  миль как показано на рисунке 3.

2. Находим обратные пеленги:

$$ОГКП_1 = 253^\circ - 180^\circ = 73^\circ$$

$$ОГКП_2 = 197^\circ - 180^\circ = 17^\circ$$

Из таблицы 2 сферической тригонометрической погрешности  $\delta_j$  выбираем на момент наблюдения  $t_{об} = 180$  сек, равному первому экстремуму кривой  $\delta_j = -0,15^\circ$ .

3. Находим истинные пеленги:

$$ИП_1 = ГКП_1 + \delta_j(t_{об}) = 253^\circ - 0,15^\circ = 252,85^\circ$$

$$ОИП_1 = 252,85^\circ - 180^\circ = 72,85^\circ$$

$$ИП_2 = ГКП_2 + \delta_j(t_{об}) = 197^\circ - 0,15^\circ = 196,85^\circ$$

$$ОИП_2 = 16,85^\circ$$

4. Прокладываем на плане линии обратных кольцевых пеленгов ориентиров  $ОГКП_1 = 73^\circ$  и  $ОГКП_2 = 17^\circ$ , пересечение которых дает точку  $M_1$ .

5. На плане прокладываем обратные истинные пеленги  $ОИП_1$  и  $ОИП_2$  и получаем истинное место судна  $M_2$ .

$L = 21,5$  мм  
 $A_{12} = 135^\circ$   
 $\Gamma_{KП_1} = 253^\circ$  ( $\text{ОГКП}_1 = 73^\circ$ )  
 $\Gamma_{KП_2} = 197^\circ$  ( $\text{ОГКП}_2 = 17^\circ$ )  
 $\text{ИП}_1 = 252,85^\circ$  ( $\text{ОИП}_1 = 72,85^\circ$ )  
 $\text{ИП}_2 = 196,85^\circ$  ( $\text{ОИП}_2 = 16,85^\circ$ )  
 $\delta_j = -0,15^\circ$   
 $\Gamma_m = 0,35$  мм

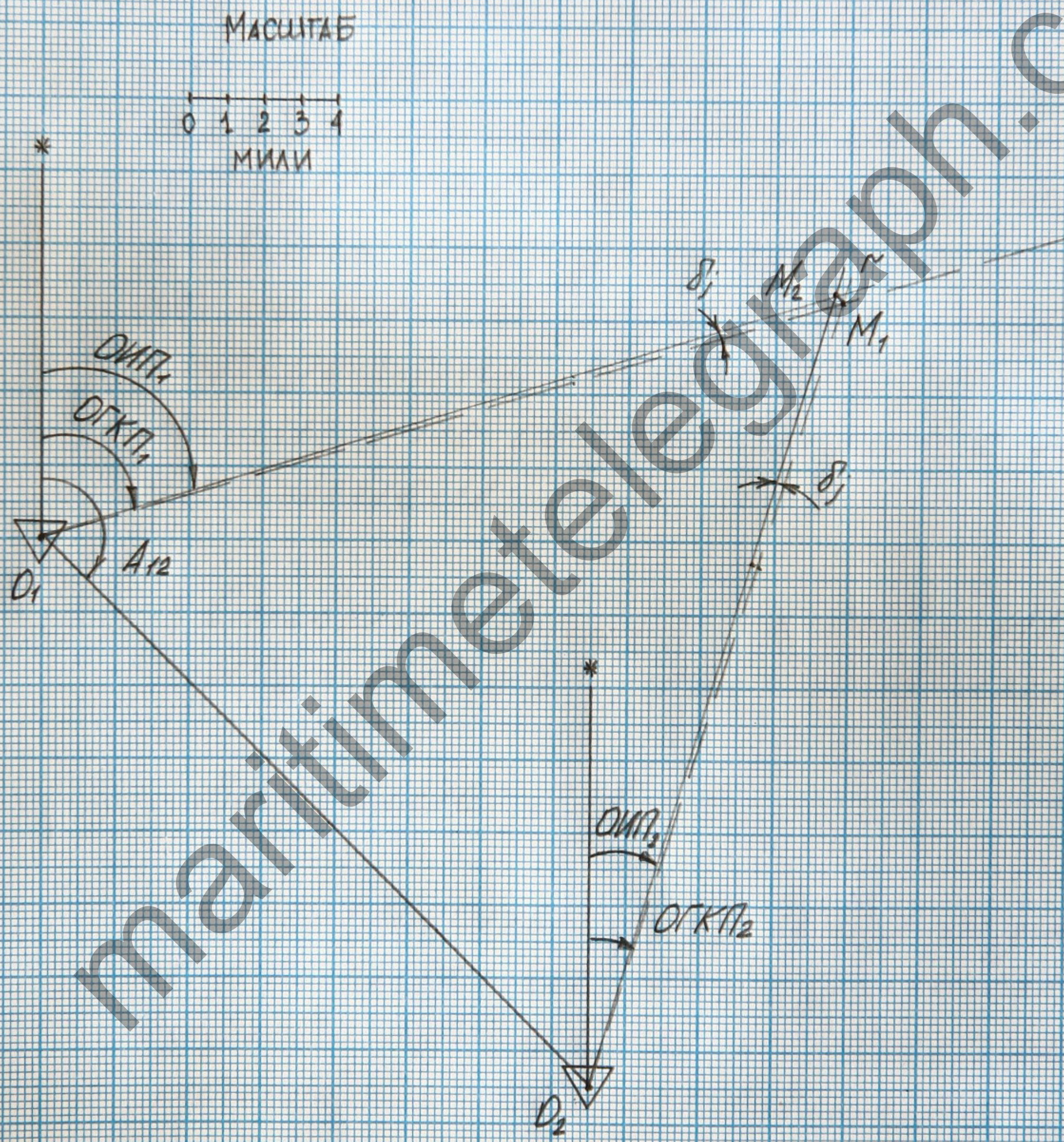


РИС.3 Учет суммарной инерционной деформации при обсервациях  
 (Курс-4)

6. Оцениваем погрешность, формулируемую в данном определении места судна, выразив ее в минимальных единицах (миль) расстояние  $r_m$  между точками  $M_1$  и  $M_2$ :  $r_m = 0,35$  миль

7. Согласно практическим рекомендациям, соответствующим требованиям РЛСУ-98, в течение 1,5-2,0 ч после маневра надо избегать определения места судна по пеленгам двух ориентиров, а определить место судна способами, не связанными с пеленгованием.

Ответ.  $\delta_j(\text{коб}) = -0,15^\circ$ ;  $ИП_1 = 252,85^\circ$   
 $ИП_2 = 196,85^\circ$ ,  $r_m = 0,35$  миль

Задача 2.1 (б)

Произвести оценку возможной погрешности определения места судна по двум пеленгам после маневра, обусловленную широтной девиацией компаса. Величина

Исходные данные: в широте  $\varphi$  судно совершает маневр, за-

характеризующейся начальной и конечной значениями скорости и курса ГКК<sub>1</sub> и ГКК<sub>2</sub>. В момент наблюдения  $t_{об}$ , считая носом окончание маневра, определили место судна по пеленгам ГМП<sub>1</sub> и ГМП<sub>2</sub> береговых ориентиров  $O_1$  и  $O_2$ , расстояние между которыми  $L$ , азимутальное направление с первого ориентира  $O_1$  на второй  $O_2 - A_{12}$ . Значения:  $\varphi = 40^\circ$

$L = 21,5$  миль ;  $A_{12} = 135^\circ$   
 $ГМП_1 = 253^\circ$  ;  $ГМП_2 = 197^\circ$   
 $t_{об} = t_{з1} = 180$  (сек)

Выполнение:

1. Находим обратные пеленги  $ОГМП_1 = 73^\circ$  ;  $ОГМП_2 = 17^\circ$

Из таблицы 4 сульфартной инерционной погрешности  $\delta_j$  выбираем на момент наблюдения  $t_{об} = 180$  сек, равному первой жетровой кривой  $\delta_j = 3,86^\circ$

2. Находим истинные пеленги :  $ИМП_1 = ГМП_1 + \delta_j(t_{об}) = 253 + 3,86^\circ = 256,86^\circ$   
 $ОИМП_1 = 256,86 - 180 = 76,86^\circ$

21

$$\angle M_2 = \angle K M_2 + \delta_j(t_{00}) = 197 + 3,86 = 200,86^\circ$$
$$\angle O M_2 = 200,86 - 180 = 20,86^\circ$$

3. В масштабе 0,5 см = 1 миль на плане наносим ориентир  $O_1$  и строим относительно него ориентир  $O_2$  по азимуту  $A_{12} = 135^\circ$  и расстоянию  $k = 21,5$  миль как показано на рисунке 4.

4. Строим дуги валив на плане мильные обратные коллимерные элементы ориентиров  $\angle K M_1 = 73^\circ$  и  $\angle K M_2 = 17^\circ$ , пересечение которых даёт точку  $M_1$ .

