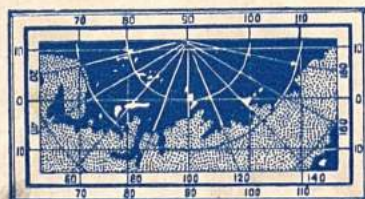


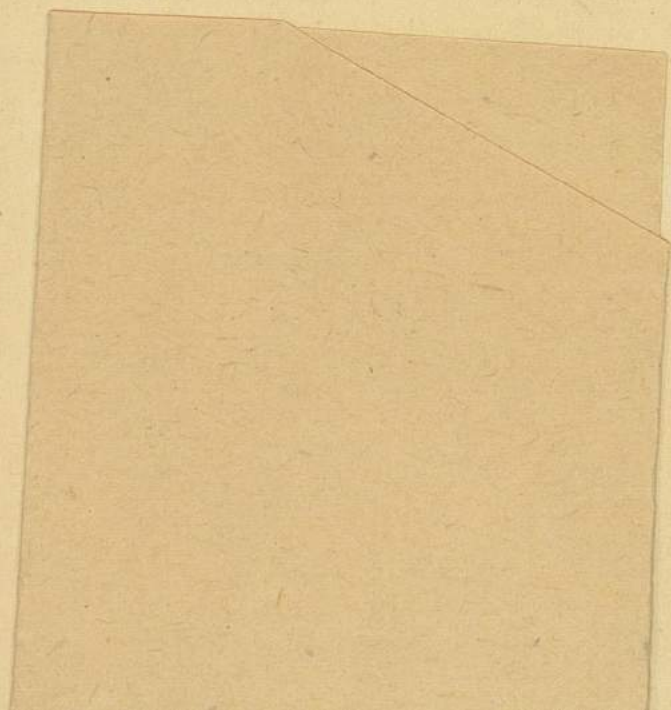
СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО ГИДРОГРАФИИ И МОРЕПЛАВАНИЮ



IV

Проверено 1959



35-19

104-4

ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВСЕВМОРПУТИ ПРИ СНК СССР

35-19

104-4

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

СБОРНИК СТАТЕЙ
ПО ГИДРОГРАФИИ И МОРЕПЛАВАНИЮ

IV



CONTENTS

	Page
Section of science	5
I. A. Kireyev. Wind-drift of the ice-breaker „Sedov“ while navigating sparse ice	5
V. Moiseyenko. Electric light in the light-houses	36
S. G. Karandashev. A practical estimate of the determination of time by azimuth as proposed by Pavlov and Struve	60
V. L. Khmiznikova. The form that enter into the composition of the Zooplankton of Kara-Sea are following	68
G. S. Maximov. Hydrographic explorations of the Siberian hydrographic office in 1933	75
Chronicle	90
Notices	92
Bibliography	95

И. А. КИРЕЕВ

ВЕТРОВОЙ ДРЕЙФ ЛЕДОКОЛЬНОГО ПАРОХОДА „СЕДОВ“ ПРИ ПЛАВАНИИ В РАЗРЕЖЕННОМ ЛЬДУ

Общие замечания

Целью настоящей заметки является попытка самого элементарного изложения теории дрейфа под влиянием ветра с применением этой теории для учета дрейфа ледокольного парохода „Седов“. Таким образом, речь будет идти не о статистическом методе, примененном Н. Н. Струйским,¹ а об аналитическом вычислении элементов дрейфа в зависимости от скорости и направления ветра и от других условий.²

В виду отсутствия в литературе подобного рода расчетов, неизбежно пришлось несколько расширить основную тему и коснуться ряда явлений, имеющих прямое или косвенное отношение к рассматриваемому вопросу и не лишенных практического значения для судна любого типа.

Известно, что чем меньше скорость хода и осадка и чем больше надстроек, тем сильнее сказывается влияние ветра. На волне более 2—3 баллов скорость и направление дрейфа зависят также и от волнения, причем потеря скорости хода судна на большой волне, по всей вероятности, зависит главным образом от силы волнения, а не от скорости ветра. С точностью судить о влиянии волнения по имеющимся весьма непродолжительным наблюдениям, касающимся плавания „Седова“ в свежую погоду на чистой воде, в настоящее время не представляется возможным; вопрос этот здесь рассматриваться не

¹ „Записки по гидрографии“, 1932, № 4.

² Статистический метод при плавании во льдах неприменим главным образом по той причине, что нельзя пользоваться лагом, причем возможность астрономических и навигационных определений места судна во многих случаях представляет исключительную редкость.

будет, и речь будет идти лишь о действии сил, порождаемых давлением ветра на надводную часть судна.

Опытный капитан, хорошо знающий свое судно, с успехом оценивает величину дрейфа на-глаз и берет поправку на боковой ветер, обычно выражаемую в долях румба. Кроме того применяется общеизвестный способ определения дрейфа по углу отклонения кильватерной струи, причем поправка выражается в градусах. По существу обоих способов, с давних пор применяющихся на практике, возражать, конечно, не приходится; можно внести лишь некоторое добавление в том случае, когда судно по каким-либо причинам вынуждено остановиться. В обычном навигационном смысле обстоятельство это не имеет существенного значения, но если судно на чистой воде и на большой глубине, исключающей возможность постановки на якорь или на верп, остановилось для производства гидрологических наблюдений, то силу, или вернее скорость, дрейфа d предпочтительнее выражать в узлах. В подобных условиях судно обычно стоит лагом к ветру, и скорость дрейфа, направление которого можно считать совпадающим с направлением ветра, можно определить по приближенной формуле

$$(1)^1 \quad d \text{ (в узлах)} \approx \frac{V_0}{h},$$

где V_0 — истинная скорость ветра в м/сек., а h — коэффициент, зависящий от типа судна; при осадке менее 10 фут. $h \approx 8$, при осадке от 10 до 20 фут. h составляет от 9 до 12, а при осадке более 20 фут. и вообще для судов, мало подверженных дрейфованию, h достигает 13—14.

Сказанное относится к условиям плавания по чистой воде. Что касается плавания во льдах, то здесь могут быть три случая.

В первом случае, когда судно движется в 9—10-балльном ледяном поле, пробивая перемычки и пользуясь узкими разводьями, скорость и направление дрейфа соответствуют скорости и направлению дрейфа ледяного поля.

Во втором случае, когда передвижение совершается в сплоченном 6—8-балльном льду, причем на остановках судно прижимается подветренным бортом к дрейфующей льдине, скорость дрейфа превышает скорость дрейфа льда, но не достигает величины, которая наблюдалась бы при той же силе ветра на чистой воде.

¹ Как будет видно из дальнейшего, скорость дрейфа на спокойной воде находится почти точно в линейной зависимости от скорости ветра. В данном случае под влиянием волнения зависимость должна быть сложнее, но за отсутствием исчерпывающих экспериментальных данных она может быть выражена лишь в самых грубых чертах.

Способ определения скорости и направления дрейфа в первом и во втором случаях составляет предмет особого исследования, здесь же будет рассмотрен лишь третий случай, когда плавание совершается в разреженном льду, позволяющем долгое время идти постоянным курсом, причем на остановках (напр., для измерения глубины или для производства гидрологических наблюдений) судно также находится на чистой воде. При экспедиционных работах научно-исследовательского характера с подобными условиями приходится сталкиваться довольно часто; так, напр., в 1934 г. „Седов“ сделал во льдах 2106 миль, из которых 1536 миль пройдено в разреженном льду (либо вдоль кромки тяжелого льда, либо вдоль припая, либо среди обломков полей и пр.). Здесь, по сравнению с условиями плавания по чистой воде, существенным отличием является то обстоятельство, что даже при свежем ветре море остается спокойным, и явление дрейфа можно рассматривать в чистом виде, не учитывая влияния волнения и влияния дрейфового течения, которые при данных условиях (ограниченная водная поверхность, свободная от льда) не получают заметного развития.

Именно для этих, главным образом, условий и произведено настоящее исследование, преимущество которого заключается в том, что не всегда можно оценить дрейф на-глаз, не всегда применима слишком схематичная формула (1) и, наконец, ни глазомерный, ни эмпирический способы не дают ответа на вопрос о направлении ветрового дрейфа.

Элементы дрейфа

Скорость ветра V , определенная анемометром, выражается в м/сек:

Направление ветра D выражается в градусной (азимутальной) мере от 0° до 360° ; напр., для SW-го ветра $D = 225^\circ$.

Если наблюдения производились на ходу, то для получения истинной скорости V_0 и истинного направления D_0 в наблюдаемые величины V и D вводятся соответствующие поправки.¹ Во всех дальнейших расчетах всегда учитываются лишь истинные величины V_0 и D_0 .

Курсовой угол на линию ветра KV , т. е. угол между диаметральной плоскостью судна и линией ветра, отсчитывается, подобно азимуту, по часовой стрелке от 0° до 360° ; напр., при галфине левого галса $KV = 270^\circ$. Связь между истинным курсом IK , направлением ветра D_0 и курсовым углом KV выражается соотношениями:

¹ К. М. Бенуа и М. В. Никитин, Курс метеорологии для судоводителей. ОГИЗ, 1933, Л., стр. 45; И. А. Киреев, Временная инструкция для наблюдателей на ледоколах Ленинградского торгового порта. Изд. Гл. геофиз. Obs., 1928, стр. 22.

$$(2) \quad KY = D_0 - IK,$$

$$(3) \quad D_0 = IK + KY.$$

Так, напр., если судно при ветре близком к δSW ($D_0 = 200^\circ$) идет истинным курсом 330° , то $KY = 230^\circ$ (рис. 1).

Угол встречи ζ между линией ветра и касательной к поверхности судна в данной точке всегда отсчитывается от линии ветра от 0° до 90° . Для всех расчетов допускается, что воздушный поток

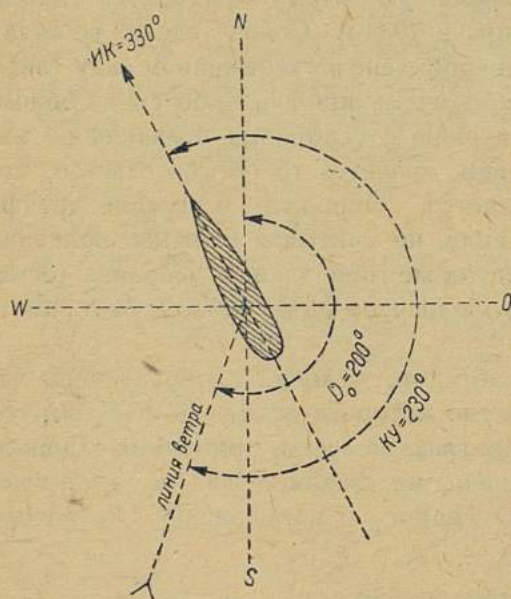


Рис. 1.

имеет горизонтальное направление, поэтому, если ветер встречается с вертикальной поверхностью (напр., стенки рубки, прямой борт), то угол встречи в плане представляет горизонтальный угол. Если же ветер встречается с наклонной поверхностью, то кроме горизонтального угла учитывается вертикальный угол ϕ между вертикальной линией и касательной к наклонной поверхности.

Точкой приложения равнодействующей давления ветра на данную часть поверхности судна принято считать геометрический центр тяжести данной поверхности.¹ Точку приложения суммарного давления ветра на всю

поверхность судна можно с достаточной для практических целей точностью считать лежащей на оси поворотливости судна, которая представляет вертикальную линию, проведенную через центр тяжести судна G .

Скорости дрейфа d соответствует то или иное направление линии дрейфования, выражаемое в азимутальной мере, от 0° до 360° ; напр., $d_{130} = 0,6$ узла означает, что судно дрейфует по истинному направлению 130° со скоростью 0,6 узла.

Линия дрейфования очень близка к линии ветра и совпадает с ней при $KY = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ и 270° , т. е. при противном и попутном ветрах и при галфинде. При прочих значениях KY направление дрейфа несколько преломляется.

¹ Как известно, это допущение не вполне правильно, но для данной практической цели погрешность не имеет значения.

Явление преломления дрейфа отчасти объясняется неоднородностью форм поверхностей различных частей судна, встречающихся с линией ветра под различными углами встречи ζ . Строго говоря, равнодействующая давления ветра, а следовательно и направление линии дрейфования, совпадают с линией ветра лишь при шаровой или цилиндрической формах тела.

Допустим, что судно имеет вид параллелепипеда; размеры его — $L=50$ м, $B=10$ м, высота наружного борта $h=2$ м. Требуется вычислить давление ветра и направление линии дрейфования при $KY=0^\circ$ и $KY=30^\circ$, при скорости ветра $V_0=10$ м/сек.

Давление ветра:

$$(A) \quad W = K \times f \times V_0^2 \times \sin \zeta,$$

где f — площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную к направлению ветра, V_0 — скорость ветра в м/сек. Если W выражено в кг, а f — в м², то для коэффициента K можно принять с некоторыми допущениями следующие осредненные значения:

Для плоскости	$K=0.08$
Для цилиндра (рангоут, такелаж, дымовая труба и пр.)	$K=0.06$
Для сложных контуров (лебедки, раструбы вентиляторов, приборы, бочки, шлюпки и пр.)	$K=0.08$

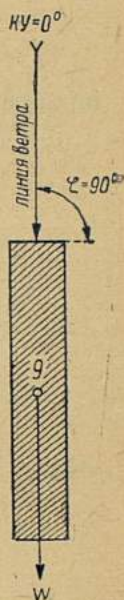


Рис. 2.

В данном случае при $KY=0^\circ$ (рис. 2):

$$W = 0.08 \times 10 \times 2 \times 10^2 \times \sin 90^\circ = 160 \text{ кг.}$$

Сила W направлена по диаметральной плоскости судна, т. е. явление дрейфа выражается в некотором уменьшении скорости хода судна.

Во втором случае, при $KY=30^\circ$ (рис. 3), вместо полного давления на переднюю стенку

$$W = 0.08 \times 10 \times 2 \times \sin 60^\circ \times 10^2 = 138.5 \text{ кг,}$$

учитывается нормальное (или действующее) давление:

$$W_{np} = W \times \sin 60^\circ = 120 \text{ кг.}$$

Для боковой стенки действующее давление

$$W_n = 0.08 \times 50 \times 2 \times \sin 30^\circ \times 10^2 \times \sin 30^\circ = 200 \text{ кг.}$$

бы подобное же судно имело некоторую осадку, то угол σ был бы ничтожным, так как сопротивление воды было бы для боковой стенки относительно и абсолютно больше, чем для задней стенки. Пусть, напр., осадка данного судна составляет 1 м. В таком случае задняя стенка под влиянием продольной силы W_{np} будет испытывать сопротивление воды

$$S = K \times F \times d^2 = 80 \times 10 \times d^2.$$

Для установившейся равномерной скорости дрейфа d должно существовать равенство

$$S = W_{np};$$

следовательно, продольная скорость дрейфа

$$d_{np} = \sqrt{\frac{120}{800}} = 0,39 \text{ м/сек.}$$

Поперечная скорость дрейфа определяется из равенства

$$200 = 80 \times 50 \times 1 \times d_n^2,$$

откуда $d_n = 0,22$ м/сек.; следовательно, в первом приближении равнодействующая скорость дрейфа

$$d = \sqrt{0,39^2 + 0,22^2} = 0,45 \text{ м/сек.}$$

Дрейфование со скоростью 0,45 м/сек. равносильно соответствующему уменьшению скорости ветра, поэтому следовало бы вновь вычислить силы W_n для $V = 10 - 0,45 = 9,55$ м/сек. и получить d во втором приближении. Ограничиваясь первым приближением, получаем

$$\operatorname{tg}(\sigma + KY) = \frac{0,22}{0,39}; \quad \sigma + KY = 29,5^\circ; \quad \sigma = -0,5^\circ.$$

Следовательно, влияние прямоугольной продолговатой формы судна было бы уравновешено сопротивлением воды, и явления преломления дрейфа не наблюдалось бы. Однако по отношению к действительно существующим судам вывод о преломлении дрейфа остается в силе, так как спардек, мостик и рубки обычно имеют формы параллелепипеда или близкие к прямоугольным; да и форма самого корпуса в надводной его части способствует преломлению дрейфа еще в большей степени, чем надстройки,¹ хотя форма подводной части несколько сглаживает это явление. Впрочем, как увидим далее, преимущественное значение в деле преломления дрейфа имеет соотно-

¹ В этом легко убедиться, если в виде довольно грубого приближения вычислить равнодействующую давления ветра W_p для прямостенного судна с конусообразной носовой частью, приближающейся по форме к действительному образованию.

шение между скоростью ветра, курсовым углом и скоростью хода причем у „Седова“ угол σ может достигать 34° .

Все приведенные ниже вычисления действительны лишь для „Седова“ и для судов сходного с ним типа, поэтому конечный результат дан в виде графиков и таблиц, а вопрос о выводе универсальных формул, пригодных для судов всех типов, откладывается до получения возможности произвести соответствующие вычисления. Для облегчения везде, где возможно, выведены эмпирические коэффициенты, но и с их помощью для вычисления таблиц дрейфа любого судна требуется не менее одного месяца.

Все дальнейшие пояснения даны на примерах вычисления дрейфа л/п „Седов“ при скорости ветра $V_0 = 10$ м/сек.

Для всех расчетов приняты следующие элементы „Седова“:

Длина по груз. ватерлинии	$L = 73.53$ м
Ширина наибольшая	$B = 10.82$ „
Осадка	$H = 5.69$ „
Водоизмещение	$D = 3.132$ т
Коэффициенты	$\sigma = 0.674$
„	$\alpha = 0.806$
„	$\beta = 0.979$
Наибольшая скорость хода (при 90 оборотах и $INP = 1680$)	$V_0 = 12$ узлов

Ветровой дрейф л/п „Седов“ на остановке

За неимением экспериментальных данных, которые позволяли бы судить о величине коэффициента K , отнесенной ко *всей поверхности* судна, поступлено следующим образом:

1) Поверхность надводной части корпуса на теоретическом чертеже, в зависимости от степени кривизны, разбита на 11 частей, которые практически можно принять за плоскости с коэффициентом сопротивления $K = 0.08$, отнесенным к данной части поверхности Δf .

2) Для галфинда, т. е. для $KV = 90^\circ$ и $KY = 270^\circ$, для каждой доли поверхности Δf вычислено нормальное по отношению к диаметральной плоскости давление ветра

$$(4) \quad \Delta W_n = 0.08 \times \Delta f \times V_0^2 \times \sin^2 \zeta \times \cos^2 \varphi,$$

т. е. с учетом горизонтальных и вертикальных углов встречи. Величина $\Sigma \Delta W_n = W_n$ представляет собой нормальное, по отношению к диаметральной плоскости, давление ветра на надводную часть корпуса судна. Что касается продольных составляющих, то для средней части корпуса, для которой угол встречи ζ близок к 90° , они близки к нулю, а в носовой и кормовой частях корпуса они действуют

с разными знаками; практически можно считать, что они взаимно уравновешиваются. К величине W_n прибавлено суммарное давление ветра на надстройки. В итоге получено:

Давление ветра на корпус	1640 кг
„ „ „ надстройки	1529 „
<hr/>	
$W_p = 3169$ кг	

Суммарное давление ветра на корпус и надстройки представляет равнодействующую силу W_p , нормальную по отношению к диаметральной плоскости судна. Сумма продольных составляющих практически близка к нулю; следовательно при галфинде преломления дрейфа не наблюдается.

Отсюда выводится эмпирическая формула для однотрубных судов для $KY = 90^\circ$ и $KY = 270^\circ$:

$$(5) \quad W_p = 0.072 \times L(h + S) \times V_0^2,$$

где h — средняя высота наружного борта, а S — высота спардека от верхней палубы.