5. На плане прокладываем обратные коллимерные элементы  $O M_1$  и  $O M_2$  и определяем истинное место судна  $M_2$ .

6. Определяем поперечность, документально в данном определении места судна, выражая в линейных единицах (милях) расстояние  $r_m$  между точками  $M_1$  и  $M_2$ :

$$r_m = 1,7 \text{ миль}$$

7. Согласно практическим

$L = 21,5 \text{ мм}$

$A = 135^\circ$

$\Gamma_{KП1} = 253^\circ$  ( $\text{ОГКП}_1 = 73^\circ$ )

$\Gamma_{KП2} = 197^\circ$  ( $\text{ОГКП}_2 = 17^\circ$ )

$\text{ИП}_1 = 256,86^\circ$  ( $\text{ОИП}_1 = 76,86^\circ$ )

$\text{ИП}_2 = 200,86^\circ$  ( $\text{ОИП}_2 = 20,86^\circ$ )

$\delta_j = 3,86^\circ$

$\Gamma_m = 1,7 \text{ мм}$

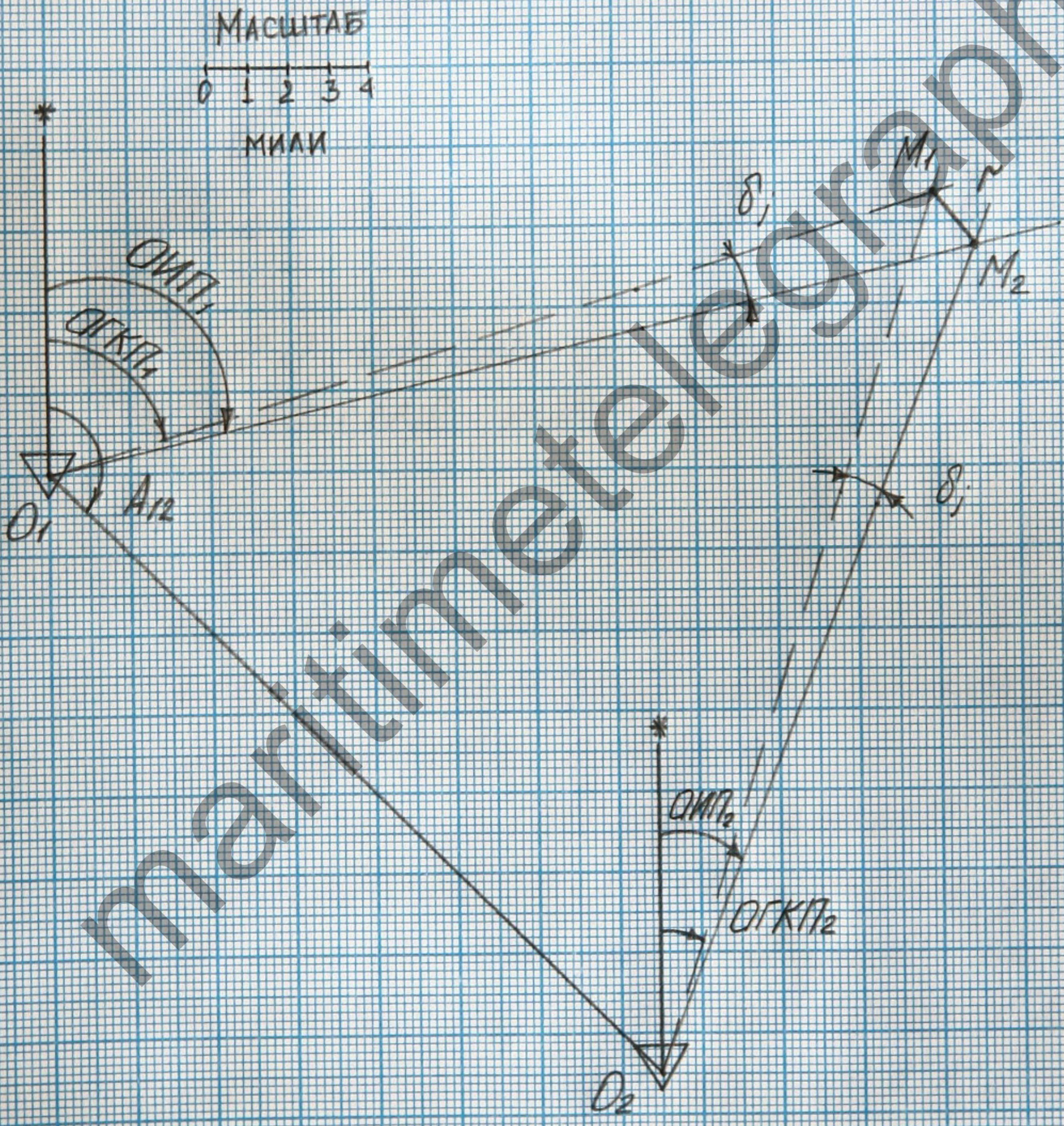


Рис. 4 Учет суммарной инерционной девиации при обсервациях

(Вега)

рекомендации в целях снижения вероятности возникновения девиаций на точность и безопасность судовождения следует определить место судна способами, не связанными с переносами. По истечении 1,5-2,0 ч после манёвра определить место судна по переносу двух ориентиров

Ответ.  $\delta_j(t_{00}) = 3,86^\circ$ ;  $ИП_1 = 256,86^\circ$ ;  
 $ИП_2 = 200,86^\circ$ ;  $r_m = 1,4$  миль.

2.2. Оценка погрешностей определения поправки широколонга.

Произвести оценку погрешности определения поправки широколонга по створу после манёвра судна.

Исходные данные: маневрирование судна производится в широте  $\varphi$ . Курс и скорость судна до манёвра  $ГКК_1$  и  $V_1$ , после манёвра -  $ГКК_2$  и  $V_2$ . В момент времени  $t_{00}$ , считая после окончания манёвра, произвести определение поправки широколонга по створу.

Задание 2.2 (А) "Курс-4"

$$\Gamma K K_1' = (180 + (-1)^{12} \cdot 15) = 180 + 15 = 195^\circ$$

$$\Gamma K K_2' = (360 + (-1)^{15} \cdot 12) = 180 + 180 - 12 = 348^\circ$$

$$V_1' = (V_1 + 5) = 22 + 5 = 27 \text{ (узлов)}$$

$$V_2' = (V_2 - 5) = 25 - 5 = 20 \text{ (узлов)}$$

$$t_{\text{атк}} = 0 \text{ (сек)}$$

$$\varphi = 40^\circ, \quad \Delta V_N = -45,7 \text{ (узл.)}$$

Выполнение

1. Из таблицы суммарной широтной погрешности  $\delta_j$  для широты "Курс-4" на момент времени  $t_{\text{атк}} = 0$  сек выдирем  $\delta_j(t_{\text{атк}}) = 0^\circ$

2. Вычислим  $\Delta V_N' = 20 \cdot \cos 348^\circ - 27 \cdot \cos 195^\circ = 45,56$  (узл.) и определим фактическиую величину погрешности

$$\delta_j(t_{\text{атк}})_\varphi = \delta_j(t_{\text{атк}}) \cdot \frac{\Delta V_N'}{\Delta V_N} = 0 \cdot \frac{45,56}{-45,7} = 0^\circ$$

3. Найдём значение погрешности  $\epsilon_{\text{атк}} = -\delta_j(t_{\text{атк}})_\varphi = 0^\circ$

$$\text{Ответ. } \Delta V_N' = 45,56 \text{ (узл.)}$$

$$\epsilon_{\text{атк}} = 0^\circ$$



### Задача 2.2 (Б) "Вега"

$\varphi = 40^\circ$ ;  $t_{так} = 0$  (сек)

Выполнение:

1. Из таблицы сурикарной инерционной погрешности  $\delta_j$  для широкотаса "Вега" на момент времени  $t_{так} = 0$  сек. выбираем  $\delta_j(t_{так}) = -0,06^\circ$

Получаем, что  $\delta_j(t_{так}) = \delta_j(t_{так}) \varphi$ .  
Тогда  $\delta_j(t_{так}) = -0,06^\circ$

2. Находим значение погрешности  $\epsilon_{так} = -\delta_j(t_{так}) \varphi = 0,06^\circ$

Ответ.  $\epsilon_{так} = 0,06^\circ$  для широкотаса "Вега".

### 2.3. Оценка возможной величины поперечного смещения судна.

Оценить возможную величину поперечного линейного смещения судна, возникающего в результате инерционной погрешности широкотаса после маневрирования. Най-

те значения первого и второго максимальной скорости  $d_1$  и  $d_2$ , а также определить ширину безопасной полосы движения  $d$ .

$$d = |d_1| + |d_2|$$

Исходные данные: перед входом в стеснённый в навигационном отношении район совершен манёвр, характеристики которого и широта маневра такие же, как в задании 1. (А) для широты "Курс-4" и в задании 1. (Б) для широты "Ветра".