3) Подобным же образом вычислено сопротивление воды подводной части корпуса. Вся поверхность разбита на теоретическом чертеже на 36 поверхностей (представляющих проекцию действительной поверхности на плоскость чертежа) и для каждой из этих поверхностей Δf , принимаемых за плоскость, вычислено сопротивление

$$(6) \quad \Delta S = K \times \Delta f \times d^2 \times \sin^2 \zeta \times \cos^2 \varphi,$$

где $K = 80$. Суммарная величина $\Sigma \Delta S = S_n$ представляет сопротивление воды, испытываемое подводной частью корпуса и направленное по нормали к диаметральной плоскости. Диаграмма значений S_n для скорости дрейфа d от 0.1 до 0.7 м/сек, изображена на рис. 4. С помощью этой диаграммы и определена скорость дрейфа, соответствующая скорости ветра $V_0 = 10$ м/сек, ибо давлению $W_p = 3170$ кг соответствует $d_n = 0.37$ м/сек. Уменьшение давления ветра W_p , происходящее вследствие уменьшения скорости ветра на величину $d_n = 0.37$ м/сек., составляет

$$dW_p = K \times f \times 2 \times V_0 \times d_n = 235 \text{ кг};$$

следовательно во втором приближении скорость дрейфа $d_n = 0.35$ м/сек. Практически во всех случаях можно довольствоваться первым приближением, определяя скорость ветра с точностью до 0.5 м/сек. и снимая скорость дрейфа непосредственно с диаграммы, в верхней части которой по оси абсцисс отложена скорость ветра V_0 . Так напр., скорости ветра $V_0 = 20$ м/сек. соответствует скорость дрейфа $d_n = 0.71$ м/сек.

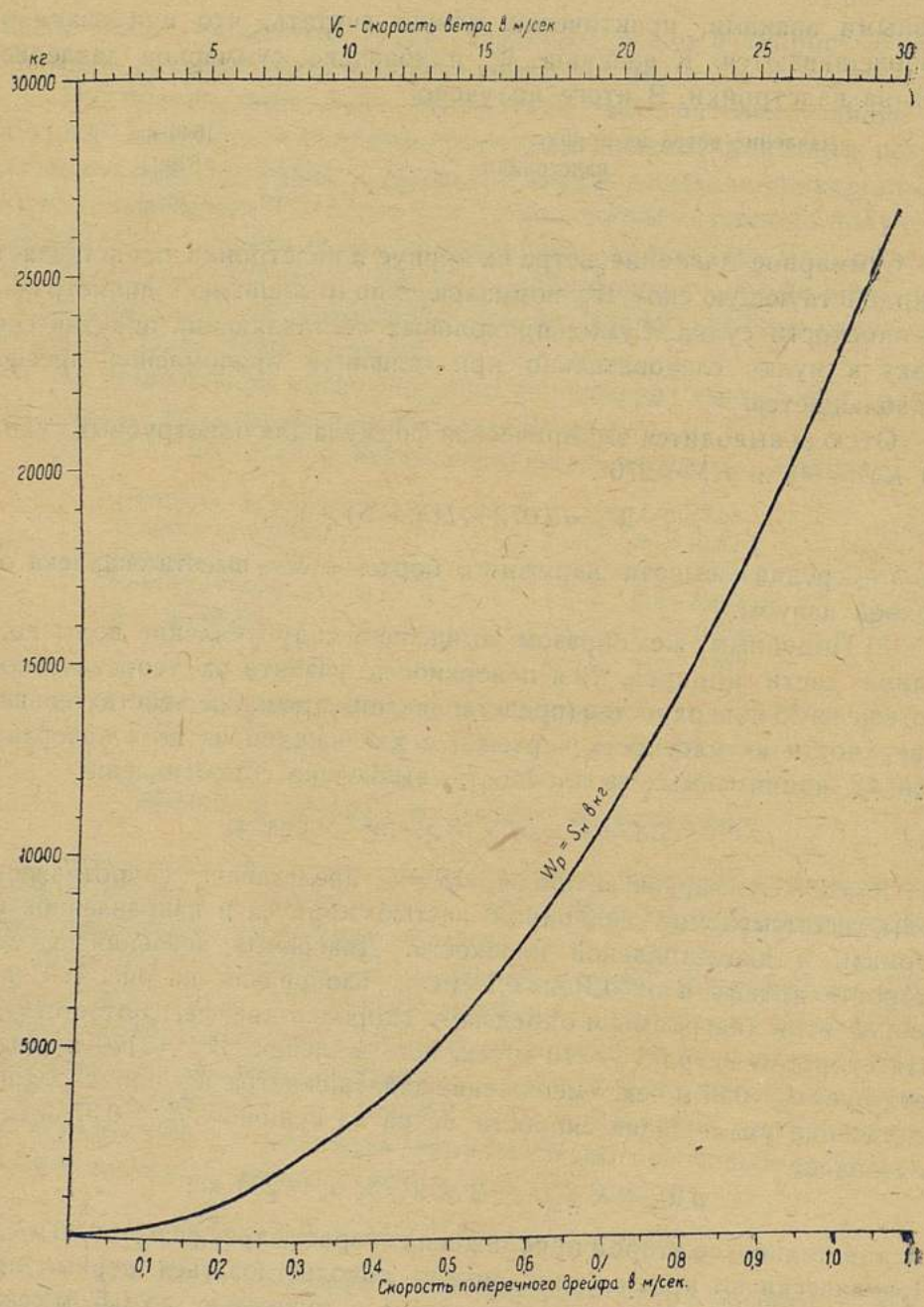


Рис. 4.

Таблица 1

Скорость ветрового дрейфа в узлах ледокольного парохода „Седов“ при галфинде

V_0 Скорость ветра в м/сек.		Осадка в м			V_0 Скорость ветра в м/сек.		Осадка в м		
		5.7	5.2	4.7			5.7	5.2	4.7
1	1 балл	0.05	0.05	0.05	16	7 баллов	1.1	1.2	1.35
1.5		0.1	0.1	0.1	16.5		1.1	1.25	1.4
2	2 балла	0.1	0.15	0.15	17		1.15	1.3	1.45
2.5		0.15	0.2	0.2	17.5	8 „	1.2	1.3	1.5
3		0.2	0.25	0.25	18		1.25	1.35	1.55
3.5	3 „	0.25	0.3	0.3	18.5		1.25	1.4	1.6
4		0.3	0.3	0.35	19		1.3	1.45	1.65
4.5		0.3	0.35	0.4	19.5		1.35	1.5	1.7
5		0.35	0.4	0.45	20		1.4	1.55	1.75
5.5	4 „	0.4	0.4	0.45	20.5		1.4	1.55	1.75
6		0.4	0.45	0.5	21	9 „	1.45	1.6	1.8
6.5		0.45	0.5	0.55	21.5		1.5	1.65	1.85
7		0.45	0.5	0.6	22		1.5	1.65	1.85
7.5		0.5	0.55	0.65	22.5		1.55	1.7	1.9
8	5 баллов	0.55	0.6	0.7	23		1.6	1.75	1.95
8.5		0.6	0.65	0.75	23.5		1.6	1.8	1.95
9		0.6	0.7	0.8	24		1.65	1.85	2.0
9.5		0.65	0.7	0.8	24.5	10 „	1.7	1.9	2.05
10		0.7	0.75	0.85	25		1.7	1.9	2.1
1.50		0.7	0.75	0.9	25.5		1.75	1.95	2.15
11	6 „	0.75	0.8	0.9	26		1.8	2.0	2.2
11.5		0.8	0.85	0.95	26.5		1.8	2.0	2.25
12		0.8	0.9	1.0	27		1.85	2.05	2.25
12.5		0.85	0.95	1.05	27.5		1.9	2.1	2.3
13		0.9	1.0	1.1	28		1.9	2.1	2.35
13.5		0.95	1.05	1.15	28.5	11 „	1.95	2.15	2.4
14	7 „	0.95	1.05	1.2	29		2.0	2.25	2.45
14.5		1.0	1.1	1.25	29.5		2.05	2.3	2.5
15		1.05	1.15	1.3	30		2.1	2.35	2.55
15.5		1.05	1.15	1.3					

По результату вычисления $\Sigma \Delta S_n = S_n$ выводится эмпирическая формула

$$S_n = K \times f \times d_n^2,$$

где f — проекция площади боковой поверхности подводной части, снятая с чертежа. В данном случае $f = 334 \text{ м}^2$; следовательно, при галфинде для судов типа „Седов“ коэффициент сопротивления воды $K = 70$, т. е.

$$(7) \quad S_n = 70 \times f \times d_n^2.$$

4) Предыдущие вычисления сделаны для средней осадки $H = 5.7 \text{ м}$, которую „Седов“ имеет в полном грузу при водоизмещении 3132 т. С уменьшением осадки возрастает площадь надводного борта и одновременно уменьшается сопротивление воды S_n , вследствие чего скорость дрейфа d довольно заметно увеличивается. Вычислением, проведенным для осадки $H = 5.2 \text{ м}$ и $H = 4.7 \text{ м}$, получена соответствующая кривая изменения d с уменьшением осадки, и в результате составлена таблица нормального дрейфа (табл. 1).

5) Случай, когда судно дрейфует с застопоренной машиной под каким-либо иным курсовым углом, отличающимся от 90° или 270° , на чистой воде представляет исключительное явление. Это может произойти, если ползет верп или якорь или если судно стоит на ледовом якоре и дрейфует вместе с льдиной, на которую заведен якорь и которая по тем или иным причинам дрейфует не по ветру. В подобных условиях аналитический способ определения ветрового дрейфа становится непригодным, и необходимые для навигационных целей данные, касающиеся равнодействующей силы сноса под влиянием ветра и иных причин, могут быть получены лишь экспериментальным путем.

Ветровой дрейф л/п „Седова“ на ходу

Давление ветра при прочих равных условиях зависит исключительно от скорости ветра V_0 и лишь в самой незначительной мере — от скорости хода корабля.¹ Между тем индикаторная мощность меняется непропорционально скорости хода, поэтому и изменения сопротивления R , являющиеся следствием давления ветра W , при различных скоростях хода V_0 вызывают различные изменения скорости хода. Другими словами, при одинаковой скорости ветра V_0 дрейф возрастает с уменьшением скорости хода V_0 . Так, напр., если „Седов“

¹ В силу непостоянства коэффициента K при различных относительных скоростях движения тела; но в пределах скорости хода ледокольных судов коэффициент K можно считать величиной постоянной.

при противном ветре, дующем со скоростью $V_0 = 10$ м/сек., имеет число оборотов, соответствующее скорости $V_0 = 10$ узлов, то он теряет 0.55 узла, т. е. 5.5% скорости, а на ходу $V_0 = 6$ узлов скорость падает на 1.15 узла, т. е. на 19%. Конечно, эти расчеты, взятые из приведенных ниже таблиц дрейфа, относятся к условиям плавания на спокойной воде; в открытом море под влиянием волнения соотношения станут иными.

Введем обозначения: V_0 — теоретическая скорость хода судна в штиль и при отсутствии течения; для данной осадки скорости V_0 соответствует число $ИНР$, полученное по формуле Афанасьева или снятием диаграммы; V — действительная или истинная скорость хода судна относительно дна при отсутствии течения.¹

Допустим, что сопротивление воздуха, которое является следствием движения судна со скоростью V_0 , учитывается при расчете $ИНР$, т. е. при данном числе оборотов силой машины преодолеваются сопротивление воды, испытываемое подводной частью, и сопротивление неподвижной воздушной среды, испытываемое надводной частью судна.² Таким образом разность $V - V_0$ является результатом действия ветра.

Рассмотрим влияние попутного ветра ($KУ = 180^\circ$).

Разбив на теоретическом чертеже надводную часть борта на части, из которых каждую можно принять за плоскость с коэффициентом сопротивления $K = 0.08$, по формуле (4) определяем для каждой доли поверхности Δf продольное давление ветра ΔW . Их сумма, т. е. $\Sigma \Delta W_{пр} = W_{пр}$, представит продольное давление ветра на корму, направленное по диаметральной плоскости. Сумма поперечных составляющих полного давления, в виду симметричности корпуса, равна нулю.

При вычислении давления ветра на надстройки, учтены предметы, находящиеся друг от друга на расстоянии более 5 м (считая по продольной оси судна), которое принято за средний предел завихрения для сравнительно узких предметов. В итоге получено:

Давление ветра на корпус	22 кг
„ „ надстройки	782 „
<hr/>	
$W_p = 804$ кг	

Отсюда получаем для попутного ветра

$$(8) \quad W_p = 0.975 \times B \times m \times V_0^2,$$

где m — высота мостика от ватерлинии до крыши ходовой рубки.

¹ Действительную или истинную скорость V принято также называть скоростью перемещения судна.

² Относительно степени справедливости этого допущения сказано в конце этого раздела.

Что касается сопротивления воды подводной части, то непосредственной надобности в вычислениях по формуле (6) не встречается, так как сопротивление воды может быть вычислено по одной из существующих для этого эмпирических формул. Здесь принята общеизвестная формула:

$$(9) \quad R \text{ (кг)} = 72.8 \frac{IHP}{V_0 \text{ (узл.)}} = 37.5 \frac{IHP}{V_0 \text{ (м. сек.)}},$$

где IHP вычислено по формуле Афанасьева, а коэффициент (72.8 или 37.5) соответствует коэффициенту η перехода от эффективной мощности, принятому равным 0.5.

Таблица 2

Сопротивление R в кг, преодолеваемое машиной при движении „Седова“ со скоростью V_0 (в узлах)

V_0	R	V_0	R	V_0	R	V_0	R	V_0	R
0.1	2	2.7	318	5.3	1510	7.9	3840	10.5	7460
0.2	4	2.8	346	5.4	1580	8.0	3950	10.6	7630
0.3	5	2.9	378	5.5	1650	8.1	4060	10.7	7790
0.4	7	3.0	408	5.6	1720	8.2	4180	10.8	7970
0.5	9	3.1	442	5.7	1800	8.3	4300	10.9	8140
0.6	12	3.2	476	5.8	1870	8.4	4420	11.0	8330
0.7	15	3.3	510	5.9	1950	8.5	4540	11.1	8510
0.8	20	3.4	545	6.0	2030	8.6	4670	11.2	8710
0.9	25	3.5	585	6.1	2110	8.7	4800	11.3	8900
1.0	32	3.6	620	6.2	2200	8.8	4930	11.4	9090
1.1	38	3.7	660	6.3	2280	8.9	5060	11.5	9280
1.2	48	3.8	700	6.4	2360	9.0	5190	11.6	9460
1.3	58	3.9	740	6.5	2450	9.1	5320	11.7	9640
1.4	68	4.0	790	6.6	2540	9.2	5470	11.8	9830
1.5	80	4.1	830	6.7	2630	9.3	5600	11.9	10020
1.6	93	4.2	880	6.8	2720	9.4	5740	12.0	10200
1.7	107	4.3	930	6.9	2810	9.5	5890	12.1	10400
1.8	122	4.4	980	7.0	2900	9.6	6040	12.2	10600
1.9	139	4.5	1040	7.1	3000	9.7	6200	12.3	10810
2.0	156	4.6	1100	7.2	3100	9.8	6350	12.4	11030
2.1	175	4.7	1150	7.3	3200	9.9	6500	12.5	11250
2.2	195	4.8	1200	7.4	3300	10.0	6660	12.6	11460
2.3	216	4.9	1260	7.5	3400	10.1	6820	12.7	11680
2.4	240	5.0	1320	7.6	3500	10.2	6980	12.8	11880
2.5	264	5.1	1380	7.7	3610	10.3	7140	12.9	12090
2.6	290	5.2	1450	7.8	3730	10.4	7300	13.0	12300

Значения R , вычисленные для „Седова“ по формуле (9), даны в табл. 2, позволяющей определить скорость дрейфа для любой скорости хода V_0 в том числе и для $V_0 = 0$, т. е. для движения судна с застопоренной машиной (когда надстройки и корпус играют роль парусов и судну каким-либо способом удастся удерживаться на $KY = 180^\circ$).

Для данного примера, т. е. для скорости ветра $V_0 = 10$ м/сек., если „Седов“ стоит с застопоренной машиной кормой против ветра ($KY = 180^\circ$), то скорость дрейфа, по табл. 2, составит в первом приближении 4.02 узла; происходящее отсюда уменьшение скорости ветра до величины $V_0 = 10 - 2.1 = 7.9$ м/сек. сокращает давление ветра на надводную часть корпуса до величины

$$W_p = 8.04 \times 7.9^2 = 502 \text{ кг},$$

следовательно, во втором приближении скорость дрейфа составит (по табл. 2) 3.28 узла, что соответствует скорости ветра 8.3 м/сек. и

$$W_p = R = 552 \text{ кг}.$$

Отсюда в третьем и последнем приближении $d = 3.42$ узла.

Уже упоминалось, что знание величины дрейфа при застопоренных машинах и при всяком ином курсовом угле, кроме 90° и 270° (т. е. кроме того положения, когда судно стоит лагом к ветру), само по себе не имеет особого практического значения; но приведенный расчет, при сравнении его с данными табл. 1, представляет интерес в том отношении, что он опровергает довольно распространенное мнение о том, что дрейф достигает наивысшего предела при галфинде. Кроме того, этот расчет, графически представленный на рис. 5, позволяет судить о наибольшей (теоретически возможной) скорости продольного дрейфа.

Скорость продольного дрейфа на ходу определяется, как и во всех предыдущих случаях, способом постепенного приближения.

В табл. 3 даны значения давления ветра W_p для истинной скорости ветра V_0 от 1 до 30 м/сек., при курсовых углах на линию ветра 180° (попутный ветер) и 0° (противный ветер).¹

С помощью табл. 2 и 3 построен график (рис. 5), наглядно свидетельствующий об уменьшении продольного дрейфа с увеличением скорости хода V_0 . Способ построения графика пояснен на примерах.

¹ Значения W_p для противного ветра вычислены аналогично W_p для $KY = 180^\circ$. При этом получено для $V_0 = 10$ м/сек.

Давление ветра на корпус	100 кг
„ „ „ надстройки	804 „

Всего 904 кг

Таблица 3.

Давление ветра W_p на корпус и надстройки „Седова“ при курсовых углах 180° и 0°

Скорость ветра м/сек. V_0	КУ		Скорость ветра в м/сек. V^2	КУ	
	180° (попутный ветер)	0° (противный ветер)		180° (попутный ветер)	0° (противный ветер)
1	8	9	15.5	1920	2160
1.5	18	20	16	2050	2300
2	32	36	16.5	2180	2450
2.5	50	56	17	2310	2600
3	72	81	17.5	2450	2760
3.5	98	110	18	2590	2920
4	128	144	18.5	2740	3080
4.5	162	182	19	2890	3250
5	200	225	19.5	3040	3420
5.5	240	270	20	3200	3600
6	290	320	20.5	3360	3780
6.5	340	380	21	3530	3970
7	390	340	21.5	3700	4160
7.5	450	510	22	3870	4360
8	510	580	22.5	4050	4560
8.5	580	650	23	4230	4760
9	650	730	23.5	4420	4970
9.5	720	810	24	4610	5180
10	800	900	24.5	4800	5400
10.5	880	990	25	5000	5620
11	970	1090	25.5	5200	5850
11.5	1060	1190	26	5410	6080
12	1150	1300	26.5	5620	6320
12.5	1250	1410	27	5830	6560
13	1350	1520	27.5	6050	6810
13.5	1460	1640	28	6270	7060
14	1570	1760	28.5	6500	7310
14.5	1680	1890	29	6730	7570
15	1800	2020	29.5	6960	7800
			30	7200	8100

Пусть $V_0 = 10$ м/сек. и $V_0 = 6$ узлов, что соответствует $W_p = 800$ кг и $R = 2030$ кг. Давление попутного ветра равносильно увеличению

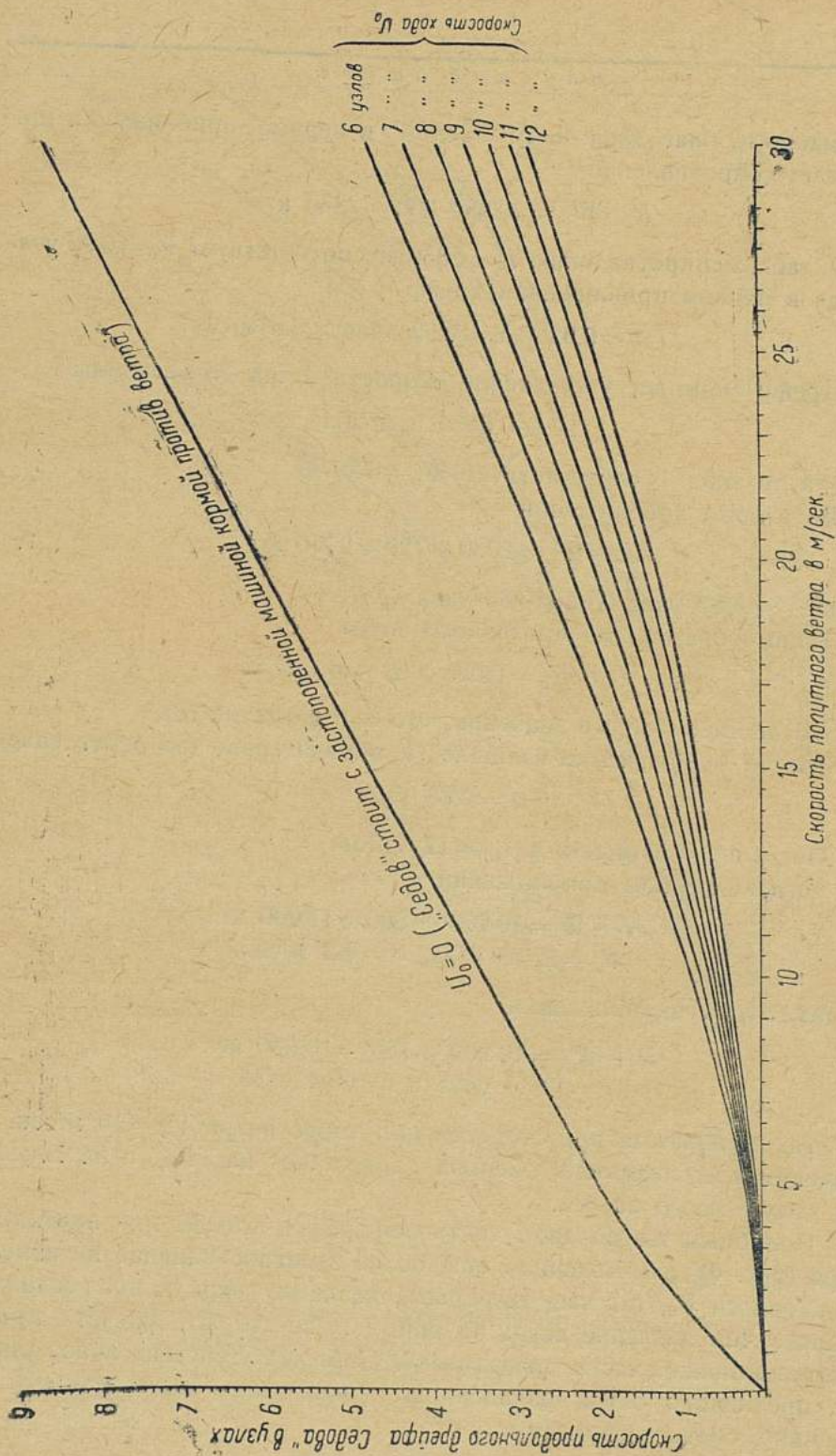


Рис. 5.

силы машины, благодаря чему „Седов“ в первом приближении преодолевает сопротивление

$$R + W_p = 2030 + 800 = 2830 \text{ кг.}$$

По табл. 2 сопротивлению $R = 2830$ кг соответствует $V_0 = 6.92$ узла. Отсюда в первом приближении дрейф

$$d = 6.92 - 6 = 0.92 \text{ узла} \approx 0.5 \text{ м/сек.}$$

Дрейф вызывает уменьшение скорости ветра до величины

$$10 - 0.5 = 9.5 \text{ м/сек.,}$$

которой по табл. 3 соответствует $W_p = 720$ кг.

Во втором приближении

$$R + W_p = 2030 + 720 = 2750 \text{ кг,}$$

откуда $V = 6.83$ узла и $d = 0.83$ узла.

Таким образом для противного ветра

$$(10) \quad W_p = 0.085 \times B \times m \times V_0^2,$$

где B и m имеют те же значения, что и в формуле (8).

Третье приближение излишне, и окончательно (за округлением)

$$d = 0.85 \text{ узла.}$$

Пусть $V_0 = 10$ м/сек. и $V_0 = 12$ узлов.

Тогда в первом приближении

$$R + W = 10\,200 + 800 = 11\,000 \text{ кг,}$$

$$V_0 = 12.39 \text{ узла, } d = 0.2 \text{ м/сек.}$$

Во втором приближении

$$R + W_p = 10\,200 + 780 = 10\,980 \text{ кг,}$$

$$V_0 = 12.38 \text{ узла и } d = 0.4 \text{ узла.}$$

Таким образом, при скорости попутного ветра $V_0 = 10$ м/сек. на 6-узловом ходу скорость „Седова“ возрастает на 14%, а на 12-узловом ходу — всего на 3%.

Подобным же образом составлен график дрейфа при противном ветре (рис. 6), оказывающем еще более заметное влияние на изменение скорости V_0 , так как, во-первых, давление ветра на нос несколько больше, чем давление ветра на корму и, во-вторых, расчеты производятся в нижней части диаграммы R (табл. 2). Действительно, давление противного ветра равносильно уменьшению силы машины на величину, соответствующую

$$\Delta IHP = f \Delta R = f \Delta W_p.$$

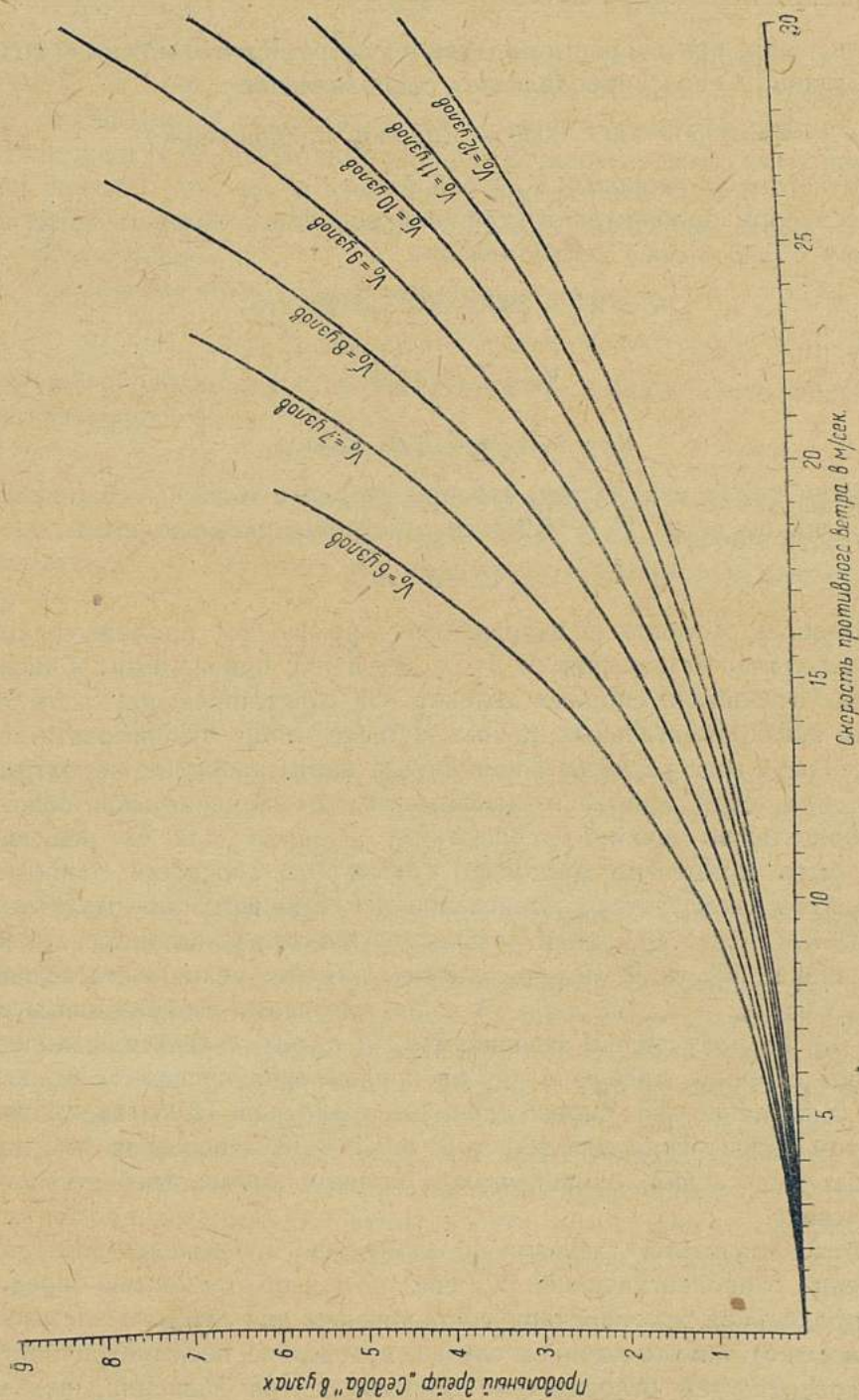


Рис. 6.

Так, напр., при скорости противного ветра $V_0 = 10$ м/сек. на ходу $V_0 = 8$ узлов „Седов“ преодолевает сопротивление

$$R = 3950 - 900 = 3050 \text{ кг (первое приближение),}$$

что соответствует скорости $V_0 = 7.15$ узла.

Во втором приближении (для уменьшившейся скорости ветра на величину ≈ 0.45 м/сек.) сопротивление

$$R - W_p = 3950 - 850 = 3135 \text{ кг,}$$

откуда

$$V_0 = 7.24 \text{ узла}$$

и

$$d = 8 - 7.24 = 0.76 \text{ узла.}$$

Таким образом вытекает, что при скорости хода $V_0 = 6$ узлов и при противном ветре $V_0 = 19.2$ м/сек., истинная скорость хода

$$V = V_0 - d = 0.$$

Вопрос о скорости и направлении дрейфа при промежуточных курсовых углах, отличающихся от 0° , 90° и 180° , принадлежит к числу наиболее сложных и спорных явлений. За отсутствием каких бы то ни было экспериментальных данных остается лишь использовать все приведенные выше расчеты и попытаться найти наиболее вероятные законы изменения дрейфа в зависимости от изменения KY . Задача эта теоретически вполне осуществима, причем для ее решения может быть применено несколько различных способов. Наиболее верный путь заключается в вычислении давления ветра для различных значений KY (через 10° или 15°) с последующим разложением его на составляющие $W_{пр}$ и W_n и определением для этих величин составляющих дрейфа $d_{пр}$ и d_n (по табл. 3 и по графикам, изображенным на рис. 4—6); по полученным значениям $d_{пр}$ и d_n определяется равнодействующая скорость дрейфа d и угол преломления дрейфа σ .

К сожалению, этот способ слишком кропотлив. Попытка, сделанная в этом направлении для $KY = 45^\circ$ и $KY = 135^\circ$, показала, что для подобных вычислений, проведенных в полном объеме, требуется от 6 до 8 месяцев.

Объясняется это, главным образом, тем обстоятельством, что вычисление равнодействующей W_p связано с необходимостью определения продольной и поперечной составляющей для каждого элемента поверхности Δf , так как в данном случае, вследствие несимметричности форм поверхностей относительно общего центра давления, нельзя считать, что либо продольные, либо поперечные составляющие взаимно уравниваются, как это наблюдается при $KY = 0^\circ$, $KY = 90^\circ$ и

$KY = 180^\circ$. Ряд сложных вычислений, подробности которых здесь не приводятся, показал, что если и нельзя сказать с уверенностью, что тот же самый результат можно получить более простым путем, то все же в силу необходимости надо остановиться на самом простейшем способе, так как и этот самый простейший способ сам по себе достаточно кропотлив. Речь идет о методе разложения скорости ветра на составляющие.

Определив продольную составляющую

$$V_0 (\text{прод.}) = V_0 \times \cos KY,$$

получаем продольную составляющую дрейфа d (прод.). Зная поперечную составляющую

$$V_0 (\text{попер.}) = V_0 \times \sin KY,$$

выбираем для нее из табл. 1 скорость поперечной составляющей d_n . Равнодействующая скоростей d_{np} и d_n и дает скорость дрейфа d , соответствующую данному курсовому углу KY . Наконец, из соотношений

$$\operatorname{tg} (KY + \sigma) = \frac{d_n}{d_{np}}$$

$$\sigma = (KY + \delta) - KY \dots \dots \dots \text{ для противного дрейфа}$$

$$\sigma = [180 - (KY + \delta)] - KY \dots \dots \dots \text{ для попутного дрейфа}$$

получаем угол преломления дрейфа δ с соответствующим знаком.

Истинный азимут линии дрейфования определится по формуле

$$a(d) = D_0 + 180^\circ + \sigma.$$

Таким образом здесь применен принцип, согласно которого поперечная составляющая d не зависит от скорости хода V_0 и для данной скорости ветра V_0 является величиной постоянной, тогда как продольная составляющая d подчиняется общим законам движения тела в сопротивляющейся среде при наличии внешней силы, какой является в данном случае давление ветра.¹ Следовательно природа угла преломления дрейфа δ получает несколько иное освещение, и влияние формы надстроек как бы отступает на второй план. Повидимому здесь имеет значение еще третье обстоятельство: центр давления ветра по большей части не совпадает с осью поворотливости, вследствие чего образуется „сбивающий момент“ (или „сбивающая“ пара, если, кроме того, центр

¹ Для математического анализа продольного действия ветра можно было бы применить известные методы определения так называемого „тормозного пути“ (расстояния, которое проходит в зависимости от скорости V_0 поезд или автомобиль от момента начала торможения до остановки) или ряд иных примеров из прикладной теоретической механики, но вопрос ясен и без того, так как в конечном счете пришлось бы обратиться к тем же диаграммам IHP и R .

сопротивления воды лежит по другую сторону от оси поворотливости), заставляющий переключать руль на-ветер или под-ветер; в результате, попутно с уменьшением скорости хода, создаются условия, благоприятствующие преломлению дрейфа. По всем этим соображениям (а также в виду неточности определения направления ветра), вычисляя истинный азимут линии дрейфования, конечный результат можно округлять до 5° и даже до 10° .

В прилагаемых таблицах ветрового дрейфа „Седова“, вычисленных для осадки $H=5.7$ м, элементы дрейфа (скорость d в узлах и угол σ) даны для скоростей хода V_0 от 6 до 12 узлов через 1 узел, для истинной скорости ветра V_0 от 5 до 30 м/сек. через 5 м/сек. и для курсовых углов $KУ$ и 0° до 360° через 15° . Отсутствие данных указывает, что при этих условиях „Седов“ не имеет поступательного движения и гонится под-ветер.

Остается сказать о степени точности этих таблиц.

Конечно, вся примененная здесь система вычислений далека от совершенства, и с точки зрения современной гидроаэродинамики автор заслуживает ряд упреков в пренебрежении новейшими достижениями, которыми с таким успехом пользуются в областях авиации и воздухоплавания. Но надо заметить, что точные расчеты являются результатом соответствующих испытаний с моделями; между тем, насколько известно, специальных гидроаэродинамических исследований в области дрейфа морских судов нигде не производилось. Таким образом, независимо от отсутствия соответствующих экспериментальных данных, бесполезным становится применение всех теорий, которые можно было бы использовать для уточнения расчетов давления ветра (по имеющимся экспериментальным данным аэродинамики), коль скоро не имеется на-лицо уточненных экспериментальных данных, касающихся сопротивления воды подводной части судна при движении под углом к диаметральной плоскости. Остается, следовательно, и для надводной и для подводной частей судна учитывать простейший гидроаэродинамический закон, выраженный формулой (А), в которой можно, кроме того, пренебречь разностью между плотностями соленой и пресной воды, так как она не влияет на точность конечного результата. Таким образом, давление ветра и сопротивление воды вычислены здесь хотя и по упрощенным, но по однородным формулам; следовательно, итоги взаимодействия этих сил свободны от ошибок, которые могли бы явиться следствием применения разнородных методов вычисления. Но если так, то остается, стало быть, задать вопрос: можно ли по этим упрощенным законам вычислить элементы дрейфа с достаточной для практических целей точностью и какова эта точность?

Раньше упомянуто, что все вычисления сделаны в предположении, что формула (9) включает сопротивление воздуха, являющееся следствием движения судна со скоростью V_0 . В действительности, все существующие для расчета $ЕНР$, R и $ИНР$ эмпирические формулы, как известно, учитывают лишь сопротивление воды, и при проектировании судов сопротивлением воздуха пренебрегают, учитывая его лишь для очень быстроходных судов. Но надо заметить, что все упомянутые формулы не отличаются особой точностью, и полученные по ним результаты различаются иногда между собою на 10—12%; между тем, как видно из приведенных выше таблиц и расчетов, сопротивление воздуха W_p при движении „Седова“ со скоростью V_0 до 12 узлов составляет всего около 3,5% от сопротивления воды $S_{пр}$, поэтому даже в худшем случае происходящая отсюда ошибка не могла бы превысить 0,1 узла. В действительности эта ошибка, повидимому, ничтожна, о чем можно судить из сравнения результатов, полученных для „Седова“ по формуле (9) и по формулам и коэффициентам Фруда, Тидемана и Тэйлора. Так напр., для $V_0 = 10$ узлов

по табл. 3 [формула (9)]. $R = 6660$ кг

по Фруду — Тидеману — Тэйлору. . $R = 6260$ „

Если к последней величине прибавить сопротивление воздуха, соответствующее скорости $V_0 = 5,15$ м/сек. = 10 узлов, то получится суммарное сопротивление $R = 6500$ кг, отличающееся от полученного по формуле (9) сопротивления всего на 2,5%. Таким образом, формула (9), повидимому, включает в себе сопротивление воздуха; следовательно, поскольку результат зависит от точности вычисления R , ошибка в определении дрейфа d не превышает 0,05 узла.

Влияние прочих упрощений и допущений еще незначительнее и практически сводится к нулю. Речь идет о следующих явлениях.

1) Скорость ветра, обычно измеряемая анемометром на крыше ходовой рубки, принимается равной на всем протяжении от ватерлинии до клотика мачты.¹ Впредь до производства соответствующих опытов можно допустить, что происходящее отсюда некоторое преувеличение скорости дрейфа в действительности не имеет места, так как оно компенсируется влиянием дрейфового течения. Но, во всяком случае, правильнее было бы измерять скорость ветра на верхней палубе.

2) Скорость ветра измеряется в лучшем случае ежечасно, между тем для получения точных результатов следовало бы пользоваться

¹ Следовало бы из опыта определить для каждого типа судов высоту от поверхности моря, на которой скорость V_0 соответствовала бы средней силе воздействия, и на этой высоте и производить наблюдения анемометром. К числу немногих опытов, касающихся лишь вертикального распределения скоростей ветра, относятся наблюдения В. В. Шулейкина (Физика моря, ч. I, стр. 280).

анемографом. Остается, следовательно, для данного промежутка времени брать среднее значение из двух наблюдений, произведенных в начале и в конце промежутка, и считать, что происходящие отсюда ошибки имеют случайный характер.

3) Подобным же образом осредняется направление ветра. Происходящие отсюда случайные ошибки вообще незначительны, так как для относительно коротких векторов d не имеет практического значения ошибка в определении направления до 10° . Кроме того, в большинстве случаев переменное направление свойственно слабым ветрам, вызывающим ничтожный дрейф, а при установившемся свежем ветре момент резкого изменения направления, если таковое произошло, легко может быть установлен, и преимущественное значение имеет в этом случае степень порывистости ветра (ошибки по п. 2).