### Задание 2.3. (А)

А. Управление судном производится по широте

"Курс-4"

$$\psi = 40^\circ$$

$$V_1 = 22 \text{ (узлов)}; V_2 = 25 \text{ (узлов)}$$

$$\Gamma К К_1 = 15^\circ; \Gamma К К_2 = 16^\circ$$

$$A = -2,385 \times 10^{-3} \text{ (с/м)}$$

$$C = 2,385 \times 10^{-3} \text{ (с/м)}$$

$$\psi = 90,0$$

Выполнение:

1. Из таблицы 2 суммарной итерационной погрешности  $\delta_j$  для программы „Курс-4“ определены значения  $t_{d1}$  и  $t_{d2}$  — времени первого и второго максимального срезания, выбирая средний временной интервал между двумя значениями  $\delta_j$ , где они изменяют свой знак.  
 $t_{d1} = 0$  (сек);  $t_{d2} = 522$  (сек).

2. Из таблицы 1 выбрали значения: коэффициента аperiodического звена  $m = 7,952 \cdot 10^{-4}$  (с<sup>-1</sup>); коэффициента затухания  $h = 3,575 \cdot 10^{-4}$  (с<sup>-1</sup>); частота затухающих колебаний широкосерот  $\omega_d = 12,39 \cdot 10^4$  (с<sup>-1</sup>).

По формуле:

$$d = \sqrt{N_1 N_2} \left[ \frac{A}{m} (1 - e^{-mt}) - \frac{C}{\omega_d^2 + h^2} \left[ h (e^{-ht} \right. \right.$$

$$\times \sin(\omega_d t + \psi) - \sin \psi \right] + \omega_d (e^{-ht} \times$$

$$\times \cos(\omega_d t + \psi) - \cos \psi \left. \right] \left. \right\}$$

вычисляем значение  $d_1$ , при  $t = 0$  (сек).

Получаем  $a_1 = 0$  (м).  
 В приложении MS Excel 2010  
 составили программу для  
 вычисления  $a_1$  и  $a_2$ , а также  
 1. Файл программы находится  
 на DVD-диске, приложенном  
 к курсовой работе.

Аналогично, подставив в  
 программу  $t = 522$  (сек), вычис-  
 лем  $a_2 = -12,2$  м

3. Ширина безопасной поло-  
 сы движения:

$$\Delta = 101 + |-12,2| = 113,2 \text{ (м)}.$$

4. Действия судоводителя.

Вследствие возникновения по-  
 перечного минимального сужения  
 судна после манёвра, следует,  
 если это возможно, последний  
 манёвр перед вводом в узкосты  
 или стеснённые воды выполнять  
 настолько заблаговременно, что-  
 бы максимальные минимальные сужения  
 судна имели место до  
 входа в указанные районы. Если  
 выполнение данной рекоменда-  
 ции невозможно, то контроль  
 места судна и коррекция его  
 пути должны обеспечиваться

в соответствии с требованиями точности в конкретной ситуации. Конечное боковое смещение через 1,5-5,0 часа после манёвра практически обращается в ноль (в широтах от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ ).

Ответ.  $d_1 = 0$  м;  $d_2 = -12,2$  м;  
 $\Delta = 12,2$  м.

Задание 2.3 (Б)

Б. Управление судном производится по широкотасу "Вега"

$\Gamma К К_1 = 15^\circ$ ;  $\Gamma К К_2 = 168^\circ$ ;  $V = 22$  узла  
 $N = 14,84 \cdot 10^{-2}$  ( $c^2/м$ );  $M = 16,27 \cdot 10^{-2}$  ( $c^2/м$ )

$\psi = -64,15^\circ$ ;  $\omega = 0,05$  ( $c^{-1}$ );

$m = 25,65 \cdot 10^{-3}$  ( $c^{-1}$ );  $k = 38,75 \cdot 10^{-5}$  ( $c^{-1}$ )

Выполните:

1. Из таблицы 4 суммарной интервальной погрешности  $\delta_i$  для широкотаса "Вега" определите значения  $t_{d_1}$  и  $t_{d_2}$  - времени первого и второго максимального смещения, выберите средний временной интервал

между двумя значениями  $\delta_j$ ,  
 где они имеют свой знак.  
 $t_{d_1} = 18 \text{ (сек)}$ ;  $t_{d_2} = 1224 \text{ (сек)}$ .

Из таблицы 3 выбираем значения частоты затухающих колебаний  $\omega_d = 9,1 \times 10^{-4} \text{ (с}^{-1}\text{)}$  - где  $\varphi = 40^\circ$ .

По формуле:

$$d = V^2 \omega \left\{ \frac{N}{m} \left( e^{-\omega_d t} - 1 \right) + \frac{M}{\omega_d^2 + h^2} \left[ e^{-h t} \left( h \times \right. \right. \right.$$

$$\left. \left. \times \sin(\omega_d t + \psi) + \omega_d \cos(\omega_d t + \psi) \right) - \right.$$

$$\left. \left. - h \sin \psi - \omega_d \cos \psi \right] \right\}$$

путем подстановки  $t = t_{d_1}$ , а затем  $t = t_{d_2}$  вычисляем значения  $d_1$  и  $d_2$ .

Для производства вычисления, в приложении MS Excel 2010 составлена программа для вычисления  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d$ . Работает программа находится на DVD-диске, приложении к курсовой работе.

Получаем:  $d_1 = 2,96 \text{ (м)}$ ;  $d_2 = 498,6 \text{ (м)}$

3. Ширина безопасной полосы движения:

$$\Delta = |2,96| + |498,6| = 501,6 \text{ (м)}$$

4. Действия судоводителя. Обеспечить контроль места судна и коррекцию его пути в соответствии с требованиями точности в конкретной ситуации. Конечное боковое смещение через 1,5-5,0 часа после манёвра практически обратится в ноль.

Ответ.  $d_1 = 2,96 \text{ (м)}$ ,  $d_2 = 498,6 \text{ (м)}$ ;  
 $\Delta = 501,6 \text{ (м)}$

3. Расчет остаточной девиации магнитного компаса.

Задача 3.

Необходимо определить девиацию магнитного компаса по широким курсам и рассчитать таблицу остаточной девиации.

Исходные данные.

После уничтожения полукруговой девиации судно поочередно приводим по магнитному компасу на курсы N, NE, E,

SE, S, SW, W, NW. На каждом курсе северной и южной стороны показаны значения магнитного и истинного курсов и значения поправки  $\Delta ГК$  и  $d$ . Известно значение склонения  $\alpha$ , считаем с карты и приведенное к году таблицы, а также поправку  $\Delta ГК$  и  $d$ .

Для  $КМК$  от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  через  $45^\circ$  находим:

$$КГК = КМК + B \sin КМК + C \cos КМК$$

$$B = 0,1(L+n) = 0,1 \cdot 15 = 1,5$$

$$C = 2 + 0,1(L-n) = 2 + 0,1(3-12) = 1,1$$

$$\Delta ГК = 0,01(L+n) = 0,01 \cdot 15 = 0,15$$

$$d = 0,01(L-n) = 0,01(3-12) = -0,09$$

### Выполнение

1. Рассчитываем значения курсов по широким курсам (табл. 7)

Таблица 7. Значения курсов по широким курсам

$КМК,^\circ$	0	45	90	135	180	225	270	315
$ГК,^\circ$	1,1	46,8	91,5	135,3	178,9	223,2	268,5	314,7

2. Рассчитываем остаточную девиацию для восьми главных и четвертных курсов по формуле



мере :  $\delta = K_{TK} - K_{MK} + \Delta TK - \alpha$ , ре-  
зультат подставляется в на-  
мещу  $\rho$

Таблица  $\rho$ . Расчет гевляцци  
по селхемшю

$K_{MK}, ^\circ$	0	45	90	135	180	225	270	315
$K_{TK}, ^\circ$	1,1	46,8	91,5	135,3	178,9	223,2	268,5	314,7
$\delta_i, ^\circ$	1,3	2,1	1,7	0,5	-0,9	-1,6	-1,3	0,0

3. Находим значения коэффи-  
циентов гевляцци по формулам:

$$A = 1/\rho (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6 + \delta_7 + \delta_8);$$

$$B = 1/4 (\delta_3 - \delta_7 + 0,71 (\delta_2 + \delta_4 + \delta_6 + \delta_8));$$

$$C = 1/4 (\delta_1 - \delta_5 + 0,71 (\delta_2 - \delta_4 + \delta_6 + \delta_8));$$

$$D = 1/4 (\delta_2 - \delta_4 + \delta_6 - \delta_8);$$

$$E = 1/4 (\delta_1 - \delta_3 + \delta_5 - \delta_7);$$

где  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_8$  - значения гевля-  
цци из таблицы  $\rho$  соответст-  
венно для курсов N, NE, ..., NW.

$$A = 1/8 (1,3 + 2,1 + 1,7 + 0,5 - 0,9 - 1,6 - 1,3 + 0) = 0,24^\circ$$

$$B = 1/4 (1,7 + 1,3 + 0,71 (2,1 + 0,5 + 0 - 1,6)) = 1,5^\circ$$

$$C = 1/4 (1,3 + 0,9 + 0,71 (2,1 - 0,5 - 1,6 + 0)) = 1,1^\circ$$

$$D = 1/4 (2,1 - 0,5 - 1,6 - 0) = 0^\circ$$

$$E = 1/4 (1,3 - 1,7 - 0,9 + 1,3) = 0^\circ$$

4. Рассчитываем наемцу  
остаточной гевляцци по фор-  
муле:

$$\delta = A + B \sin K + C \cos K + D \sin 2K + E \cos 2K$$

где  $K = K_{mk}$ , используются коэффициенты  
 емкости девиации А, В, С, Д и Е, полу-  
 ченные в предыдущем пункте.  
 Результаты представлены в  
 таблице 9 и строим график-  
 рисунок 5.