4) Суда типа „Седов“ при спрессованных балластных цистернах обладают повышенной поперечной остойчивостью, поэтому даже при штормовом ветре угол крена φ не превышает 2° ; следовательно, уменьшение давления ветра, пропорциональное $\cos^2 \varphi$, не имеет практического значения. При крене, вызванном переливанием свободной воды в балластных цистернах,¹ скорость дрейфа падает на величину не более 6%.

Практическое значение таблиц ветрового дрейфа

По вопросу о целесообразности учета ветрового дрейфа, особенно при плавании с научно-исследовательской целью (гидрографические и гидрологические работы), едва ли может существовать два различных мнения. Повидимому, никто никогда и не оспаривал необходимости этого учета, но не существовало соответствующей методики.

Относительно степени надежности изложенного выше способа вычисления дрейфа автор предоставляет судить широкому кругу читателей, замечания которых будут приняты с благодарностью. На основании некоторых экспериментальных данных, о которых будет сказано в следующей статье, можно полагать, что таблицы нормального дрейфа при остановке (т. е. когда „Седов“ стоит с застопоренной машиной лагом к ветру) заслуживают полного доверия. Что касается таблиц дрейфа на ходу, особенно для курсовых углов, отличающихся от 0° , 90° (270°) и 180° , то по всем упоминавшимся выше причинам (и главным образом вследствие того, что применен слишком упрощенный метод разложения скорости ветра на составляющие) эти таблицы можно рассматривать лишь как результат первого приближения.

¹ В 1934 г. достигал 14° .

ТАБЛИЦЫ (I—VII). ВЕТРОВОГО ДРЕЙФА л/п „СЕДОВ“ ПРИ ПЛАВАНИИ
В СПОКОЙНОЙ ВОДЕ (ПРИ ОТСУТСТВИИ ВОЛНЕНИЯ) d — скорость дрейфа в узлах δ — угол преломления дрейфаI. $V_0 = 6$ узлов

КУ Курсовой угол на линию ветра	V_0 — истинная скорость ветра в м/сек											
	5		10		15		20		25		30	
	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ
0°	0.3	0°	1.15	0°	3.0	0°	—	0°	—	0°	—	0°
15/345	0.3	—2	1.1	—9	2.8	—9	—	—	—	—	—	—
30/330	0.3	—9	0.9	—8	2.2	—17	4.45	—20	—	—	—	—
45/315	0.3	+8	0.75	—7	1.5	—17	2.7	—24	4.8	—30	—	—
60/300	0.35	+5	0.65	+3	1.1	—3	1.65	—13	2.5	—22	3.5	—29°
75/285	0.35	0°	0.65	+3	1.0	+4	1.4	+3	1.7	0°	2.15	—3
90/270	0.35	0°	0.7	0°	1.05	0°	1.4	0°	1.7	0°	2.1	0°
105/255	0.35	—3	0.65	+5	1.1	—6	1.4	—5	1.7	—2	2.1	—1
120/240	0.3	—9	0.65	—10	1.2	—3	1.45	+14	1.95	+10	2.5	+13
135/225	0.3	—10	0.7	—1	1.2	+9	1.8	+12	2.55	+18	3.3	+18
150/210	0.25	—10	0.75	+2	1.4	+10	2.25	+11	3.1	+14	4.1	+15
165/195	0.25	—10	0.8	+4	1.6	+4	2.55	+8	3.6	+7	4.7	+8
180°	0.2	0°	0.85	0°	1.7	0°	2.7	0°	3.75	0°	4.85	0°

II. $V_0 = 7$ узлов

КУ Курсовой угол на линию ветра	V_0 — истинная скорость ветра в м/сек.											
	5		10		15		20		25		30	
	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ
0°	0.25	0°	0.95	0°	2.3	0°	4.75	0°	—	0°	—	0°
15/345	0.25	+5	0.9	—6	2.15	—7	4.5	0°	—	—	—	—
30/330	0.25	+4	0.8	—3	1.7	—13	3.3	—17	5.8	—21	—	—
45/315	0.25	+20	0.65	—1	1.3	—12	2.15	—19	3.7	—26	5.4	—31
60/300	0.3	+9	0.65	+8	1.05	+1	1.5	—8	2.0	—15	2.95	—21
75/285	0.35	+4	0.65	+5	1.0	+5	1.4	+5	1.7	+2	2.15	—1
90/270	0.35	0°	0.7	0°	1.05	0°	1.4	0°	1.7	0°	2.1	0°
105/255	0.35	—8	0.65	—5	1.05	—7	1.4	—6	1.7	—3	2.1	—2
120/240	0.3	—15	0.6	—13	1.05	—7	1.4	+6	1.85	+6	2.35	+9
135/225	0.3	—25	0.6	—5	1.1	+4	1.65	+9	2.3	+14	3.0	+15
150/210	0.25	—16	0.65	—2	1.25	+7	2.0	+9	2.8	+12	3.7	+14
165/195	0.2	+13	0.7	+2	1.4	+2	2.3	+7	3.2	+7	4.2	+7
180°	0.2	0°	0.7	0°	1.5	0°	2.35	0°	3.35	0°	4.4	0°

III. $V_0 = 8$ узлов

KV Курсовой угол на линию ветра	V_0 — истинная скорость ветра в м/сек.											
	5		10		15		20		25		30	
	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ
0°	0.2	0°	0.8	0°	1.8	0°	3.6	0°	6.8	0°	—	0°
15/345	0.2	+11	0.75	— 3	1.7	— 5	3.35	— 9	6.1	— 10	—	—
30/330	0.2	+15	0.7	+ 1	1.4	— 10	2.65	— 14	4.5	— 19	7.75	— 22
45/315	0.25	+24	0.6	+ 4	1.15	— 7	1.85	— 14	2.95	— 21	4.5	— 26
60/300	0.3	+13	0.65	+12	1.0	+ 4	1.45	— 3	1.85	— 9	2.55	— 15
75/285	0.35	+ 8	0.65	+ 7	1.0	+ 6	1.4	+ 6	1.7	+ 4	2.15	+ 1
90/270	0.35	0°	0.7	0°	1.05	0°	1.4	0°	1.7	0°	2.1	0°
105/255	0.35	— 11	0.65	— 9	1.0	— 8	1.35	— 7	1.7	— 5	2.1	+ 4
120/240	0.3	— 19	0.6	— 15	0.95	— 10	1.35	+ 1	1.8	+ 2	2.2	+ 5
135/225	0.25	— 29	0.55	— 10	1.0	0	1.5	+ 5	2.1	+ 10	2.7	+ 12
150/210	0.2	— 21	0.6	— 6	1.15	+ 4	1.8	+ 7	2.55	+ 10	3.35	+ 12
165/195	0.2	— 17	0.6	+ 1	1.25	+ 1	2.0	+ 5	2.9	+ 6	3.8	+ 6
180°	0.15	0°	0.6	0°	1.3	0°	2.1	0°	3.0	0°	4.0	0°

IV. $V_0 = 9$ узлов

KV Курсовой угол на линию ветра	V_0 — истинная скорость ветра в м/сек.											
	5		10		15		20		25		30	
	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ
0°	0.15	0°	0.65	0°	1.5	0°	3.9	0°	5.1	0°	—	0°
15/345	0.2	+15	0.65	— 1	1.4	— 3	2.7	— 7	4.6	— 9	9.0	— 11
30/330	0.2	+23	0.65	+ 5	1.2	— 6	2.2	— 11	3.6	— 17	5.9	— 20
45/315	0.25	+24	0.6	+ 4	1.0	— 2	1.6	— 9	2.5	— 17	3.65	— 21
60/300	0.3	+18	0.6	+15	1.0	+ 7	1.4	+ 2	1.75	— 4	2.3	— 9
75/285	0.35	+10	0.65	+ 9	1.0	+ 7	1.4	+ 7	1.7	+ 5	2.1	+ 2
90/270	0.35	0°	0.7	0°	1.05	0	1.4	0	1.7	0	2.1	0
105/255	0.35	— 12	0.65	— 10	1.0	— 9	1.35	— 9	1.7	— 6	2.05	— 5
120/240	0.3	— 21	0.6	— 17	0.95	— 12	1.3	— 3	1.75	— 1	2.15	+ 2
135/225	0.25	— 29	0.55	— 13	0.95	— 4	1.4	+ 1	1.9	+ 6	2.5	+ 9
150/210	0.2	— 23	0.6	— 9	1.05	0	1.65	+ 4	2.3	+ 8	3.0	+ 10
165/195	0.15	— 16	0.55	— 1	1.1	— 1	1.8	+ 4	2.55	+ 5	3.4	+ 5
180°	0.1	0°	0.55	0°	1.2	0	1.85	0	2.75	0	3.6	0

V. $V_0 = 10$ узлов

КУ Курсовой угол на линию ветра	V_0 — истинная скорость ветра в м/сек.											
	5		10		15		20		25		30	
	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ
0°	0.15	0°	0.55	0°	1.3	0°	2.4	0°	4.1	0°	7.05	0°
15/345	0.2	+19	0.55	+1	1.2	-1	2.2	-6	3.75	-8	6.25	-10
30/330	0.2	+28	0.6	+8	1.1	-2	1.9	-8	3.0	-15	4.7	-17
45/315	0.25	+24	0.6	+12	0.9	+2	1.45	-4	2.15	-13	3.1	-17
60/300	0.3	+22	0.6	+17	0.95	+10	1.35	+6	1.75	0°	2.2	-5
75/285	0.35	+8	0.65	+10	1.0	+8	1.35	+9	1.7	+6	2.0	+4
90/270	0.35	0°	0.7	0°	1.05	0°	1.4	0°	1.7	0°	2.1	0°
105/255	0.35	-13	0.65	-11	1.0	-10	1.35	-10	1.7	-7	2.0	-6
120/240	0.3	-22	0.6	-19	0.95	-14	1.3	-7	1.7	-4	2.1	-1
135/225	0.25	-28	0.5	-16	0.9	-7	1.3	-2	1.8	+3	2.35	+7
150/210	0.15	-26	0.55	-13	0.9	-3	1.45	+2	2.1	+6	2.8	+9
165/195	0.15	-15	0.5	-3	0.95	-3	1.6	+2	2.3	+4	3.2	+5
180°	0.1	0°	0.5	0°	1.0	0°	1.65	0°	2.45	0°	3.35	0°

VI. $V_0 = 11$ узлов

КУ Курсовой угол на линию ветра	V_0 — истинная скорость ветра в м/сек.											
	5		10		15		20		25		30	
	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ
0°	0.1	0°	0.5	0°	1.15	0°	2.1	0°	3.45	0°	5.6	0°
15/345	0.15	+24	0.5	+3	1.1	+1	1.9	-5	3.2	-7	4.9	-9
30/330	0.2	+31	0.65	+12	1.0	+1	1.7	-5	2.6	-13	4.0	-14
45/315	0.25	+27	0.5	+15	0.9	+6	1.45	0°	2.0	-9	2.85	-13
60/300	0.3	+24	0.6	+19	0.95	+12	1.3	+9	1.7	+3	2.1	-2
75/285	0.35	+8	0.55	+11	1.0	+8	1.35	+10	1.7	+7	2.0	+6
90/270	0.35	0°	0.7	0°	1.05	0°	1.4	0°	1.7	0°	2.1	0°
105/255	0.35	-14	0.65	-11	1.0	-11	1.35	-10	1.7	-8	2.0	-7
120/240	0.3	-23	0.6	-21	0.95	-14	1.3	-10	1.7	-6	2.0	-3
135/225	0.25	-29	0.5	-20	0.9	-10	1.2	-5	1.7	-1	2.2	+4
150/210	0.2	-27	0.5	-16	0.9	-6	1.4	0°	1.9	+3	2.6	+7
165/195	0.15	-13	0.45	-5	0.9	-5	1.45	+1	2.1	+3	3.0	+4
180°	0.1	0°	0.45	0°	0.9	0°	1.45	0°	2.25	0°	3.1	0°

VII. $V_0 = 12$ узлов

КУ Курсовой угол на линию ветра	V_0 — истинная скорость ветра в м/сек.											
	5		10		15		20		25		30	
	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ	d	δ
0°	0.1	0°	0.45	0°	1.0	0°	1.8	0°	2.95	0°	4.6	0°
15/345	0.15	+30	0.45	+6	1.0	+3	1.7	-4	2.8	-6	4.25	-8
30/330	0.2	+28	0.5	+15	0.9	+4	1.5	-3	2.3	-9	3.45	-11
45/315	0.25	+25	0.5	+17	0.85	+10	1.3	+4	1.85	-5	2.6	-10
60/300	0.3	+22	0.6	+21	0.95	+15	1.3	+10	1.65	+5	2.0	+1
75/285	0.35	+15	0.65	+11	1.0	+9	1.35	+11	1.65	+8	2.0	+7
90/270	0.35	0°	0.7	0°	1.05	0°	1.4	0°	1.7	0°	2.1	0°
105/255	0.35	-15	0.65	-12	1.0	-12	1.35	-11	1.65	-9	2.0	-8
120/240	0.3	-25	0.6	-22	0.9	-16	1.25	-12	1.6	-8	1.95	-6
135/225	0.25	-34	0.5	-22	0.85	-13	1.15	-9	1.65	-3	2.05	+1
150/210	0.2	-28	0.45	-20	0.8	-10	1.25	-4	1.8	+1	2.5	+5
165/195	0.15	-13	0.4	-7	0.8	-7	1.3	-1	1.95	+2	2.8	+4
180°	0.1	0°	0.4	0°	0.8	0°	1.3	0°	2.05	0°	2.9	0°

Бесспорно, данные, полученные для скорости дрейфа на ходу, надо считать преувеличенными, особенно для противного ветра, влияние которого не может сказываться в такой степени, как показано в таблицах, иначе как под совокупным влиянием ветра и волнения, т. е. на совершенно чистой воде. Главная причина этого преувеличения заключается, по всей вероятности, в несоответствии принятого значения коэффициента K с обводами носовой части, вследствие чего давление на корпус должно быть несколько меньше, чем получено в результате деления всей поверхности на части Δf . Кроме того, не имеется экспериментальных данных, касающихся пределов завихрения на судне, поэтому возможно, что при противном и попутном ветрах преувеличивается также и давление на надстройки, так как учитывается вся поверхность, между тем нижняя часть мостика, например, может испытывать меньшее давление. Наоборот, сопротивление подводной части, вычисляемое непосредственно по линии дрейфования, должно быть несколько больше, чем получается измеренным выше косвенным путем. В конечном итоге следует признать, что впредь до производства ряда опытов, которые позволят уточнить вычисления, таблицами ветрового дрейфа „Седова“ на ходу можно пользоваться на практике лишь при курсовых углах КУ, отличающихся от 90° и 270° не более, чем на 30° (в обе стороны); в этих же пределах

как на остановках, так и на ходу получаются вполне удовлетворительные результаты. В виде примера здесь приводятся итоги перевычисления пути „Русанова“ от о-ва Каменева до Русской Гавани (сентябрь 1932 г.).¹

Курс был проложен немного южнее мыса Желания. В 8 ч. 14 сентября, пройдя по счислению 302 мили, „Русанов“ должен был находиться в шир. $76^{\circ}51'$ и долг. $69^{\circ}09'$, а в действительности оказался в шир. $77^{\circ}9.4'$ и долг. $69^{\circ}53'$, т. е. невязка составила 22 мили по азимуту 31° . Суммарное влияние ветров южной половины горизонта силой от 1 до 8 баллов, подсчитанное по ежечасным наблюдениям, выразилось величиной $D = 20$ миль по азимуту 20° . Счислимое место, после введения поправки на дрейф, было перенесено в шир. $77^{\circ}9.5'$ и долг. $69^{\circ}32'$. Остаточная невязка, сократившаяся с 22 миль до 4 миль, была отнесена на долю прочих причин; при этом, в соответствии с переменными силой и направлением ветра, путь „Русанова“ изобразился ломаной, а не прямой линией, как это было по данным обработки 1932 г.

Ленинград,
6 марта 1935 г.

I. A. KIREYEV

WIND-DRIFT OF THE ICE-BREAKER „SEDOV“ WHILE NAVIGATING SPARSE ICE

Summary

The article contains analytical calculations of the elements of the drift of the ice-breaker „Sedov“ dependent on the speed and direction of the wind. Any vessel with engines stopped in windy weather shows her Broadside windwards and advances with a speed the rate of which can approximately be obtained from the formula (in knots) $= \frac{V_0}{h}$, where V_0 is the real speed of the wind in m/sec, and h — the coefficient dependent on the type and the draught of the vessel.

¹ В виду сходства очертаний и размеров „Седова“ и „Русанова“ допущено, что не произойдет существенной ошибки, если таблицы дрейфа „Седова“ будут применены для „Русанова“. Что касается вопроса о перевычислении, то еще в августе 1934 г. выяснилось, что галс этот, обработанный в 1932 г. в Арктическом Институте, нанесен на карту неправильно, так как глубины не совпадали с промером „Седова“ в 1934 г. Проверкой, произведенной в Гидрографическом управлении ГУСМП в январе 1935 г., установлено, что при обратной прокладке в 1932 г. был сделан промах, вследствие чего истинное место „Русанова“ в 8 ч. 14 сентября оказалось на 13 миль западнее. После устранения промаха и после перевычисления галса с учетом ветрового дрейфа, все глубины „Русанова“, в точках пересечения с галсами „Седова“ 1930 и 1934 гг. и „Ермака“ 1934 г., легли на свои места.

The above formula is very conditional and can be applied only to a vessel with engines stopped. The analytical determination of the drift of a vessel in motion can be obtained by means of more complicated calculations only.

To obtain this formula it is necessary to define more precisely the universally adopted terms.

1. The course angle towards the wind line (KU)—is the angle between the diametrical plane of the ship and the wind line (see the drawing).

2. The angle of meeting (ζ)—is the angle between the wind line and the tangent to the surface of the ship at a given point.

Let us suppose that the ship has the shape of a parallelepiped the sides of which are equal to: $L=50$ m, and $B=10$ m, and we must calculate the pressure of the wind and the direction of the drift-line assuming that.

$KU=0^\circ$ and $KU=30^\circ$, the speed of the wind being 10 m/sec. The pressure of the wind is:

$$W = K \cdot f \cdot V_0^2 \sin \zeta, \quad (A)$$

where f —is the area of the projection of the body on the plane perpendicular to the direction of the wind, V_0 —the speed of the wind in m/sec and K —the coefficient possessing a value of 0,08 to 0,06 with $KU=0^\circ$ (see the drawing).

$$W = 0,08 \times 10 \times 2 \times 10^2 \times \sin 90^\circ = 160 \text{ kg.}$$

The force W is directed along the diametrical plane of the ship and is the cause of the decrease of her speed.

When KU is equal to 30° (see the drawing) instead of

$$W = 0,08 \times 10 \times 2 \times 10^2 \times \sin 60^\circ = 138,5 \text{ kg,}$$

it is necessary to take into consideration the „normal“

$$W_{\text{long.}} = W \sin 60^\circ = 120 \text{ kg}$$

(the longitudinal component) and

$$W_{\text{tr.}} = 0,08 \times 50 \times 2 \times \sin 30^\circ \times 10^2 \times \sin 30^\circ = 200 \text{ kg}$$

(the transversal component).

Transporting both components $W_{\text{long.}}$ and $W_{\text{tr.}}$ into point G lying on the axis of the turning capacity we obtain the resultant

$$W_r = \sqrt{120^2 + 200^2} = 233 \text{ kg,}$$

the direction of which coincides with that of the true azimuth

$$a(W_r) = D_0 + 180^\circ + \sigma,$$

where σ —is the angle of the breaking of drift and consequently in our case we obtain

$$(KU + \sigma) = \frac{200}{120} = 59^\circ; \sigma = 29^\circ.$$

With a KU from 0° to 90° and from 180° to 270° the angle σ has the sign of +, i. e. the drift breaks on the right-hand side of the wind line.