Таблица 9. Таблица осма-  
 точной девиации.

$K, ^\circ$	$\delta, ^\circ$	$K, ^\circ$	$\delta, ^\circ$	$K, ^\circ$	$\delta, ^\circ$	$K, ^\circ$	$\delta, ^\circ$
0	1,3	90	1,4	180	-0,9	270	-1,3
10	1,6	100	1,5	190	-1,1	280	-1,0
20	1,8	110	1,3	200	-1,3	290	-0,8
30	1,9	120	1,0	210	-1,5	300	-0,5
40	2,1	130	0,7	220	-1,6	310	-0,2
50	2,1	140	0,4	230	-1,6	320	0,1
60	2,1	150	0,0	240	-1,6	330	0,4
70	2,0	160	-0,3	250	-1,5	340	0,8
80	1,9	170	-0,6	260	-1,4	350	1,1
90	1,7	180	-0,9	270	-1,3	360	1,3

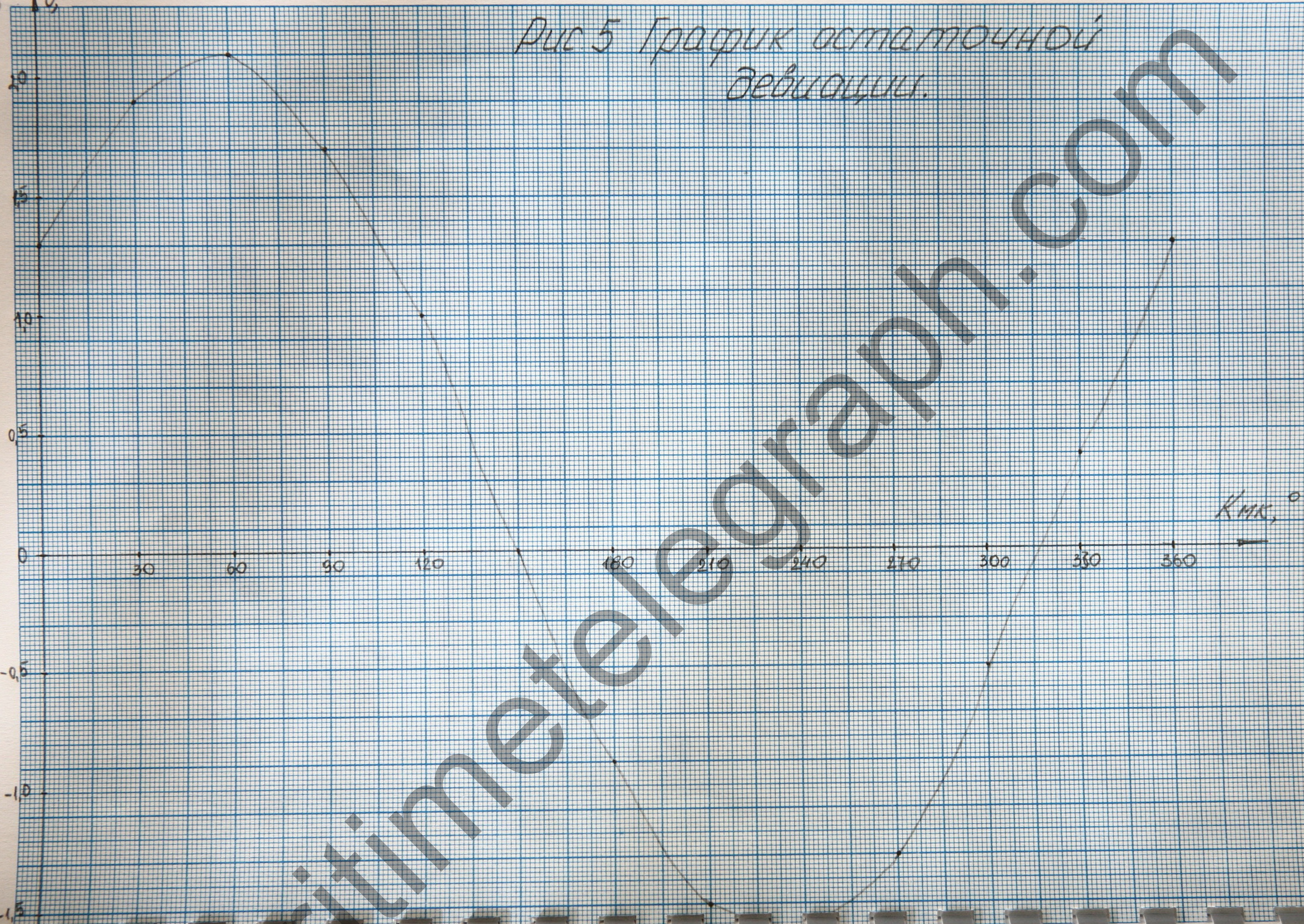
4. Расчет установочных данных  
 для корректора индукционного  
 типа.

Задача 4.

Произвести расчет данных  
 для масштабирования и уста-  
 новки корректора индукцион-  
 ного типа ИЭЛ-2М.

35

Рис. 5 График остаточной девиации.



Исходные данные.

На верной линии были получены порежки для трёх различных скоростей:

малый ход -  $V_{H1}$ , порежка  $\Delta V_1$ ;

средний ход -  $V_{H2}$ , порежка  $\Delta V_2$ ;

полный ход -  $V_{H3}$ , порежка  $\Delta V_3$ .

При переключении лоды в режиме "Автомат" отчёт скорости лоды, соответствующий эталонному напряжению, равен  $M_1$ .

$$V_{H1} = 4 + 0,1(l+n) = 4 + (0,1 \cdot 15) = 5,5 \text{ (узл.)}$$

$$\Delta V_{H1} = (-1)^{n+1} [0,4 + 0,01(l+n)] = (-1)^{13} \times [0,4 + 0,01 \cdot 15] = -0,55 \text{ (узл.)}$$

$$V_{H2} = 8 + 0,2(l+n) = 8 + 0,2 \cdot 15 = 11 \text{ (узл.)}$$

$$\Delta V_{H2} = (-1)^{n+1} [0,7 + 0,01(l+n)] = (-1)^{13} \times [0,7 + 0,01 \cdot 15] = -0,85 \text{ (узл.)}$$

$$V_{H3} = 13 + 0,3(l+n) = 13 + 0,3 \cdot 15 = 17,5 \text{ (узл.)}$$

$$\Delta V_{H3} = (-1)^{n+1} \cdot 0,005(l+n) = (-1)^{13} \cdot 0,005 \cdot 15 = -0,075 \text{ (узл.)}$$

$$M_1 = 40 + (l+n) = 40 + 15 = 55$$

Выполнение:

1. Рассчитываем отчёт скорости  $M_2$ , который должен

показывать их при эталонном напряжении, с учётом введённой линейной поправки тока. Величину  $M_2$  определим по формуле  $M_2 = M_1 \cdot \frac{V_{и3}}{V_{л3}}$ ;

$V_{л3} = V_{и3} - \Delta V_3$ , где  $V_{и3}$  и  $V_{л3}$  - соответственно истинная и измеренная скорости судна на полном ходу.

$$V_{л3} = 17,5 + 0,075 = 17,575 \text{ (узл.)}$$

$$M_2 = 55 \cdot 17,5 : 17,575 = 54,765 \text{ (узл.)}$$

2. Строим на миллиметровой бумаге формулы АЧ зависимость  $\Delta V$  от  $V_{и}$  в виде логарифмической кривой, которую будем называть экспериментальной. Масштаб  $\tau_{сш} = 0,1 \text{ уз. } \Delta V$  и  $\tau_{сш} = 1 \text{ уз. } V_{и}$ .