A vessel without any draught and gliding over the surface of the sea meeting with no resistance whatever, would drift with a speed corresponding to the force W_r , providing that the KU is equal to 30° . With the existence of the draught the resistance of water masses will be bigger for the sides of the ship than for her stern. For instance with a draught of 1 m the stern influenced by the force W_{long} experiences a resistance equal to

$$S = KF d^2 = 80 \times 10 \times d^2.$$

For the established speed of the drift d there should be an equality

$$S = W_{long},$$

where from the longitudinal speed of the drift will be equal to

$$d_{long} = \sqrt{\frac{120}{800}} \times 0,39 \text{ m/sec}$$

and the transverse speed may be obtained from the equation

$$200 = 80 \times 50 \times 1 \times d_{tr}^2 = 0,22 \text{ m/sec},$$

consequently the resultant is equal to

$$d = \sqrt{0,39^2 + 0,22^2} = 0,45 \text{ m/sec},$$

$$\text{tg } (\delta KU) = \frac{0,22}{0,39} : \delta + KU = 29,5^\circ = \delta = 0,5^\circ.$$

From the above we see that when the ship has rectangular contours the breaking of the drift has not been observed. In reality the towering sides of the ships with their numerous superstructures contribute towards the increase of the breaking of the drift. Experience has shown that the alteration of the angle δ depends on the speed of the wind, on the ship's course angle (KU) and on the speed of the ship. For instance, the angle δ of the ice-breaker „Sedov“ may attain 34° .

All the above reasonings and formulae may be used for the construction of tables and graphs for the determination of the drift of every kind of vessels.

The calculations given in the present article may be applied for determining the drift of ice-breakers, sister-ships of the ice-breaker „Sedov“.

В. МОИСЕЕНКО

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА МАЯКАХ

Великий Северный Морской Путь, протяжением свыше 3,5 тысяч миль, является единственной водной трассой, проходящей всецело по территориальным водам СССР. Этот путь чрезвычайно важен в деле связи с нашими далекими окраинами.

Освоение этого пути будет служить решающим фактором для развития эксплуатации естественных богатств далекого Севера и его производственных возможностей, что послужит к увеличению экономического благосостояния отдаленных народностей, приобщая их вместе с тем к культуре и великому строительству нашего социалистического отечества.

Одним из существенных условий освоения Северного Морского Пути является обеспечение безопасности кораблевождения, каковое осуществляется работами по ограждению морей, выполняемыми Гидрографическим управлением Главсевморпути.

В связи с быстрым, за последние годы, ростом числа судов (как каботажных, так и транзитных), оперирующих по трассе Северного Морского Пути, назрел вопрос о сооружении в некоторых пунктах трассы классных маяков с огнем большой дальности видимости.

Однако, сооружение таких маяков сопряжено с большими расходами денежных сумм даже при благоприятных местных условиях. Принимая же во внимание, что в условиях Арктики потребовалось бы полностью забрасывать весь строительный материал на пункты строек ограниченным числом судов, а так же краткость навигационного периода, можно предвидеть, что осуществление постройки маяков потребует также и очень длительного периода времени.

Гидрографическое управление Главсевморпути, в целях наискорейшего удовлетворения назревшей потребности в классных маяках, произвело в 1934 г. опыт установки в Арктике электрических ламповых прожекторов.

Эта установка дала вполне удовлетворительные результаты, решая тем самым вопрос установки маячных огней большой дальности видимости при сравнительно небольших первоначальных затратах.

Применение электрического освещения на маяках имеет свою историю.

Начиная с XIX ст., быстрый рост торговых и военных флотов различных государств вызвал столь же быстрое развитие сети маяков на морях, прилегающих к этим государствам, в особенности у таких передовых морских стран, как Англия и Франция.

Все маяки в XIX ст. освещались фитильными лампами (в первой половине столетия в качестве горючего было растительное масло, а с 60-х годов — керосин), имевшими незначительную силу света (при горелке с шестью светильными — 450 гефнеровских свечей) и следовательно дававшими огонь незначительной дальности видимости. Между тем, развивающееся мореплавание требовало улучшения освещения маяков, т. е. применения источника света, обладающего большой светосилой. Таковым являлось электрическое освещение.

Пионером в деле электрического освещения маяков была Англия.

В 1857 г. известный английский ученый и изобретатель профессор Гольмс предложил управлению „Trinity House“ (организации, ведающей маячной службой в Англии) усовершенствованную им магнито-электрическую машину постоянного тока (первообраз современных динамомашии) для целей освещения маяков. Управление „Trinity House“ установило машину Гольмса на южном (верхнем) Форлендском маяке и, после предварительных испытаний, 8 декабря 1858 г. электрический луч света впервые прорезал ночную мглу над морем. Более чем годичное испытание электрического освещения верхнего Форлендского маяка дало вполне удовлетворительные результаты, несмотря на то, что профессор Гольмс не был допущен к наблюдению за действием установки.

Находившийся по близости нижний Форлендский маяк, освещавшийся 25-ю масляными фитильными лампами (сист. Арганда, лампы с постоянным уровнем), давал возможность сравнения двух источников света.

В то время как электрический свет верхнего Форлендского маяка был хорошо виден при любых атмосферных условиях, а при благоприятных — даже на французском побережье канала (28 миль), свет нижнего Форлендского маяка казался слабым красноватым огоньком, совершенно терявшимся на некотором расстоянии в мощных лучах света своего соседа.

Оборудование верхнего Форлендского маяка состояло из магнито-электрической машины Гольмса, приводившейся в движение паровой машиной небольшой мощности, и дуговой лампы.

Первые угольные стержни для дуговых ламп изготовлялись из ретортного угля.¹ Эти угли быстро сгорали, в силу чего требовалась частая их замена. Кроме того, угли были неоднородны, и стоимость их была высока. Все попытки искусственно приготовить медленно сгорающие однородные угли долго не удавались, и лишь в 1878 г.

¹ Ретортный уголь — угольный осадок, образующийся на стенках реторт, в которых производится перегонка каменного угля для добывания светильного газа.

Наполи удалось получить угли, более или менее пригодные и схожие с теми, которыми пользуются и по сие время в дуговых лампах. В настоящее время угли для дуговой лампы изготавливаются из массы, состоящей из измельченного кокса и графита, связанных каменноугольной смолой. Из этой пластической массы выжимаются под большим давлением (до 300 атм.) длинные стержни требуемого диаметра. Разрезанные на куски стержни закладываются в тигли и поступают в печи, где обжигаются без доступа воздуха при высокой температуре (1300—1700° С). Под действием жара каменноугольная смола разлагается, и выделяющийся углерод плотно связывает частицы смеси в одну твердую массу. Готовые охлажденные угли представляют собой твердые, звонкие, однородные стержни.

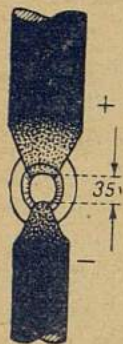


Рис. 1. Угли дуговой лампы.

Действие дуговой лампы основано на свойстве электрического тока проходить через раскаленные газы между двумя угольными стержнями, после того как они будут раздвинуты на несколько миллиметров.

При этом наблюдаются следующие явления (рис. 1): 1) конец положительного угольного стержня (анода, отмечен знаком +) накаливается до большой яркости (13 000—16 000 свечей на 1 кв. см), давая до 85% общей силы света; температура конца угольного стержня—около 4200°; 2) конец отрицательного угольного стержня (катода, отмечен знаком —) обладает меньшей яркостью и температурой (около 3400°) и дает до 10% общей силы света; 3) накалинные газы между концами углей (собственно вольтова дуга) дают до 5% общей силы света; 4) оба угля сгорают в воздухе, причем положительный уголь сгорает в 1,6 раз скорее. Поэтому его сечение делается во столько же раз больше сечения отрицательного угля. Углубление светящегося конца положительного угля называется кратером. Для устойчивого существования вольтовой дуги необходимо, чтобы разность потенциалов на концах углей была не менее 35 вольт. Необходимо заметить, что вольтова дуга может существовать и между стержнями из других веществ, проводящих ток.

Магнито-электрическая машина Гольмса, несмотря на свою большую величину (около 3 м длины, 2 м ширины и 3 м высоты), была чрезвычайно маломощна и могла питать электрической энергией только одну дуговую лампу. Для бесперебойного освещения маяка комплект оборудования (магнито-электрическая и паровая машины) был дублирован, чтобы при выходе из строя рабочего комплекта можно было незамедлительно пустить в работу запасной.

Дуговая лампа Гольмса также была примитивна. По мере сгорания углей в дуговой лампе расстояние между углями увеличивается

и может достигнуть такого предела, при котором ток не будет в состоянии преодолеть сопротивление воздушного промежутка между углями. Во избежание прекращения работы дуговой лампы нужно время от времени сводить угли, чтобы расстояние между ними было все время, по возможности, одно и то же. Таковое передвижение в дуговых лампах Гольмса осуществлялось руками.

Благоприятные результаты, полученные при испытании электрического освещения верхнего Форлендского маяка, побудили Англию применить электрическое освещение и на некоторых других маяках. Следом за Англией электрическое освещение маяков стала вводить у себя Франция. Французское маячное управление разработало обширную программу по переводу маяков на электрическое освещение. Уже в 1863 г. два маяка на мысе Ля-хэв близ Гавра были оборудованы дуговыми лампами. В 1869 г. на маяке на мысе Гризнесс для питания дуговой лампы французами был применен переменный ток, что дало возможность применить в дуговой лампе угли одинакового сечения. Ток получался от магнито-электрических машин системы Мильдерана (фирмы „Аллианс“), которые хотя и были конструктивно более совершенными, нежели машины Гольмса, однако также были громоздки и маломощны. Как и на всех первых электрических маяках, комплект оборудования маяка Гризнесс также был дублирован для гарантии бесперебойного действия лампы.

Так как при питании дуговой лампы постоянным током главным источником света является конец положительного угля, то, при расположении углей по вертикальной прямой (сверху +, внизу —), свет идет вниз, причем отрицательный уголь отчасти затеняет свет положительного угля, и максимум силы света направляется под углом 40° к горизонту. Форма кривой распределения света имеет вид, показанный на рис. 2.

Если же дуговую лампу питать переменным током, то угли делаются поочередно положительными, то отрицательными, в силу чего оба сведенных конца имеют по неглубокому кратеру и сгорают почти одновременно. Благодаря существованию двух кратеров, сила света представляется как бы удвоенной силой света (рис. 3) вольтовой дуги постоянного тока, причем максимум света наблюдается под углом 50° от горизонтального направления. Сила света вольтовой дуги переменного тока меньше силы света дуги постоянного тока, и световая отдача с чистыми углями почти в два раза меньше, чем при постоянном токе. Кривая распределения силы света имеет вид, показанный на рис. 3.

Расположение углей во всех первых электрических маяках было вертикальное.

Несмотря на благоприятные результаты, полученные от применения электрического освещения, распространение этого способа освещения маяков шло чрезвычайно медленно.

Причиной такого положения являлась значительная первоначальная стоимость всей установки, а также различные ее конструктивные недостатки. Магнито-электрические машины отличались чрезвычайно низким коэффициентом их полезного действия, вследствие чего для их работы требовались установки паровых машин большой мощности. Это обстоятельство создавало необходимость строить большие специальные здания для размещения в них громоздкого оборудования электромаяка. Наконец, для обслуживания электрических и паровых машин и котлов требовался большой штат людей сравнительно высокой квалификации.

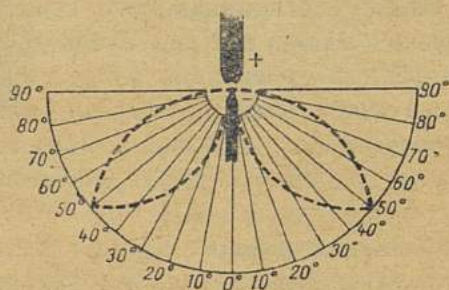


Рис. 2. Схема распределения света в дуговой лампе с постоянным током.

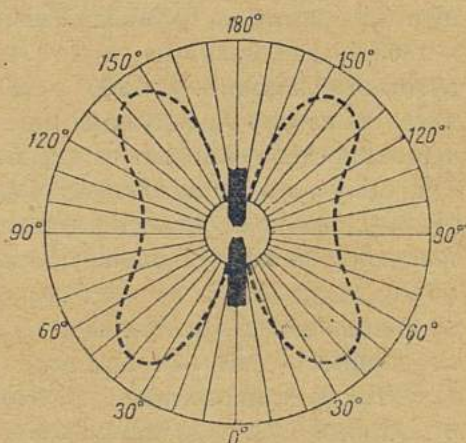


Рис. 3. Схема распределения света в дуговой лампе с переменным током.

Так как главным препятствием к развитию электрического освещения вообще служила непродуктивность магнито-электрических машин, то их усовершенствованием занялось большее количество ученых и техников. Результаты не замедлили сказаться, и в 1870 г. Грамм дал динамомашину (родоначальницу современных динамомашин), вполне пригодную для практических целей. Указанная динамомашинка, вместо постоянных магнитов, как это было у магнито-электрических машин, имела электромагниты, которые, создавая сильное магнитное поле, позволяли получать сильный ток при значительном напряжении. Дальнейшее усовершенствование динамомашины шло быстрыми шагами. Новые динамомашинки были более компактны (следовательно могли устанавливаться на маяках, имеющих сравнительно небольшие помещения), с большим коэффициентом полезного действия (требовали для приведения в движение, по сравнению с магнито-электрическими машинами, двигателей меньшей мощности) и стоили значительно дешевле.

Новые динамомашинны были поставлены на нескольких маяках, в том числе и на верхнем Форлендском маяке, переведенном одновременно на масляное освещение.

Однако и с появлением улучшенных динамомашии развитие сети электрических маяков шло чрезвычайно медленно, так как, в силу отсутствия надлежаще обученного штата, в динамомашинах происходили частые повреждения, что приводило к перерыву в действии электромаяка.

Насколько тяжело завоевывало электрическое освещение себе место на маяках, можно судит по тому, что в 1883 г. (т. е. через 25 лет после первого опыта применения электрического освещения на верхнем Форлендском маяке) на всем земном шаре было всего 14 электромаяков, из них: в Англии 4, во Франции 4 и в России 2 (первый русский электрический маяк — Одесский — установлен в 1867 г.).

Улучшения в деле электрического освещения маяков всецело зависели от состояния техники электрического освещения вообще. Необходимо было усовершенствовать генераторы (динамомашинны и альтернаторы), разработать конструкции регуляторов вольтовой дуги и улучшить качество углей.

По мере сгорания концов углей, последние необходимо сближать, что в первых электромаяках производилось вручную и требовало постоянного присутствия человека. Механизмы, с помощью которых сведение углей производится автоматически, носят название регуляторов вольтовой дуги. Первая попытка применения автоматического регулятора вольтовой дуги относится к 1846 г., когда Стэт сближал угли при помощи часового механизма. Сэррэн в 1860 г., Фуку и Дюбок в 1863 г. построили регуляторы, приводимые в движение часовым механизмом, ход которых регулировался током, обегавшим лампу. Эти регуляторы отличались большим совершенством, но вместе с тем и большой сложностью конструкции и до самого последнего времени встречались только в физических лабораториях. Появившиеся затем регуляторы как для постоянного, так и для переменного тока, были очень разнообразны. Наиболее совершенными из них являются регуляторы главного тока (механизм приводится в действие тем же током, который идет через угли), шунтовые (механизм работает от ответвленного тока) и дифференциальные (механизм работает от действия главного и ответвленного токов одновременно).

При применении в дуговой лампе чистых углей дуга горит спокойно и пламя дуги перебегае вдоль по поверхности кратера. Для того, чтобы дуга горела спокойно, стали изготовлять угли с так называемыми фитилями. Эти угли представляют те же угольные стержни, о которых говорилось ранее, с той разницей, что по их оси делается

сквозной канал, который при помощи прессов заполняется более мягкой угольной или графитной массой (рис. 4). При применении этих углей дуга довольно стойко держится на месте. При питании дуговой лампы постоянным током ограничиваются применением фитильного угля лишь для положительного электрода; при переменном же токе оба угля должны быть одинаковы.

Как было сказано ранее, световая отдача вольтовой дуги постоянного тока больше, чем у дуги переменного тока, а потому для питания дуговой лампы обычно применяется постоянный ток. Желая направить свет вольтовой дуги по горизонтальному направлению, положительный уголь стали устанавливать горизонтально, а отрицательный ниже и под углом к положительному (рис. 5).



Рис. 4. Угли дуговой лампы с фитилями для постоянного тока.

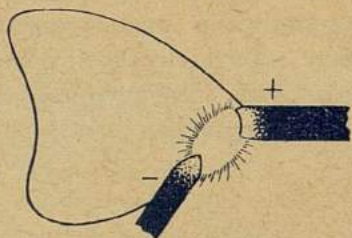


Рис. 5. Угли дуговой лампы, расположенные под углом.

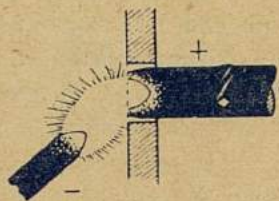


Рис. 6. Угли дуговой лампы с накладками для охлаждения.

Так как продолжительность горения углей в начале была невелика (около 8 часов), то были предприняты меры к созданию дуговой лампы продолжительного горения путем уменьшения доступа в нее воздуха. Хотя задача технически и была решена, но экономический эти лампы оказались невыгодными и распространения не получили.

Желая использовать световую отдачу не только кратера положительного угля, но и пламени дуги, стали вводить в угли вместо фитиля соли различных металлов (фтористый кальций, соли стронция, бария, магния и пр.), причем диаметр фитиля значительно увеличился (пламенные угли). Длина дуги при этом увеличилась и главным источником света стало пламя дуги, окрашенное в различные цвета, в зависимости от металлов солей (пламенные дуги).

Как на интересный пример применения пламенных углей укажем на лампу Люммера, в которой, при 22 атм. давления и температуре около 7600° , удалось достигнуть яркости в 255 000 свечей на 1 кв. см (яркость солнца в зените — макс. 135 000 свечей на 1 кв. см).

Для увеличения световой отдачи дуги при атмосферном давлении, Сперри и Бек приняли меры к тому, чтобы поверхность кратера положительного угля не увеличивалась. Для этого боковая поверхность положительного угля охлаждалась массивными медными или кварцевыми накладками, и сам уголь вращался вокруг своей оси внутри этих накладок (рис. 6). Угли пропитывались солями металлов (фтористый церий и др.), способными при повышении температуры давать большое излучение. Сами угли перегружались (напряжение тока увеличивалось в несколько раз), в силу чего кратер делался глубже, в виде чаши, наполненной парами металлов, нагретых до более высокой температуры, чем это происходит в самой дуге. При этом яркость кратера достигала свыше 100 000 свечей на 1 кв. см, а температура — 5200°. Такое увеличение яркости кратера обуславливалось как большей по сравнению с углем лучеиспускательной способностью металлов, так и тем, что пары их находились в углублении кратера, приближающемся к абсолютно черному телу, обладающему высшей лучеиспускательной способностью. Благодаря результатам, полученным Беком и Сперри в своих дугах, были достигнуты весьма существенные улучшения в прожекторах.

Прожектором называется осветительный прибор, в котором световой поток, излучаемый светящимся телом, концентрируется в один луч при помощи того или иного оптического приспособления. Назначением последнего является восприятие по возможности большего количества света от источника и направление световых лучей в виде слабо расходящегося пучка. Последнее и достигается увеличением силы света прожектора в определенном направлении.

Первые прожекторы были снабжены металлическими сферическими отражателями. Так как сферические отражатели не могли давать пучка параллельных лучей вследствие явления, называемого сферической аберрацией,¹ то они вскоре были заменены параболическими отражателями. Преимущество параболических отражателей заключается в том, что лучи света от светящейся точки, помещенной в фокусе, после отражения идут в точности параллельно оптической оси. Однако металлические отражатели обладали малой отражательной способностью (поглощали до 50% светового потока), быстро тускнели, покрывались пятнами и легко подвергались случайным повреждениям в виде царапин. Соттер во Франции заменил металлические отража-

¹ Явление, при котором параллельные лучи, падающие на сферический отражатель, после отражения пересекают оптическую ось не в одной точке, а в нескольких. Отсюда следует, что световой поток от светящейся точки, помещенной в главном фокусе сферического отражателя, после отражения от него дает не параллельный, а сходящийся пучок лучей с большим углом рассеяния.