3. Изготавливаем на кальке сетчатый трафарет. Пользуясь трафаретом (масштаб тот же), наносим на ту же миллиметровку вторую логарифмическую кривую - регулировочную - рисунок 6, которая должна наглядным образом совпадать с экспериментальной кривой. Нанесение регулировочной ло-

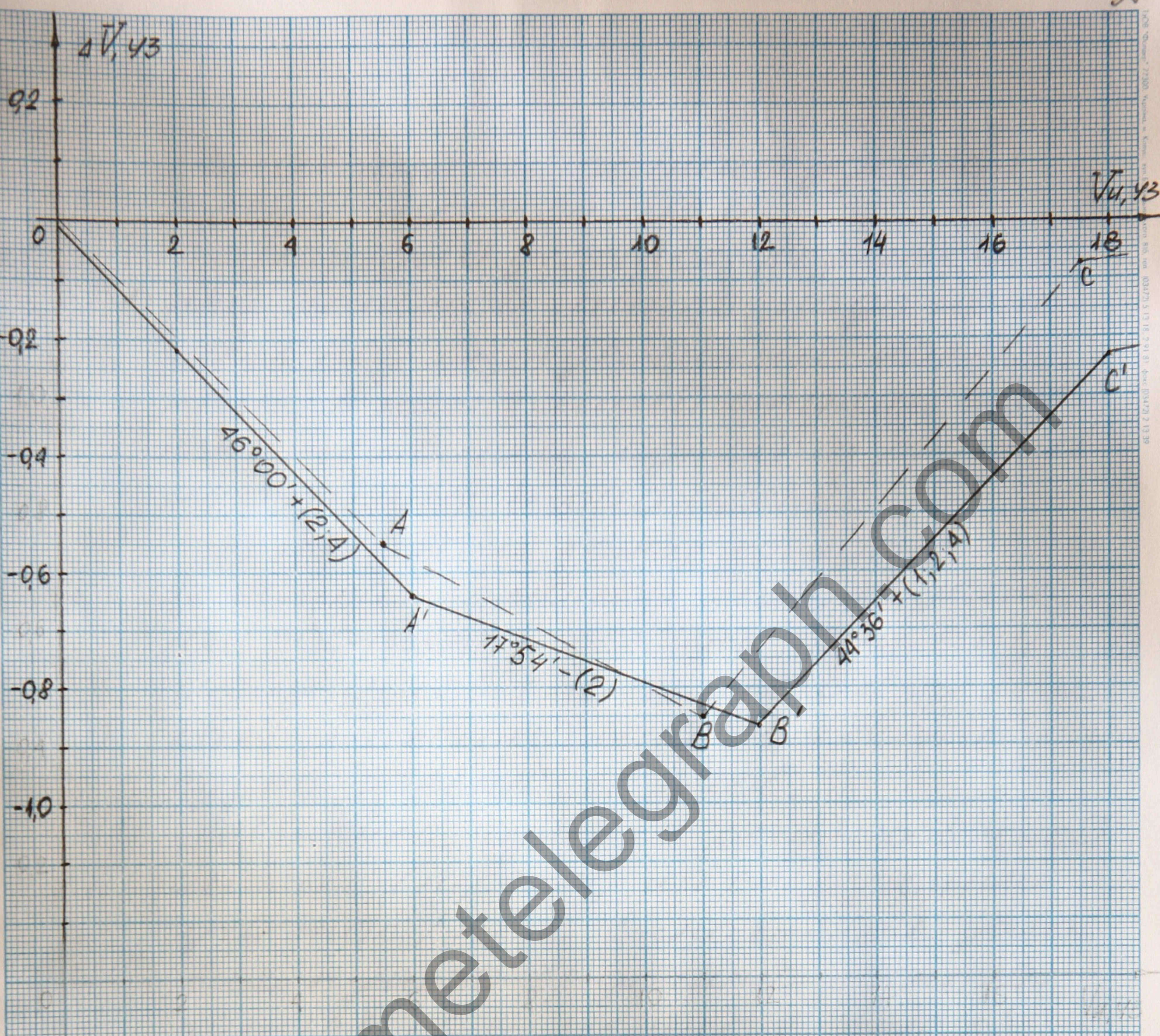


Рис. 6. Экспериментальная и  
регулирующая погрешности  
лага.

маной линии должно удовлетворять требованиям:

а) каждый участок регулярной ломаной линии надо нанести под определенным наклоном, в наибольшей степени соответствующим одной из радиальных линий трафарета;

б) начало и конец каждого участка ломаной линии должны соответствовать четному числу узлов (начиная с 4 узл.) так как максимальная скорость судна больше 17 узлов;

в) точка узла регулярной линии (переход на следующий участок / при выполнении условия пункта б) должна располагаться как можно ближе к одной из точек узла экспериментальной линии.

Трафарет - рисунок 7.

Используя весовые коэффициенты каждого участка регулярной ломаной линии, устанавливаем коммутационные переключки в гнезда коррелятора. Установка переключек производится с помощью теплового паяльника (рисунок 8)

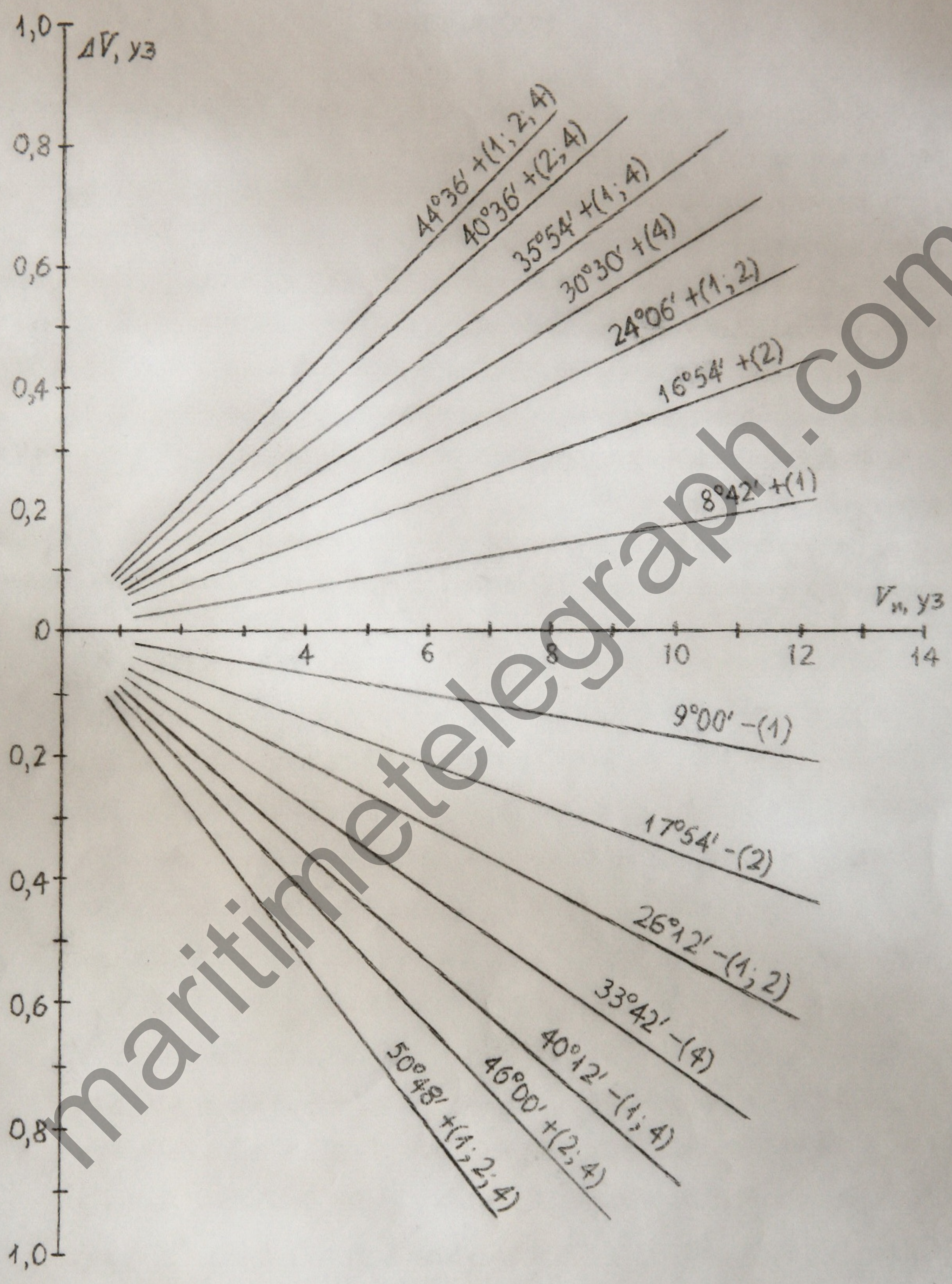


Рис. 7. Трафарет



которая накладывается на коммутатор блока корректора. Панель представляет собой шину с центральным вырезом, в который входит коммутационный разъем электронной платы корректора. На шине отмечены зоны, узлы, участки и весовые коэффициенты, которые соответствуют штезду коммутатора блока корректора. Первые две зоны штезда предназначены для выбора зоны. I-я зона используется, когда полный ход судна менее 17 узлов, вторая - более 17 узлов; 17 последующих пар штезд относятся к установке переключателя "узлы", с левой стороны панель оцифрована значениями узлов от 1 до 17, а с правой - от 2 до 34 с интервалом 2 узла (только темные). Следующие 12 пар штезд используются для установки переключателя "коэффициенты", т.е. для набора весовых коэффициентов для каждого из трех участков.