тели Френелевскими линзами, вроде тех, которые применялись в маячном освещении. Линзы Френеля состоят из отдельных концентрических колец и центральной линзы, преломляющих падающие на них лучи света, и призматических колец для полного внутреннего отражения лучей. Все эти стекла имеют общий фокус. Таким путем достигается значительная экономия материала и лучшее использование света.

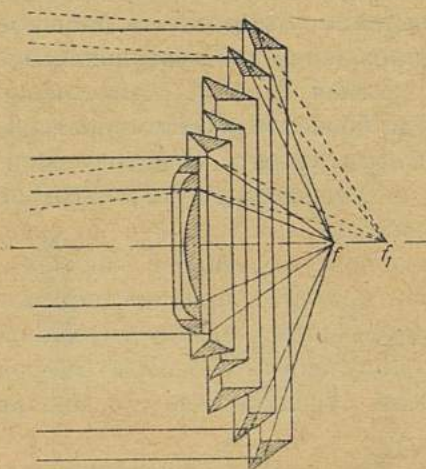


Рис. 7. Схема возникновения блуждающих лучей вследствие тройного совпадения фокусных расстояний призматических колец в маячных прожекторах с Френелевскими линзами.

В результате неточного совпадения фокусных расстояний призматических колец получается неправильное преломление и отражение световых лучей, что влечет за собой возникновение так называемых блуждающих лучей, препятствующих производству точных наблюдений на судах.

В силу указанных причин на маячных установках Френелевские линзы начали заменять параболическими отражателями, как это, напр., сделано на Гельголандском маяке. После такой замены луч Гельголандского маяка, обладавший ранее блуждающими огнями, стал давать совершенно ровный свет.

В 1867 г. Манжен предложил особый стеклянный отражатель, который представлял выпукло-вогнутую линзу, ограниченную двумя сферическими поверхностями различных радиусов, причем вогнутая (внутренняя) поверхность имела меньший радиус, чем выпуклая (наружная), покрытая серебром (рис. 8). Таким образом, световой луч, кроме отражения от зеркальной поверхности, два раза преломлялся (при

Применение прожектора для маячных целей впервые имело место в 1863 г. на маяке Ля-хэв близ Гавра. Маяк имел Френелевские линзы. В 1867 г. такой прожектор был установлен на Одесском маяке (с теми же магнито-электрическими машинами Мильдерана фирмы „Аллианс“).

Френелевские линзы обладают целым рядом недостатков. В них имеет место явление хроматической абберации (окрашивание луча).

Точная шлифовка колец с расчетом, чтобы при сборке их фокусные расстояния совпадали между собою, крайне затруднительна. При смещении источника света из фокуса f в точку f_1 (рис. 7), вследствие изменения угла

входе и выходе из стекла), вследствие чего достигалось уменьшение и даже уничтожение сферической аберрации, свойственной сферическим отражателям. Такой отражатель отражал до 70% падавшего на него светового потока, причем отраженные лучи шли параллельно оптической оси. Существенными недостатками отражателей Манжена являются следующие: неравномерность толщины стекла, в силу чего различные его части нагреваются не одинаково, что может повлечь за собой поломку стекла или разрыв слоя серебряной амальгамы, значительный вес и большая потеря света (на поглощение стеклом) у краев отражателя. В силу указанных причин отражатели Манжена теперь почти не применяются.

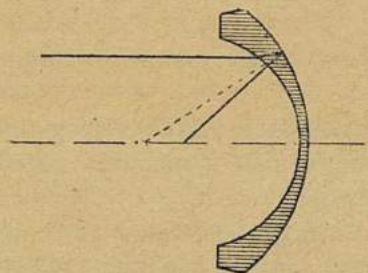


Рис. 8. Стекланный отражатель Манжена.

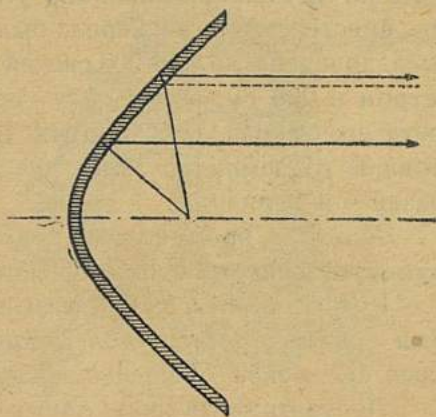


Рис. 9. Параболический отражатель Шуккерта и Мункера.

В 1885 г. Шуккерт, совместно с проф. Мункер, впервые практически разрешили вопрос о шлифовке больших стеклянных параболических отражателей¹ (рис. 9). Эти отражатели решают задачу собирания и отражения лучей наиболее совершенно (отражают до 80% падающего на него светового потока). В настоящее время наиболее часто применяемым отражателем является параболический. Обычно эти отражатели готовятся из плоского зеркального стекла, которое в размягченном от нагрева состоянии изгибают в печи на металлической форме, имеющей вид параболоида, после чего стекло обтачивают на станке, шлифуют и полируют с обеих сторон. Заднюю (выпуклую) сторону стекла серебруют, а затем покрывают гальванопластическим слоем меди и поверх него смолистым лаком для предохранения от повреждения и окисления серебра.

¹ Первые стеклянные параболические отражатели были выпущены фирмой Сименс и Гальске в 1883 г.; в виду трудности изготовления, их сначала делали составными из отдельных колец.

Угол рассеивания лучей прожектора — обычно порядка 3° . В первых прожекторах дуговые лампы были с вертикальными углями, но скоро перешли к лампам, в которых уголки были наклонены под углом около 30° , чтобы большая часть кратера излучала световой поток на отражатель. Шуккерт ввел лампы с горизонтальными углями. Это расположение углей является теоретически наиболее совершенным и применяется с некоторым видоизменением в большинстве прожекторов.

Одновременно с улучшением конструкции прожекторов шли работы по улучшению качества углей. Работами Гельгофа, Шеринга и др., вместе с фирмой Герца, была повышена их нагрузка и яркость была доведена до 114 000 свечей на 1 кв. см. Прожектор Герца, диаметром в 200 см, имеет силу света равную 2 000 000 000 свечей. Сила света его такова, что, будучи помещен на расстоянии, равном расстоянию от земли до луны, он мог бы быть различаем глазом, как звезда 6-й величины.

Лампы в прожекторах применяются трех типов: ручные, полуавтоматические и автоматические.

Ручные лампы, как показывает само название, управляются от руки прожекториста, наблюдающего за правильным горением дуги через смотровое окошечко в кожухе прожектора.

Полуавтоматические лампы снабжены электромеханизмами для получения дуги и для регулировки ее длины во время горения, но не имеют автоматической наводки на фокус.

Автоматические лампы — наиболее совершенные, обладают электромеханизмами не только для получения дуги и ее регулировки, но и для автоматической наводки на фокус.

Из автоматических ламп опишем кратко лампу Сперри, имеющую и до сего времени большое распространение. Механизм этой лампы выполняет следующие функции:

- 1) образование дуги;
- 2) непрерывное вращение положительного угля вокруг его оси (толчками) и вместе с тем непрерывное поступательное его перемещение вперед;
- 3) автоматическое перемещение положительного угля по мере его сгорания и автоматическую установку его кратера в фокусе отражателя, что достигается применением третьего электрода (или помощью термостата);
- 4) поступательное перемещение отрицательного угля вперед и назад, управляемое шунтовым регулятором и производящее как образование дуги при разжигании лампы, так и регулировку длины дуги при горении лампы;
- 5) интенсивное охлаждение и вентиляцию.

Принцип лампы с третьим электродом состоит в том, что под вольтовой дугой укрепляется вспомогательный третий электрод из красной меди, который изолирован от корпуса лампы и соединен с одним концом обмотки соленоида (или электромагнита); другой конец этого же соленоида соединяется с положительным полюсом лампы. До тех пор пока дуга горит нормально и кратер находится в фокусе отражателя, третий электрод не принимает участия в работе регулирующего механизма, так как пламя дуги его не касается. Механизм лампы имеет специальную качающуюся штангу, которая при каждом своем качании захватывает по два зубца храпового колеса и тем самым производит толчками постепенное вращение положительного угля вокруг своей оси и медленное передвижение его вперед. Если окажется, что положительный уголь сгорел слишком быстро и кратер сошел с фокуса, длина дуги возрастает; при этом пламя дуги коснется третьего электрода и тем произведет замыкание цепи соленоида (или электромагнита). Последний притянет свой якорь и заставит качающуюся штангу захватить при каждом качании не по 2 зубца, а по 8—10 зубцов храпового колеса. При этом возрастает и скорость вращения положительного угля, а вместе с тем и поступательное его движение вперед, до тех пор пока не установится нормальная дуга, пламя которой не будет касаться третьего электрода.

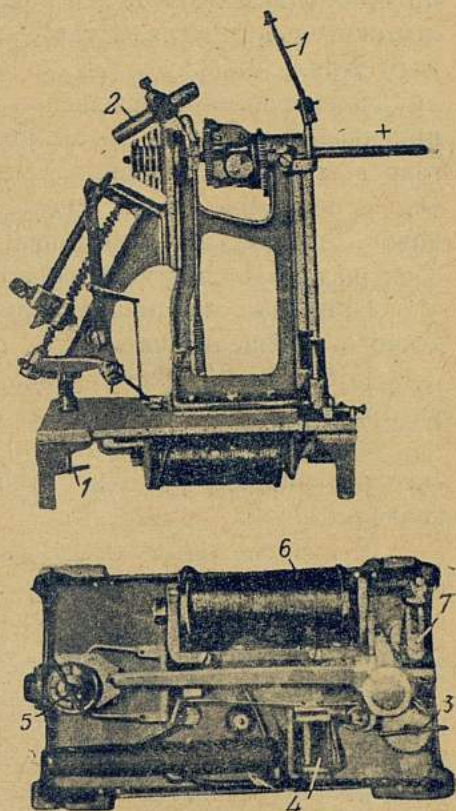


Рис. 10. Автоматическая лампа Сперри.

Лампа Сперри показана на рис. 10, на котором приняты следующие обозначения: 1 — качающаяся штанга; 2 — третий электрод из красной меди; знак (+) — положительный уголь; знак (—) — отрицательный уголь; 3 — конец вертикального валика, снабженного рукояткой для возможности вращения положительного угля вручную; 4 — электромагнит, якорь которого регулирует скорость вращения и подачи положительного угля; 5 — рукоятка на конце вертикальной тяги механизма подачи отрицательного угля; 6 — катушка шунтового электромагнита-регулятора, поддерживающего постоянство напряжения на зажимах.

Весь механизм лампы приводится в действие от электромотора вентилятора прожектора. Конец вала мотора вентилятора, посредством червячной передачи, связан с вертикальным валиком, а последний, помощью пальца (мотыля) 7 (рис. 10), насаженного эксцентрично, производит качания особой вилки, с собачками на концах, при помощи которых приводится в действие механизм вращения и подачи вперед положительного угля, а также движения вперед и назад отрицательного угля.

Электрическое освещение на маяках, как уже указывалось выше, прививалось слабо. В 1915 г. количество электрических маяков достигало всего лишь 357 единиц (из них в Европе 264 и в Америке 62). Около половины из них имело питание от собственных силовых установок, другая же — получала энергию от расположенных вблизи электросетей общественного пользования и заводов и фабрик.

Причины, служившие тормазом к широкому внедрению электрического освещения на маяках, были следующие:

1) быстрое сгорание углей (несколько часов) требовало замены их другими, что удорожало уход за маяком;

2) сложность и дороговизна регуляторов, что также повышало эксплуатационные расходы, требуя обслуживающий штат надлежащей квалификации;

3) невозможность иметь источник для малой силы света, что ограничивало возможность их применения, так как мощный источник света требовался лишь для маяков первого класса и совершенно не рентабелен для огней малого действия;

4) чрезмерная яркость источника света, откуда — ослепительное его действие на близких расстояниях, в силу чего несколько маяков, уже имевших электрическое освещение, были вновь переведены на керосиновое (в частности, в 1887 г. маяк Халлет вблизи Нью-Йорка).

Применение электрического освещения на маяках стало быстро развиваться с момента появления мощных электрических ламп накаливания.

В 1879 г. Эдиссону и Свану после долгих изысканий удалось, наконец, завершить подготовительную стадию развития лампы накаливания и выпустить свою угольную лампу, являющуюся практически разработанным источником света. Лампа Эдисона стала распространяться с необычайной быстротой. Появлением угольной лампы накаливания разрешался вопрос о создании источников света малой мощности, которые могли бы быть включены и выключены, независимо друг от друга. Появление этих ламп и наличие к этому времени хороших динамомашин дали мощный толчок к развитию станций, которые и послужили затем исходным пунктом всей электротехники нашего времени.

Однако угольные лампы накаливания обладали малой силой света и большим удельным потреблением мощности.¹ Улучшение ламп накаливания пошло по линии замены угольных нитей (угольная лампа накаливания) металлическими. В 1902 г. появляется первая металлическая лампа — осмиевая, в 1905 г. — танталовая, а затем и вольфрамовая, которая вскоре и заняла исключительное положение, вытеснив все остальные виды ламп накаливания. Удельное потребление мощности у вольфрамовых ламп было снижено до 1.25 W на свечу (почти в 2.5 раза меньше, чем у угольных ламп, откуда и появилось название для металлических ламп „экономические“). Несмотря на то, что металлические (пустотные) лампы фабриковались уже мощностью до 2000 свечей, применение их для целей освещения маяков почти не имело места, так как нить лампы (светящееся тело) имела значительные размеры, следствием чего являлся сноп сильно расходящихся лучей. Вопрос получения лампы с большой световой отдачей и малым удельным потреблением был разрешен в 1913 г. Лангмюром, предложившим вольфрамовую лампу с наполнением. Существеннейшей и важнейшей частью этого изобретения являлась спирально завитая нить лампы, колба которой наполнялась инертным газом (азотом), давление которого устанавливалось в холодном состоянии около $\frac{2}{3}$ атмосферы, а при рабочем состоянии поднималось до 1 атмосферы (в целях уменьшения распыления вольфрамовой нити). Большая яркость нити и компактная форма тела накаливания этих ламп делали их особенно пригодными для целей освещения маяков.

Приводим в табл. 1 данные о яркости некоторых светящихся тел.

Таблица 1

№№	Источники	Яркость в свечах на 1 кв. см
1	Стеариновая свеча	0.6
2	Керосиновая лампа	0.56—1.36
3	Угольная лампа накаливания	63—72
4	Танталовая „ „	99—117
5	Вольфрамовая „ „ 1.25 W/св. пустотн.	135
6	„ „ „ 0.55 W/св. газополн.	725
7	Дуга пламенной лампы	540—900
8	Кратер подожит. угля дуговой лампы	13'200—16 200
9	„ „ „ лампы Люммера при 7600° и 22 атм.	255 000
10	Солнце на горизонте	360
11	„ в зените	90 000—135 000

¹ Удельным потреблением мощности называется количество ватт, приходящихся на каждую свечу. В угольных лампах удельное потребление составляло 3.1 W на свечу.

Первые лампы, примененные для освещения маяков, обладали существенным недостатком, заключавшимся в том, что их нити была придана форма керосино-калильного колпачка. Это подражание естественно привело к тому, что светораспределение лампы совершенно не соответствовало потребному, следствием чего являлось бесполезное рассеивание лучей.

Так как первые лампы накаливания, примененные на маяках, пришли в качестве замены имевшихся на этих маяках дуговых ламп, питавшихся от собственных силовых установок, то и сами лампы, в целях использования имевшегося оборудования, фабриковались применительно к режиму дуговых ламп, т. е. на пониженный вольтаж (32—60 V). С развитием по побережью сетей общего пользования, надобность в собственных установках на близ расположенных маяках стала отпадать, и на них стали применяться лампы накаливания для нормальных общепринятых напряжений (110 и 220 V). За границей для мощных прожекторов уже несколько лет применяются лампы большой мощности — до 10 kW. Испытания такой лампы дали следующие результаты: сила тока 86 А при напряжении 115 V; средняя сферическая сила света 19 500 свечей; сила света в направлении, перпендикулярном к плоскости спиралей, 28 300 свечей. Эта гигантская лампа потребляет столько же энергии, сколько 400 обычных ламп по 16 свечей (25 W) вместе. Но и эта мощность не является предельной. Около трех лет тому назад была изготовлена лампа в пять раз большая (50 kW).

Какое большое значение в деле распространения применения электрического освещения на маяках имел факт появления мощных электрических ламп накаливания, видно из следующих данных: 1) в США к 1922 г. существовал 181 электрический маяк (в 1915 г. во всей Америке их было 62); 2) к 1930 г. в Германии почти половина маяков и огней была переведена на электрическое освещение.

Появление мощных газополных электрических ламп накаливания не могло не сказаться и на технике прожекторостроения.

Взамен громоздких и сложных прожекторов с дуговой лампой появились компактные прожекторы с лампами накаливания. Ламповые прожекторы нашли себе большое применение в различных областях. Прожекторы с дуговыми лампами в настоящее время применяются, главным образом, в военной технике. Отдельных типов ламповых прожекторов очень много, так как каждая фирма выпускает свою серию прожекторов. Однако существенного различия между ними мало. В основном ламповые прожекторы могут различаться: 1) по мощности применяемой в них лампы; 2) по углу рассеивания лучей

(от 4° до 40°), т. е. по степени концентрации светового потока, и 3) по наличию или отсутствию механизмов вращения.

Впервые в истории Арктики ламповые прожекторы были установлены Гидрографическим управлением Главсевморпути в 1934 г. в качестве маячных огней на м. Выходном (Матшар), м. Гребень и Ярослав (Юшар).

Для указанной цели были использованы ламповые прожекторы типа ВРА-60-1,¹ применяемые в авиации в качестве авиамаяков для указания пути самолетам в ночное время.

Световые данные прожектора (до переделки) следующие:

Угол рассеивания луча прожектора равен 40° . Световой коэффициент полезного действия прожектора в указанных пределах угла рассеивания дает 20 %.

Максимальная сила света прожектора равна 2 000 000 свечей (в центральной части луча прожектора).

Многих смущает вопрос, каким образом лампа накаливания, помещенная в прожектор, может дать сноп световых лучей с силой света, во много раз превышающей ее собственную силу. Для пояснения можно провести аналогию с процессом протяжки проволоки. Подобно тому как из короткой, но толстой болванки получается очень длинная, но тонкая проволока (количество материала остается одно и то же), так и световой поток, излучаемый лампой по всем направлениям с относительно малой силой света, можно при помощи оптической системы преобразовать в узкий сноп, обладающий уже очень большой силой света. В рассматриваемом случае лампа 1000 W и 110 W, имеющая силу света 1800 свечей, в совокупности с оптической системой прожектора дает 2 000 000 свечей в центральной части луча. Такое увеличение силы света (в 1100 раз) получалось за счет концентрации светового потока в пределах небольшого пространственного угла.

В связи с новым назначением авиационных прожекторов в них были внесены следующие изменения:

1) упразднен ряд концентрических колец, находившихся между лампой и защитным (передним) стеклом прожектора; эти кольца преграждали путь лучам, шедшим выше оптической оси прожектора на 2.5 и более градусов, и тем самым устраняли ослепление летчика прямыми лучами прожектора при посадке самолета;

2) защитное стекло прожектора, состоявшее из 16 секторов плоского стекла, было заменено 19 плоско-выпуклыми стеклами (линзами), расположенными вертикально; лучи света, проходя через такое

¹ Изготовлены на электрозаводе в Москве.

стекло, преломляются и отклоняются в стороны и луч прожектора при этом принимает вид как бы открытого веера, расположенного горизонтально (т. е. тем самым увеличен угол рассеивания луча и несколько уменьшена сила света прожектора);

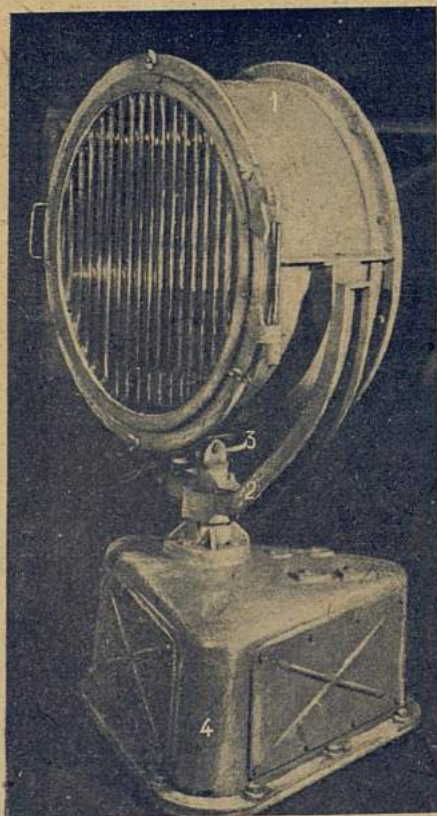


Рис. 11. Общий вид лампового прожектора типа ВРА-60-1.

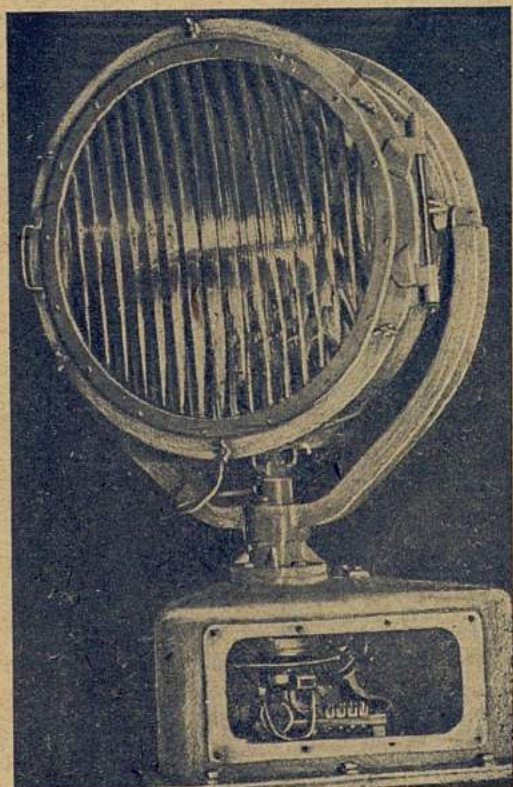


Рис. 12. Электродвигатель лампового прожектора внутри тумбы.

3) уменьшено количество оборотов; первоначальная скорость вращения прожектора 6—8 оборотов в минуту была снижена до 1 оборота в 2 минуты.

Общий вид лампового прожектора типа ВРА-60-1 после переделки показан на рис. 11, на котором приняты следующие обозначения: 1—фонарь прожектора; 2—лира, к которой прикреплен фонарь; 3—лимб для установки фонаря прожектора (а следовательно направления его луча) под избранным углом к горизонту, и 4—тумба, на которую устанавливается лира и внутри которой помещается вращающий механизм. Тумба имеет съемные крышки. На рисунке отчетливо видны плоско-выпуклые стекла (линзы), вставленные в переднюю часть фо-

наря прожектора (вместо защитного стекла) для получения большего угла рассеивания луча прожектора. Главные размеры прожектора: наибольшая высота (от основания тумбы)—1298 мм, наибольшая ширина—832 мм.

Кожух фонаря прожектора сделан из листового железа. Фонарь прикреплен к лире, которая устанавливается на тумбе. Тумба трехгранная, литая из специального алюминиевого антикоррозийного сплава. Внутри тумбы (рис. 12) помещается электродвигатель $\frac{1}{6}$ HP 110—120 V

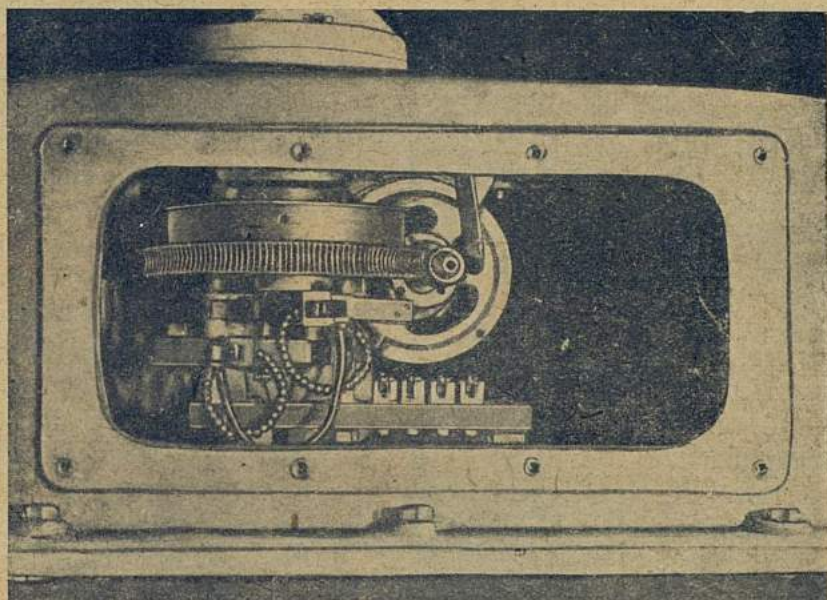


Рис. 13. Механизм электродвигателя лампового прожектора.

постоянного тока, который посредством червячной передачи приводит во вращение лиру, установленную на шарикоподшипнике, а вместе с ней и прикрепленный к ней фонарь прожектора. В связи с уменьшением первоначального количества оборотов прожектора, в тумбе установлена специально сконструированная коробка скоростей, с помощью которой и была получена скорость вращения прожектора в 1 оборот в 2 минуты. Сцепление червячного колеса с лирой прожектора — фрикционное, осуществляется пружинной шайбой. Давление шайбы регулируется посредством специальной гайки с таким расчетом, чтобы, при полной нагрузке электродвигателя, между шайбой и червячным колесом происходило скольжение. Благодаря этому устройству исключена возможность перегрузки электродвигателя (и остановки, что могло бы привести к повреждению его), и электродвигатель рабо-

тает при полной нагрузке лишь при случайных затормаживаниях лиры прожектора (снег, гололедица и т. д.). Кроме перечисленного, внутри тумбы помещается щиток с четырьмя клеммами для подвода тока к лампе и электродвигателю (рис. 13).

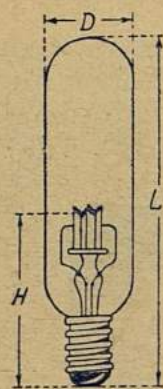


Рис. 14. Проекционная лампа ВЭО.

Для установки под определенным углом в вертикальной плоскости прожектор снабжается лимбом с делениями через один градус. Лимб позволяет направить луч прожектора на 10° выше или ниже горизонтальной плоскости. Вес прожектора (после переделки)—порядка 130 кг.

Установленные прожекторы имеют стеклянный посеребренный отражатель в форме параболоида, с диаметром в 600 мм и фокусным расстоянием в 250 мм. В качестве источника света применяются специальные пальцеобразные проекционные лампы ВЭО со спиралями в одной вертикальной плоскости в особых цилиндрических колбах (рис. 14). Такая форма колбы сделана для того, чтобы испаряющийся вольфрам нити поднимался в верхнюю ее часть, где и оседал бы на ее стенках в виде темного налета; нижняя же часть колбы остается светлой и не задерживает лучей света.

Табл. 2 дает данные о лампах этого типа нашего производства.

Таблица 2

Напряжение	Мощность	Средняя сферич. сила света	Удельное потребл.	Размеры в см			Срок службы лампы ¹ час.	Тип цоколя
				H	L	D		
110	1000	1800	0,555	120	240	70	100	Голиаф № 21

Точная установка светового центра лампы в фокусе отражателя играет большую роль. Между тем отдельные лампы отличаются друг от друга по своим размерам в определенных пределах, предусмотренных стандартом. Для того чтобы можно было точно поставить лампу в фокус, необходимо специальное приспособление, позволяющее в известных пределах перемещать лампу внутри прожектора по всем направлениям. Такое фокусирующее приспособление помещается в корпусе прожектора. Оно находится на ламподержателе и состоит из трех опорных винтов с пружинами, позволяющими перемещать

¹ Под сроком службы понимается время, в течение которого сила света лампы уменьшается не более, чем на 20%.

каждую лампу самостоятельно в трех взаимно-перпендикулярных направлениях.

На рис. 15 показан ламподержатель отдельно от прожектора, где отчетливо видны фокусирующие винты для каждой лампы в отдельности. Также видно и автоматическое приспособление, которое производит замену перегоревшей лампы запасной. При работе прожектора горит одна лампа (рабочая), другая же является запасной. При перегорании рабочей лампы, автомат ставит на место перегоревшей запасную лампу, которая немедленно же загорается.

Ток к автомату лампы подводится от контактных колец посредством кабеля, проходящего через ось лиры. Контактные кольца и угольно-медные скользящие щетки помещаются в тумбе.

Кроме фокусирующего приспособления, имеется также устройство для проверки правильности положения светового центра лампы перед отражателем. Оно состоит из двух отверстий на кожухе прожектора, находящихся под углом в 120° , и двух крестов внутри кожуха, диаметрально противоположных отверстиям (рис. 16).

При установке новой лампы необходимо установить ее так, чтобы световой центр лампы (центр нити) точно находился на пересечении двух прямых, идущих от отверстий к центрам крестов. Нормально отверстия закрыты винтами. Отфокусировав одну лампу, необходимо то же проделать и со второй. Для этого площадка горелки перекидывается от руки на другую сторону, в силу чего на место первой лампы становится вторая, которую также приводят в фокус независимо от первой.

В целях контроля над работой прожектора Гидрографическим управлением Главсевморпути была разработана и осуществлена особая

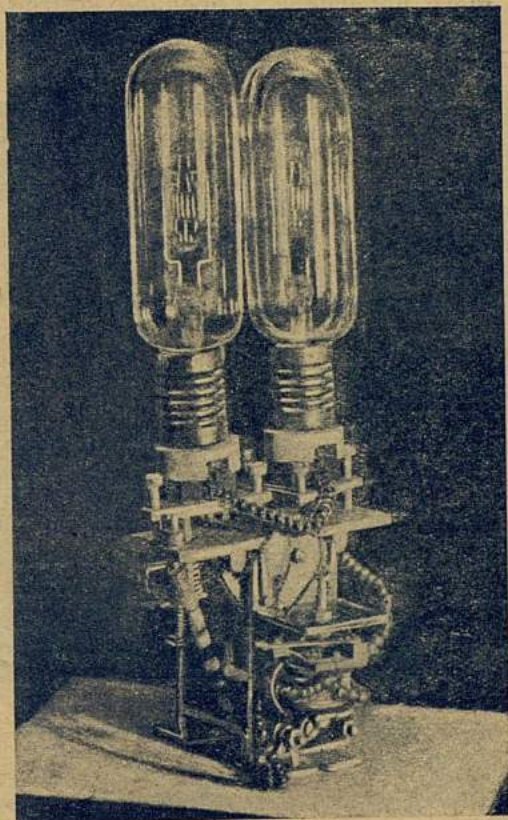


Рис. 15. Деталь ламподержателя.

система сигнализации, состоящая из двух реле (лампового и моторного), двух контрольных ламп к ним и общего звонка, смонтированных на распределительном щите. В случае перегорания лампы в прожекторе или заедания вращения лиры (замедления или полной остановки вращения прожектора), помощью соответствующего реле загоралась его контрольная лампа и звонил звонок, привлекая внимание обслуживающего персонала. Горением контрольной лампы обслуживающий персонал уведомлялся о характере неисправности в прожекторе.

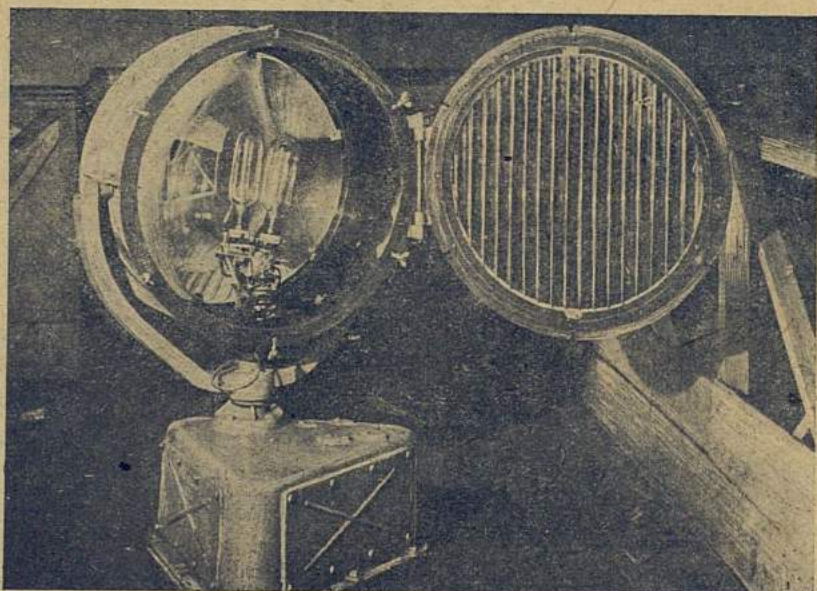


Рис. 16. Положение ламп в прожекторе.

В связи с отсутствием в пунктах установок электромаяков источников электроэнергии, необходимой для питания лампы прожектора и вращающего прожектор электродвигателя, каждый электромаяк имеет собственную силовую установку. Эта установка состоит из трехсильного бензинового двухтактного двигателя завода „Красный Двигун“ и соединенной с ним ременной передачей динамомшины постоянного тока в 115 V и мощностью порядка 1.5 kW. Для бесперебойного действия электромаяка установка дублирована. При двигателях имеется необходимое оборудование (бачки, градирня и т. д.). Управление электромаяком сосредоточено на распределительном щите, на котором, кроме упомянутого сигнализационного устройства, смонтированы измерительные приборы, предохранители и рубильники, для включения как лампы прожектора, так и вращающего прожектор электродвигателя.

Так как прожектор электромаяка работает вполне автоматически, то обслуживающий персонал нужен главным образом для наблюдения за работой двигателя. В виду компактности силовой установки, для обслуживания электромаяков этого типа достаточен штат в 2 человека. Силовое оборудование размещено в машинном помещении, под которое отведена одна из комнат дома, в котором помещается и обслуживающий персонал. Сам прожектор помещен снаружи дома на специально пристроенной над крышей дома вышке (м. Гребень и м. Ярослав) или на отдельной башне (м. Выходной) и соединен проводами с распределительным щитком.

Дальность видимости огня таких прожекторов значительно превышает географическую его дальность видимости, так как, кроме непосредственно видимого луча прожектора, он дает еще зарево на небе, видимое задолго до открытия самого огня прожектора. В среднем, дальность видимости огня установленных электромаяков (прожекторов) достигает 10—13 миль.

Исследование влияния поглощения лучей различной окраски при прохождении их через воздух было произведено Жибером и Маскартом, причем оказалось, что фиолетовые и синие лучи наиболее подвержены поглощению, желтые и красные лучи — меньше, а инфракрасные — совсем не поглощаются. Свет от источника с низкой температурой наиболее богат красными и желтыми лучами. По мере повышения температуры излучателя (источника света), количество красных и желтых лучей понижается и увеличивается количество синих и фиолетовых лучей, в силу чего свет начинает приобретать все более синий оттенок, и, наконец, при температуре 6000° , соответствующей температуре солнца, цвет становится совершенно белым.

Из сказанного следует, что луч электрического лампового прожектора (электромаяка), при прохождении через слой атмосферы, будет претерпевать большие изменения, чем лучи керосиновой лампы или газовой горелки, и свет последних легче пронизывает туман благодаря наличию в этом свете большого количества желтых и красных лучей. В целях улучшения проходимости электрического луча сквозь туман изменяют цвет луча. Для этого завод Соттера во Франции изготавливает золоченые металлические отражатели, базируясь на опытах Гагена и Рубенса, которые показали, что золото обладает большой селективной (избирательной) отражательной способностью по отношению к лучам красным и оранжевым, в сравнении с другими лучами. Поэтому завод Соттера покрывает свои отражатели золотисто-желтым металлом, состав которого держит в секрете. Эти отражатели с позолоченной зеркальной поверхностью дают желтую окраску отраженного светового луча, вследствие чего он легче пронизывает

туман и вообще меньше подвержен поглощению. Если золоченый отражатель отражает лишь желтые лучи (т. е. желтые, желтозеленые, оранжевые и красные), то, следовательно, остальные лучи (зеленые, синие и фиолетовые) он поглощает. Отсюда и сила света прожектора с золоченым отражателем должна быть меньше, чем прожектора с стеклянным посеребренным отражателем. Последнее подтверждено производившимися опытами с золочеными отражателями, показавшими, что отражательная способность последних на 20% меньше стеклянных.

Главный недостаток золоченого отражателя заключается в незащищенности его отражательного слоя, вследствие чего он быстро тускнеет, покрывается пятнами и легко подвержен случайным повреждениям в виде царапин.

Другим, лучшим способом изменения цвета луча прожектора (электромаяка) является применение цветных светофильтров, обычно устанавливаемых перед прожектором. Этот метод приобрел большое практическое значение, и для прожекторов установленного типа имеется в изготовлении того же завода цветной фильтр желтого стекла, надеваемый на переднюю часть прожектора.

Как было сказано выше, прожекторы работают вполне автоматически. Установка их наиболее рентабельна в тех пунктах, в которых можно получить необходимую для них электроэнергию (прожекторы этого типа могут питаться и переменным током), что значительно сократит первоначальные затраты (отсутствие надобности в силовом оборудовании) и эксплуатационные расходы (отсутствие надобности в горючем и смазочных материалах и специально обслуживающем штате, так как потребуется лишь периодическая проверка исправности работы прожектора).

В заключение — несколько слов о неоновых трубках, получивших столь широкое применение в деле обеспечения безопасности аэронавигации и могущих иметь значение и в деле обеспечения безопасности кораблевождения.

Неоновая трубка представляет собой стеклянную трубку длиной около 1 м, заполненную неоном в разреженном состоянии (до 0.01 атм.). Трубки изготавливаются для напряжений 110 и 220 В и могут включаться как в сеть постоянного, так и переменного тока. Свет дуги трубки — яркий, оранжево-красный, в силу чего отличается хорошей видимостью в пасмурную погоду. Обычно неоновые трубки не снабжают оптическими системами, и увеличение их видимости идет или за счет их длины, или за счет увеличения силы питающего их тока, т. е. повышения их яркости. Сила света трубки, длиной 1 м, при 6 А — 900 свечей, 20 А — 2500 свечей и 100 А — 6000 свечей (Гефнера). Потребление энергии 0.8—10 kW. Неоновые трубки, помещенные в прожектор, позво-

ляют осуществлять дальность порядка нескольких десятков километров. Яркий красно-оранжевый их свет заслуживает особого внимания в условиях пасмурной погоды.

V. MOISEYENKO

ELECTRIC LIGHT IN THE LIGHT-HOUSES

Summary

Intensive building of light-houses began in XIX century only. The first light-houses were lighted by means of wick-lamps and had a very restricted visibility. England was the first country who applied electric light for the lighting of the South Foreland light-house, using for this purpose the electro-magnetic machine of prof. Holmes. First coals for the electric light-house lamps were produced from the so-called retort-coals. The modern incandescent coals are made from cokes and graphite cemented with bitumen.