Выбор второй зоны (максимальная скорость судна боль-

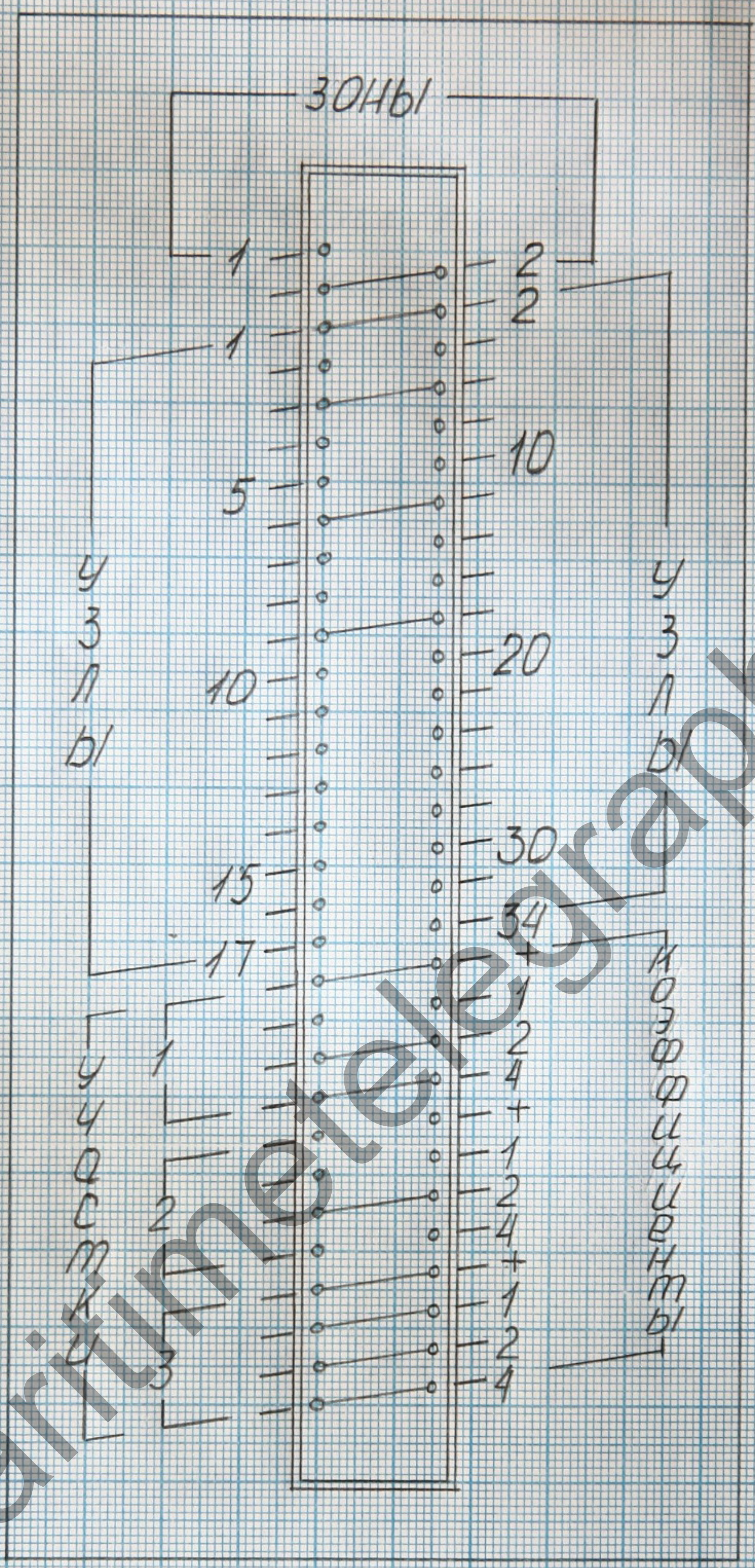


Рис. 8 Коммутатор с технологической панелью.

ше 17 узлов) предусматривает установку переключки так, чтобы она соединила первое верхнее гнездо правого ряда со вторым верхним гнездом левого ряда коммутатора

Данные для установки коммутационных переключек занесены в таблицу 10.

Таблица 10. Данные для установки коммутационных переключек.

Зона (1-ая или 2-ая)	2-ая зона			
	Участок			
	1	2	3	4
Узел (истинная скорость казана участка)	2	6	12	18
Знак	+	-	+	
Коэффициент	2, 4	2	1, 2, 4	

## 5. Расчет поправки эоломта.

### Задача 5.

Рассчитать поправку, которой требуется исправить показания эоломта при отклонении действительной скорости звука в воде с от расчетной со и если в месте измерения

шубинне шкертнае намяне скорасцю гня  $\gamma$ .

Всклоджнае даннае.

$$C_0 = 1500 \text{ м/с}$$

$$t, ^\circ\text{C} = 5n + 5 = 5 \cdot 1 + 5 = 10^\circ\text{C}$$

$$S, \% = (12 + 3) : 2 + 20 = 27,5 \text{ (проміле)}$$

$$k_{\text{шубин}} = 10(12 + 2 \cdot 3) = 10 \cdot 18 = 180 \text{ (м)}$$

$$\gamma = 10 + (n + l) = 10 + 15 = 25^\circ$$

Выканненне:

1. Вскользье метод лінейнай шкертнашчы наяджне из надышы 34а (МТ-75), што при соеносте  $S = 27,5\%$  и тештературе воды  $t = 10^\circ\text{C}$  поправка скорасцю звука  $\Delta C$  в воде равна  $31,5 \text{ м/с}$ .

2. Аналогично, вобудраене из надышы 34б поправку за шубинну  $\Delta C_k = 2,97 \text{ м/с}$  гня измеренной шубинны  $k_{\text{шубин}} = 180 \text{ м}$ .

3. Суммаруе поправки  $\Delta C$ ,  $\Delta C_k$  и скорасцю  $C_0$  получене скорасцю звука при заданых условиях: (формула Вильсона):  $C = C_0 + \Delta C + \Delta C_k$ , где  $C_0 = 1449,14 \text{ м/с}$  называеца

опорной скоростью звука, вычисленной для температур  $t = 0^\circ\text{C}$ , солёности  $S = 35\%$  и давления  $1,033 \text{ кг/см}^2$  (одна атмосфера).  
 $\Delta C = \Delta C_t + \Delta C_S = \Delta C_{Hst}$  - сумма поправок соответственно за температуру, солёность и взаимодействие температуры, солёности и температуры, табулированная по диапазонам широты;

$\Delta C_H$  - поправка за широту.

$$C = 1449,14 + 31,5 + 2,97 = 1483,61 \text{ м/с}$$

4. Вычисляем поправку эхолота за отклонение скорости звука в воде от расчётного значения по формуле:

$$\Delta h_e = h_{изм} (C/C_э - 1),$$

где  $C$  - действительная скорость звука в воде ( $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ );

$C_э$  - расчётная для эхолота скорость звука в воде, равная  $1500 \text{ м/с}$ .

$$\Delta h_e = 180 \cdot \left( \frac{1483,61}{1500} - 1 \right) = -1,97 (\text{м})$$

5. Рассчитываем  $\Delta h_{гн}$  - поправку эхолота за наклон морского дна, используя формулу:  $\Delta h_{гн} = h_{изм} (\sec \gamma - 1)$ ,

где  $\gamma$  - наклон морского дна.

$$\Delta h_{\gamma} = 180 \cdot (\text{сек } 25^{\circ} - 1) = 18,6 \text{ (м)}$$

6. Определить погрешку поправку эхолота при данных условиях:  $\Delta h = \Delta h_c + \Delta h_{\gamma}$ .

$$\Delta h = -1,97 + 18,6 = 16,63 \text{ м}$$

Ответ.  $\Delta h_c = -1,97 \text{ м}$ ;  $\Delta h_{\gamma} = 18,6 \text{ м}$ ;  
 $\Delta h = 16,63 \text{ м}$

Вывод: В зависимости от условий плавания эхолот может иметь значительные погрешности. Наиболее существенной погрешностью эхолота является погрешность, обусловленная наклоном дна. Это обстоятельство необходимо учитывать при плавании на швартоводе, в прибрежных районах.

Задание 6. Описать исправную работу ширлока широкотолкаса "Вега".

Широкотолкасы по виду управляемых движений чувствитель-

ного элемента принято делить на два класса: широкондасы с непосредственным управлением и широкондасы с косвенным управлением. Широконодасы с косвенным управлением являются корректируемыми, т.е. такими, у которых положение равновесия главной оси чувствительного элемента в азимуте и по высоте можно целенаправленно изменять (добиваясь нулевых погрешностей при установившемся движении судна) с помощью датчиков моментов по выходным данным от вычислительного устройства, вырабатывающего корректирующие сигналы на основе внешней информации о скорости судна, его курсе и географической широте.

Широазимутконодас (ТАК) „Вега“ - корректируемый широконодас с косвенным управлением, имеющий два режима работы.

В первом режиме прибор работает в качестве корректируемой ТК с косвенным управлением, главная ось которого при дви-

женим судна с постоянной скоростью и неизменным курсом располагается вдоль полуденной линии  $NS$  и указывает истинность истинного меридиана.

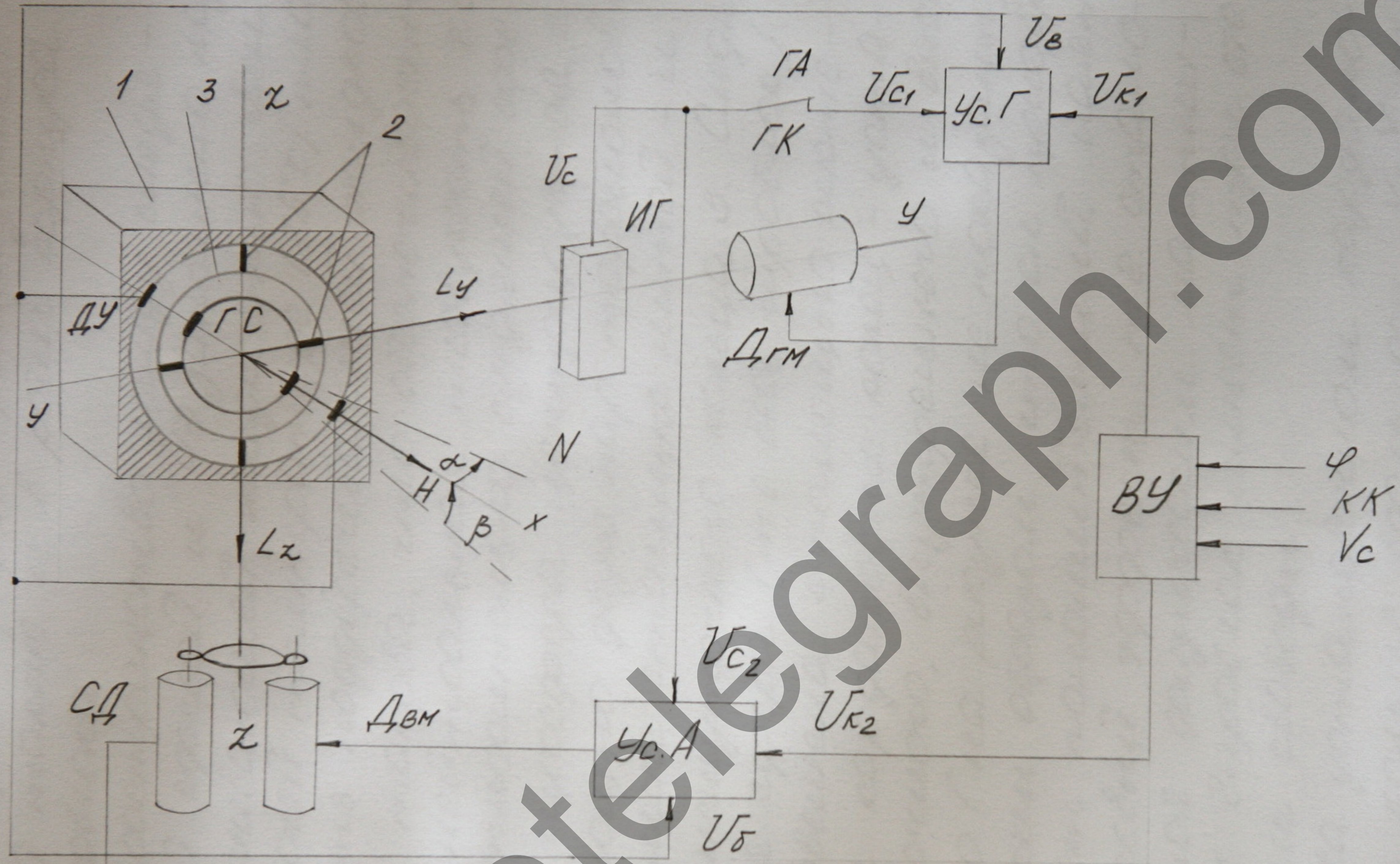
Во втором решении прибор работает в качестве прообразмута. В этом случае главная ось прибора будет с определенной точностью в течение некоторого интервала времени сохранять то азимутальное направление, которое указывал проскон при переключении его с решения прообразмута на решение прообразмута.

Основной частью ТАК является прибор, к которому относятся: прообразмута, подвес, следующая система.

Главным элементом является прообразмута ГС, внутри которой размещен астатический проскон (центр тяжести совпадает с точкой подвеса). Ось  $X-X$  является главной и вдоль нее направлен вектор кинетического момента  $H$ .

Прообразмута размещена внутри





КК к релепиттерам

Рис. 9 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ГАК „ВЕГА“

следующей сферы 1, выступающей также и в роли корпуса шредера

Пространство между следующей сферой и ЧЭ заполнено поддерживающей жидкостью. При рабочей температуре ( $75^{\circ}\text{C}$ ) вязкость поддерживающей жидкости такова, что обеспечивается нейтральная плавучесть ЧЭ.

Относительно следующей сферы шредера центрируется с помощью двух пар торсмонов 2-тонная стальная шпиль - и промешивочного кольца 3. Следующая сфера (т.е. весь шредер) подвешена с помощью системы карданных колец - установочного, внутреннего и внешнего (на рисунке не показаны) - таким образом, что он приобретает вспомогательный маятниковый эррект, т.е. становится физически маятником. Шредер имеет три степени свободы.

На установочном кардановом кольце вдоль оси Y-Y шредера размещен индикатор горизонта ИГ.

Для измерения углов расхождения широты со следящей сферой по двум углам - горизонтальному  $\alpha$  и вертикальному  $\beta$  - применяется двухкоординатный электромагнитный датчик углов ДУ. Датчик состоит из пары статоров, расположенных на корпусе широты, и пары роторов, расположенных на следящей сфере.

Положение широты относительно горизонтальной системы координат  $O\bar{N}E$  будет определяться углами  $\alpha$  и  $\beta$ , а положение следящей сферы - углами  $\alpha_c$  и  $\beta_c$ . Тогда, измеренные датчиком ДУ углы расхождения следящей сферы и широты по азимуту будут составлять  $(\alpha - \alpha_c)$ , а по высоте -  $(\beta - \beta_c)$ .

Чтобы широта была свободна от внешних моментов, необходимо торсионные посты постоянно удерживать в раскруженном состоянии. Для этой цели в проазимутковом шкворне две следящие системы стандартизации:

- азимутальная, вращающаяся ДУ (по углу  $\alpha$ ), усилитель Ус.А и двигатель азимутальной стабилизации ДВМ;

- горизонтальная, вращающаяся ДУ (по углу  $\beta$ ), усилитель Ус.Г и двигатель горизонтальной стабилизации ДГМ;

с ДУ снимаются электрические сигналы:

$U_\alpha = k_{\text{ДУ}} (\alpha - \alpha_c)$  и  $U_\beta = k_{\text{ДУ}} (\beta - \beta_c)$ , где  $k_{\text{ДУ}}$  - коэффициент передачи датчика угла.

Эти сигналы через соответствующие усилители подаются на двигатели стабилизирующие, которые работают до тех пор, пока поступающие на них сигналы не станут равными нулю. Из формулы видно, что это произойдет тогда, когда следящая сфера соприкоснется с широкосферой, т.е. когда выполняются равенства  $\alpha = \alpha_c$  и  $\beta = \beta_c$ .

Таким образом, любой поворот сфера либо его рыскание на волнении, как вокруг вертикальной оси так и вокруг горизонтальной оси, пер-

пендикулярной вектору кинетического момента  $H$  шроско-на, будут тем час не отрабатываться стабилизирующими двигателями. Следующая сфера будет сохранять собою сованное положение с шросферой, в котором торсионные остаются незамученными.

В этом режиме работы следящей системы ЧЗ обладает свойством свободного шроско-на, т.е. шросфера будет сохранять неизменным свое направление в инерциальном пространстве.

Чтобы превратить полученный свободный шроскон в зубастый элемент шроскона необходимо на шросферу наложить управляющие моменты вокруг осей  $Y-Y$  и  $Z-Z$ , которые формируются по сигналу, вырабатываемому индикатором горизонта ИГ.

Для этого применяются два канала управления:

- горизонтальный - создает момент относительно оси  $Y-Y$  и тем самым вызывает

прецессию  $\dot{\chi}$  по азимуту - включает в себя индикатор горизонта ИГ, усилитель  $\dot{\chi}$ , двигатель горизонтальной стабилизирующей ДГМ и горизонтальные торсионы;

- вертикальный (горизонтный) - создает момент относительно оси  $Z-Z$  и тем самым вызывает прецессию  $\dot{\chi}$  по высоте, т.е. относительно плоскости истинного горизонта - включает в себя индикатор горизонта ИГ, усилитель  $\dot{\chi}$ , двигатель вертикальной стабилизирующей ДВМ и вертикальные торсионы.

Те же самые стабилизирующие двигатели следующей системы здесь выполняют функцию двигателей или датчиков создания горизонтального и вертикального управляющих моментов.

Индикатор горизонта представляет собой плоский физический маятник, укрепленный на следующей сфере по оси  $Y-Y$ . Это ось чувствительности параллельна шавной оси ш-

роскона, поэтому он реагирует как на изменение угла  $\beta$  наклона следящей сферы, так и на линейное ускорение  $V_n$  вследствие маневрирования судна.

Пусть судно неподвижно и главная ось шроскона первоначально находится в меридиане и параллельна плоскости истинного горизонта. Но, уже в следующей момент времени, из-за вращения Земли, северный конец оси ГС оказывается в восточной половине горизонта (появляется угол  $\alpha$ ), а она, как известно, непрерывно опускается - наблюдается видимый подъем оси над горизонтом - появляется угол  $\beta$ . Поэтому функция системы управления состоит в непрерывном приведении главной оси ГС в плоскость истинного меридиана параллельно плоскости истинного горизонта. Исходя из этого, сигнал от индикатора горизонта необходимо подавать на оба канала управления.

Сигнал на выходе ИГ пропорционален углу  $\beta$ :

$U_c = k_{nr} \beta_c$ , где  $k_{nr}$  - коэффициент передачи ИГ.

В режиме широкополоса (перемножитель ГА/ГК замкнут и находится в положении ГК) сигнал поступает в оба канала управления. Уровни сигналов (напряжений) различны и определяются соответствующими масштабными элементами.

$U_{c1} = k_{nr} m_1 \beta_c$ ;  $U_{c2} = k_{nr} m_1 m_2 \beta_c$ , где  $m_1, m_2$  - коэффициенты передачи масштабных элементов.

Эти сигналы вычитаются соответственно из сигналов  $U_\beta$  и  $U_\alpha$  и полученные разности через усилители поступают на двигатель. Поэтому двигатель горизонтальной и азимутальной стабилизации работает до тех пор, пока не будут выполнены условия:

$$\Delta_1 = U_\beta - U_{c1} = 0; \quad \Delta_2 = U_\alpha - U_{c2} = 0.$$

В результате работы двигателя следящая сфера будет развернута относительно пересечения на некото-



рые углы ( $\alpha - \alpha_0$ ) и ( $\beta - \beta_0$ ), что приведёт к закрутке горизонтальной и вертикальные торсионов, создающие соответственно моменты:

$L_y = C_T (\beta - \beta_0)$ ;  $L_z = C_B (\alpha - \alpha_0)$ ,  
где  $C_T$  и  $C_B$  - коэффициенты крутильной жёсткости торсионов.

При преобразовании формул, получивших, что разности углов ( $\alpha - \alpha_0$ ) и ( $\beta - \beta_0$ ) пропорциональны углу поворота шассиной оси пероскопа в над плоскостью истинного горизонта (хотя ИГ установлен на следящей сфере), следовательно, к перосфере будут применены моменты:

вокруг горизонтальной оси

$$L_y = C_T \text{ и } \text{и } \beta = A_y \beta;$$

вокруг вертикальной оси

$$L_z = C_B \text{ и } \text{и } \alpha = A_z \alpha,$$

где  $\text{и}$  - приведённый коэффициент передачи индикатора горизонта;  $A_y = C_T \text{ и}$  и  $A_z = C_B \text{ и } \text{и}$  - модули горизонтального и вертикального моментов соответственно.

Три действия на свободной широкон двух моментов, значение которых пропорционально углу  $\beta$ , его главная ось непрерывно будет прецессировать к истинному меридиану, стремиться занять горизонтальное положение, т.е. широкон превращается в чувствительный элемент широкона.  $L_2$  обеспечивает образование затухающих колебаний, а  $A_2$  является модулем демпфирующего момента.

Три движения судна и любом изменении его курса двухканальная следящая система непрерывно обеспечивает согласование следящей сферы с чувствительным элементом, а двухканальная система управления, непрерывно оказывает на него управляющее воздействие, выполняющая функцию превращения свободного широкона в курсоуказатель.

Информация о текущем значении коллатерального курса кк поступает к внешнему

потребностями от системы - датчика СД, который механически связан с движителем канала азимутальной стабилизации ДВМ.

Для коррекции погрешностей гироскопа при стационарном движении судна в блоке коррекции (в его вычислительном устройстве ВУ) формируются корректирующие сигналы  $U_{k1}$  и  $U_{k2}$ , которые подаются в соответствующие каналы управления, где суммируются с управляющими сигналами  $U_1$  и  $U_2$ . Наличие этих сигналов приводит в конечном счёте к дополнительному закручиванию вертикальных и горизонтальных термомов, т.е. к созданию дополнительных компенсирующих моментов  $L_{yк}$  и  $L_{zк}$ .

На вход ВУ подаётся внешняя информация о координатах курса КК, скорости судна  $V_c$  и широте места  $\varphi$ .

На основе данных о КК,  $V_c$  и  $\varphi$  выработкой на выходе  $U_{k1}$ , что соответствует созда-

важному корректирующему моменту  $L_{zk}$ , позволяющему компенсировать широтную погрешность  $\delta\varphi$ .

При использовании тех же входных данных в ВУ выработывается напряжение  $U_{k2}$ , что соответствует создаваемому корректирующему моменту  $L_{zk}$ , позволяющему компенсировать в показателях широконоса скорость погрешность  $\delta v$ , возникающую при стационарном движении судна.

В результате коррекции главная ось  $Z_3$  в равновесном положении будет находиться в плоскости истинного меридиана и в плоскости горизонта.

В режиме прозвонки (переключатель ГА/ГК должен быть разомкнут) сигнал с индикатора горизонта поступает только на вертикальный (горизонтный) канал косвенного управления, благодаря которому главная ось широты удерживается в плос-

кости горизонна. Горизонталь-  
 ный же канал отклонен (уп-  
 равление от ИГ в азимуте от-  
 сутствует). Однако, при этом  
 сохраняется действие корректи-  
 рующего сигнала  $U_{к1}$  - создавае-  
 мый момент  $L_{ук}$  обеспечивает  
 следование главной осе  $Z_{гз}$   
 меридианом наблюдателя  
 (с определённой точностью).

Этот режим используется  
 при маневрировании судна,  
 особенно в высоких широтах  
 и на больших скоростях, для  
 уменьшения погрешностей,  
 вызываемых действием сил  
 инерции на индикатор гори-  
 зонна.

maritime

## Заключение

В результате выполнения данной курсовой работы были закреплены теоретические и практические знания о работе различных технических средств, с помощью которых судоводитель получает навигационную информацию.

На практических занятиях проведена оценка и анализ полученных результатов. Курс - 4 "Векс", латинского колена, эхолота, ладга с точки зрения их возможностей характеристик, проявляемых в реальных условиях плавания. Дана анализ практических действий судоводителя при использовании электронных приборов в конкретной ситуации.

Список литературы:

1. Смирнов Э.Л., Яковенко А.В., Якушевский А.А. Технические средства судовождения: Теория: Учебник для вузов / под ред. Э.Л. Смирнова. М.: Транспорт, 1988. - 376 с

2. Технические средства судовождения: Учебник для вузов / В.И. Дмитриев, В.Ф. Евлеников, О.Э. Карамцов, В.Д. Ракитин. Под ред. О.Э. Карамцова. - М.: Транспорт, 1990. - 320 с.

3. Электроннонавигационные приборы: Учебник для судовод. спец. высш. учеб. мор. уч-щ / И.А. Биликов, А.В. Жердев, В.К. Жердецкий и др. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1980. - 447 с

4. Смирнов Э.Л., Яковенко А.В., Воронков В.В. Технические средства судовождения. Теория: Учебник для вузов. СПб.: "Знание", 1996. - 544 с

5. Зангай Л.А. Электроннонавигационные приборы [Текст]: учебное пособие для курсан-

тов и студентом морского  
вузов. / Под редакцией Л.С. Алек-  
сейчука. - Одесса : ОДНПА, 2007 - 152с

6. Абсолютные и относитель-  
ные долги / К.А. Виноградов,  
В.Н. Коллекарёв, Б.А. Оськин  
А.А. Крётов : Справочник. -  
М. : Судостроение, 1990.

7. Воронов В.В., Терюмов В.К.,  
Ильченко А.В. Технические средст-  
ва судоводения : Конструкция  
и эксплуатация : Учебник для  
вузов / Под ред. Е.А. Смирнова. -  
М. : Транспорт, 1988 - 335с.

maritimefile.ru



Трешмонтер :

DVD - диск с программным файлом.



maritimetelegraph.com