With the passing of electric current through the coals of the lamp the positive coal is heated to a brightness of 13000 to 16000 candles to 1 sq. c/m, which is equal to about 85% of the entire light power of the lamp. The end of the negative coal gives only 10% of the lamp-light and the incandescent gas between the coal ends gives 5% of the light. The positive coal burns up 1,6 times quicker than the negative one. To remove the unequal combustion of the coals used for the electric arc-lamps the interrupted current was used so that both coals are anode and cathode in turn.

The first source of electricity — the cumbrous and imperfect electro-magnetic machine was a serious obstacle for the application of electric light to light-house purposes.

The first dynamo fit for practical purposes was invented in 1870 and the electric light fittings for light-houses were further improved through the invention of a mechanical regulator of distance between the ends of both coals in the lamp, which has the tendency to increase with the combustion.

The coals in the electric lamp have also been replaced by the so-called „flame-coals“ made with the admixture of different metallic salts, such as fluorine calcium and others.

Metallic spherical reflectors were used at first to obtain a better reflection of the light, but these afterwards were superseded by parabollic ones. As metallic reflectors were found to be unsatisfactory owing to their restricted capacity of reflection, Frenel's lens or convex-concave lens of Mangin were used instead.

In 1885 Shukert and Munker have resolved the problem of polishing the large parabollic reflecting mirrors towards the increase of their capacity of reflection to a considerable amount.

But still the really swift development of the application of electric light to light-house purposes dates from the time of invention of the powerful electric incandescent lamps.

The electric lamp search-lights (projectors) installed by the Hydrographic Section of the Glavsevmorput in Yugorski and Matochkin Shar straits in 1934 are the first electric light beacons in the Arctic regions.

Electric lamp search-lights of the type BPA-60-1 constructed for aviation purposes were reconstructed and used for these electric light beacons, which are of the Unwatched species and require but a minime attendance.

The latest novelty in electric light beacons and light-house lanterns are the neon tubes which increase to a considerable degree the visibility of lights in a fog or in hazy weather.

С. Г. КАРАНДАШЕВ

ПРАКТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЗИМУТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПАВЛОВА И СТРУВЕ

Свой метод определения времени Н. Д. Павлов впервые предложил в 1912 г., имея целью получить поправку часов при азимутальных наблюдениях Полярной в Алтайской триангуляции.

В 1916 г. в г. Омске геодезист Лаймин, по просьбе проф. Павлова, произвел по его методу ряд определений поправок хронометра универсальным инструментом Гильдебранда с микроскопами.

Средняя ошибка поправки хронометра по одной южной звезде, полученная из ряда наблюдений, оказалась равной $\pm 0^s.07$. Это показало высокое достоинство предложенного способа.

В 1923 г. проф. Павлов рекомендовал свой способ астроному Убеко-Сибири А. Н. Нефедьеву, как наиболее применимый для долготных определений в высоких широтах.

С этого года способ проф. Павлова вошел в практику астрономических определений Убеко-Сибири, переименованного впоследствии в Сибирское гидрографическое управление.

Таким образом метод определения времени проф. Павлова самый молодой из всех, применяемых в экспедиционных условиях методов.

Для характеристики метода и его полной оценки приведем результаты сравнения способа определения времени Павлова со способом Цингера, распределив имеющиеся по этому вопросу данные, полученные в обсерваториях в результате экспедиционных работ. Наряду со способом Павлова в экспедиционных определениях применялся и способ Струве, который мы охарактеризуем попутно со способом Павлова.

Первое сравнение способа Павлова со способом Цингера произвел ассистент проф. Павлова И. Н. Язев. Наблюдения производи-

лись большим универсальным инструментом Бамберга на каменном столбе обсерватории Сибирского сельскохозяйственного института.

Всего в этом сравнении в течение 10 вечеров было наблюде-
но 43 поправки Павлова и 41 поправка Цингера.

В каждый вечер наблюдения велись по тому и другому методу. Средняя ошибка одной поправки, выведенная из совокупности всех наблюдений, получилась для способа Павлова $\pm 0^s.045$, для способа Цингера $\pm 0^s.057$.

Обработанные результаты этих сравнительных наблюдений приведены И. Н. Язевым в его брошюре „Определение времени по способу проф. Н. Д. Павлова“.

В журнале „Геодезист“ № 2 за 1927 г. есть статья геодезиста А. Смирнова „Определение времени по способу проф. Н. Д. Павлова“, в которой он указывает, что в результате сравнения способа Павлова со способом Цингера, по наблюдениям 2'' универсальным инструментом на каменном столбе в Пулкове, средняя ошибка одной поправки по тому и другому методу получилась одинаковой.

Аналогичные сравнения способа Павлова со способом Цингера произведены астрономами Убеко-Сибири и СИБГУ при определении личного уравнения. Определения производились на первом классе опорном пункте в г. Омске.

Сопоставим полученные средние ошибки по тому и другому методу (табл. 1).

Таблица 1

Средние ошибки одной поправки по методу Павлова и Цингера, полученные различными наблюдателями при определении личного уравнения

Год наблюдений	Наблюдатель	Число поправок по методу		Средняя ошибка одной поправки по методу		Инструмент
		Цингера	Павлова	Цингера	Павлова	
1930	Чернов	48	10	$\pm 0^s.11$	$\pm 0^s.17$	2'' универсал Керна
1934	„	12	22	$\pm 0^s.14$	$\pm 0^s.17$	5'' большой универсал Бамберга
1933	Карандашев . .	17	17	$\pm 0^s.07$	$\pm 0^s.09$	5'' универсал Гильдебранда
1934	„ . .	12	5	$\pm 0^s.10$	$\pm 0^s.11$	„ „ „
1933	Надеев	28	12	$\pm 0^s.10$	$\pm 0^s.10$	„ „ „
1934	Лейзенберг . .	9	16	$\pm 0^s.14$	$\pm 0^s.09$	„ „ „
	4 наблюдателя	126	82	$\pm 0^s.11$	$\pm 0^s.12$	Среднее весовое (за все ошибки принято число поправок, послуживших для его вывода).

Из всех приведенных данных видно, что точность определения времени по методу проф. Павлова почти не уступает точности определения времени по способу проф. Цингера.

Переходя к характеристике точности азимутальных методов определения времени Павлова и Струве в полярных экспедиционных условиях, дадим сводку статистических данных применения этих методов в Убеко-Сибири и СИБГУ (табл. 2).

Таблица 2

Сводная таблица статистических данных применения методов определения времени для вывода долгот в астрономических работах Убеко-Сибири и Сибирского гидрографического управления

Год экспедиционных наблюдений	Наблюдатель	Число определ. астропунктов в эксп.	Число определенных поправок хронометра по методу				Инструменты
			Павлова	Струве	Цингера	Всего	
1923	Нефедьев	5	7	1	0	8	2" универсал Керна
1924	"	5	16	8	14	38	" " "
1925	"	5	9	5	0	14	" " "
1926	Воробьев	3	3	0	8	11	5" универсал Бамберга
1927	"	7	12	6	27	45	" " "
1928	"	4	19	11	1	31	" " "
1929	"	2	14	3	0	17	" " "
1930	"	11	44	8	1	53	" " "
1931	"	3	15	0	0	15	" " "
1930	Чернов	6	40	0	66	106	" " "
1934	"	3	29	4	0	33	" " "
1931	Карандашев . .	6	44	00	0	44	5" универсал Гильдебранда
1932	"	10	46	00	0	46	" " "
1933	"	10	27	14	0	41	" " "
1934	"	2	3	2	0	5	" " "
1932	Кравков	4	15	0	6	21	" " "
1933	"	5	24	0	0	24	" " "
1933	Надеев	2	13	2	0	15	" " "
1934	Лейзенберг . . .	5	18	7	0	25	" " "
1934	Симанов	4	1	21	0	24	10" универсал Керна
18 пол. пер.	8 наблюдат.	102 100%	399 65%	94 15%	123 20%	616 100%	

В дополнение к табл. 2 необходимо указать, что пары Цингера севернее 71 параллели не наблюдались. Кроме того, определения времени по способу Цингера делались уже в осеннее время, когда солнце начинает заходить. Определение времени способами Павлова и Струве производилось до 76 параллели и, в большинстве случаев, при незаходящем солнце.

Покажем точность определения времени по методу Павлова, Струве и Цингера, получаемую по сходимости поправок, наблюдаемых в экспедиционных условиях.

Таблица 3

Вывод точности определения поправок по одной звезде, наблюдаемой методом Павлова в полярных экспедиционных условиях

Год экспедиционных наблюдений	Наблюдатель	Число поправок за год, вошедш. в вывод ср. ошибки	Ср. ошибка одной поправки за год наблюд.	Широтные пределы наблюдений		Инструмент
				наименьшая	наибольшая	
1924—1925	Нефедьев	24	$\pm 0^s.06$	66°48'	72°39'	2" универсал Керна
1926—1927	Воробьев	15	$\pm 0^s.14$	68°29'	72°07'	
1928	"	19	$\pm 0^s.15$	72°10'	72°57'	5" универсал Бамберга
1929	"	14	$\pm 0^s.18$	73°10'	73°23'	
1930—1931	"	59	$\pm 0^s.16$	67°38'	73°30'	
1930	Чернов	40	$\pm 0^s.16$	69°50'	72°26'	2" универсал Керна
1934	"	29	$\pm 0^s.18$	73°30'	74°25'	5" универсал Бамберга, большая модель
1931	Карандашев	44	$\pm 0^s.13$	67°27'	73°13'	5" универсал Гильдебранда
1932	"	46	$\pm 0^s.18$	68°40'	73°04'	
1933	"	27	$\pm 0^s.17$	73°27'	75°17'	
1934	"	3	$\pm 0^s.17$	71°09'	75°08'	
1933	Надеев	13	$\pm 0^s.08$	73°08'	73°38'	
1934	Лейзенберг	18	$\pm 0^s.06$	73°30'	75°39'	
16 сез. наблюд.	6 наблюдателей	251	$\pm 0^s.15$	66°48'	75°39'	

Весовая ошибка одной поправки $\pm 0^s.15$ выведена за 16 полевых периодов по ошибкам каждого года. За вес ошибки каждого года принято число поправок, послуживших для вывода годовой средней ошибки одного наблюдения. 2" универсал Керна считаем по точности равноценным с 5" универсалами (инструмент устаревший и изношенный).

Для этого приведем три таблицы (табл. 3, 4, 5) по каждому методу отдельно, в которых укажем: количество поправок, взятых для вывода средней ошибки одной поправки, ошибку одной поправки за сезон и инструмент, которым производились наблюдения.

Таблица 4

Вывод точности определения поправки хронометра по одной звезде, наблюдаемой методом Струве в полярных экспедиционных условиях

Год экспедиционных наблюдений	Наблюдатель	Число поправок за год, вошедш. в вывод ср. ошибки	Ср. ошибка одной поправки за год наблюд.	Широтные пределы наблюдений		Инструмент
				наименьшая	наибольшая	
1927	Воробьев	2	$\pm 0^s.08$	$68^{\circ}29'$	$72^{\circ}07'$	5" универсал Бамберга
1928	"	10	$\pm 0^s.13$	$73^{\circ}10'$	$72^{\circ}57'$	
1929	"	4	$\pm 0^s.07$	$73^{\circ}10'$	$73^{\circ}23'$	
1934	Лейзенберг	7	$\pm 0^s.05$	$73^{\circ}30'$	$75^{\circ}39'$	5" универсал Гильдебранда
4 сезона	2 наблюдателя	23	$\pm 0^s.09$	$68^{\circ}29'$	$75^{\circ}39'$	

Весовая средняя ошибка одной поправки Струве за 4 года наблюдений выведена так же, как в таблице для способа Павлова.

Таблица 5

Вывод точности определения поправки хронометра по одной паре Цингера по наблюдениям в полярных экспедиционных условиях

Год экспедиционных наблюдений	Наблюдатель	Число поправок за год, вошедш. в вывод ср. ошибки	Ср. ошибка одной поправки за год наблюд.	Широтные пределы наблюдений		Инструменты
				наименьшая	наибольшая	
1924	Нефедьев	14	$\pm 0^s.16$	$67^{\circ}42'$	$69^{\circ}05'$	5" универсал Бамберга
1926	Воробьев	8	$\pm 0^s.15$	$70^{\circ}09'$	$70^{\circ}52'$	
1927	"	22	$\pm 0^s.23$	$68^{\circ}29'$	$70^{\circ}50'$	
1930	Чернов	64	$\pm 0^s.16$	$69^{\circ}50'$	$70^{\circ}04'$	2" универсал Керна
4 сезона	3 наблюдателя	108	$\pm 0^s.17$	$67^{\circ}42'$	$70^{\circ}52'$	

Приводимая в таблицах средняя ошибка одной поправки представляет собой ошибку, выведенную из наблюдений каждого полевого периода одним и тем же инструментом и наблюдателем.

Вычисления ошибок велись по формуле

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{[\Sigma v^2]}{m - n}}$$

В этой формуле $[\Sigma v^2]$ — сумма сумм квадратов отклонений от арифметической середины за все вечера наблюдений; m — число наблюдённых в сезон поправок; n — число вечеров наблюдений.

Сопоставляя между собой поправки, приведенные в табл. 3, 4 и 5, мы видим, что точность определения времени азимутальными методами в высоких широтах не уступает способу Цингера. Средняя ошибка одной поправки, полученная по методу Струве, получилась значительно меньше, чем по способу Павлова. Последнее в основном объясняется малым количеством материала, послужившего основанием для вывода средней ошибки по способу Струве. Подобрать большой материал оказалось затруднительным, так как в большинстве научно-технических отчетов по астрономическим работам ошибка выведена совместно по способу Павлова и по способу Струве. И, кроме того, число поправок Струве в наблюдениях отдельных астрономических пунктов нередко ограничивается только одной. На основании табл. 4 и непосредственного просмотра научно-технических отчетов по астрономическим работам, нужно сказать, что точность определения времени методом Струве — не ниже точности, даваемой способом Павлова.

Производя дальнейшее сопоставление способов Павлова и Струве со способом Цингера в смысле их практической применимости для наблюдений в высоких широтах при незаходящем солнце, приходится сказать, что в этих условиях метод определения Цингера просто не применим. Применение же азимутальных методов наблюдения поправок по звездам вполне возможно и избавляет от необходимости прибегать к не совсем точным определениям по солнцу. Вычислительная часть звездных наблюдений значительно короче солнечных.

Разберем имеющийся материал наблюдений по способу Павлова с точки зрения влияния на их результаты каких-либо систематических ошибок. Этот вопрос можно осветить путем сравнения чередующихся наблюдений поправок Павлова и Цингера, произведенных в один вечер, и, кроме того, путем сопоставлений полученных значений долгот с помощью того и другого метода при определении личного уравнения.

По этому же материалу можно будет сделать заключение: изменится ли ощутимо для применяемых инструментов личное уравнение

астронома-наблюдателя в зависимости от определения времени по методу Павлова или Цингера.

Приведем из упомянутой выше брошюры И. Н. Язева таблицу со стр. 28, в которой сведены все результаты определения времени за каждый вечер тем и другим способом, приведенные на один момент ходом хронометра, и даны разности результатов определения времени по каждому вечеру между способом Павлова и Цингера (табл. 6.)

Таблица 6

Время наблюдений	Число определений времени		Среднее за вечер по способу Н. Д. Павлова	Среднее за вечер по способу П. Я. Цингера	Разность Павлов — Цингер
	По способу Н. Д. Павлова	По способу П. Я. Цингера			
16 июля	4	5	— 4 ^m 03 ^s .128	— 4 ^m 03 ^s .134	+0 ^s .006
18 „	2	2	— 4 ^m 15 ^s .785	— 4 ^m 15 ^s .805	+0 ^s .020
20 „	4	4	— 4 ^m 28 ^s .562	— 4 ^m 28 ^s .570	+0 ^s .008
22 „	6	4	— 4 ^m 41 ^s .428	— 4 ^m 41 ^s .433	+0 ^s .005
25 „	2	3	— 5 ^m 00 ^s .305	— 5 ^m 00 ^s .243	—0 ^s .062
1 августа	2	4	— 5 ^m 43 ^s .545	— 5 ^m 43 ^s .505	—0 ^s .040
1 сентября	4	4	— 8 ^m 47 ^s .880	— 8 ^m 47 ^s .878	—0 ^s .002
9 „	8	4	— 9 ^m 33 ^s .670	— 9 ^m 33 ^s .645	—0 ^s .025
11 „	5	4	— 9 ^m 44 ^s .868	— 9 ^m 44 ^s .873	+0 ^s .005
18 „	6	7	—10 ^m 23 ^s .973	— 10 ^m 23 ^s .957	—0 ^s .016
10 вечеров	43	41			—0 ^s .105 +0 ^s .084

Из табл. 6 видно, что разница между поправками по методу Павлова и по методу Цингера лежит в пределах ошибок наблюдений и колеблется по закону случайных ошибок.

Сопоставим значения личных уравнений, полученных как по методу Павлова, так и по методу Цингера для нескольких наблюдателей (табл. 7).

Рассматривая табл. 7, можно установить наличие хорошего совпадения величин личного уравнения, полученных тем и другим методом.

Таким образом, из приведенных в табл. 6 и 7 данных можно сделать следующее заключение: никаких заметных систематических ошибок метод Павлова (в пределах точности применяемых инструментов) не заключает.

Таблица 7

Год опре- деления личного уравне- ния	Личное уравнение по методу Цингера		Личное уравнение по методу Павлова		Разность Павлов— Цингер	Инструмент
	число поправ., вошедш. в опред.	знач. личн. уравн.	число поправ., вошедш. в опред.	знач. личн. уравн.		
1) Чернов						
1930	15	+ 0 ^s .43	10	+ 0 ^s .43	0 ^s .00	2" универсал Керна
1934	12	+ 0 ^s .40	11	+ 0 ^s .41	+ 0 ^s .01	5" универсал Бамберга, большая модель
2) Карандашев						
1932	19	+ 0 ^s .28	5	+ 0 ^s .24	— 0 ^s .04	5" универсал Гильдебранда
1933	17	+ 0 ^s .10	17	+ 0 ^s .18	+ 0 ^s .08	" "
1934	12	+ 0 ^s .10	5	+ 0 ^s .14	+ 0 ^s .04	" "
3) Надеев						
1933	28	— 0 ^s .13	12	— 0 ^s .18	— 0 ^s .05	5" универсал Гильдебранда
4) Лейзенберг						
1934	9	+ 0 ^s .01	7	— 0 ^s .06	— 0 ^s .07	5" универсал Гильдебранда

Величина личного уравнения от применяемого для определения долготы метода Павлова или Цингера, опять-таки в пределах точности применяемых инструментов, не зависит. Тем не менее, следует рекомендовать астрономам применять для определения личного уравнения тот метод, которым предстоит пользоваться при полевых определениях астрономических пунктов.

Омск, 31 января 1935 г.

S. G. KARANDASHEV

A PRACTICAL ESTIMATE OF THE DETERMINATION OF TIME BY AZIMUTH
AS PROPOSED BY PAVLOV AND STRUVE

Summary

Prof. N. D. Pavlov proposed his method of the determination of the time while observing the azimuth first in 1912. Comparing his method with that of prof. Zinger in the course of 10 evenings we obtained 43 corrections by the method of Pavlov and 11 by means of the Zinger method. The mean error of a single correction obtained as a result of all cumulative observations was, according to Pavlov ± 0.045 and according to Zinger ± 0.057 . A series of subsequent comparisons showed that, with regard to the exactness of the determination of the time both methods are nearly

equal. But there was found a comparatively greater difference between the final results of the determination of time obtained by the method of prof. Pavlov and that obtained by the method proposed by Struve.

With regard to the practical application of methods of Pavlov, Zinger and Struve when working in high latitudes, it may be observed that with the Arctic non-setting sun the Zinger method is simply inapplicable and the hydrographic workers of the Glavsevmorput are recommended to use method of prof. N. D. Pavlov.

В. Л. ХМЫЗНИКОВА

ЗООПЛАНКТОН КАРСКОГО МОРЯ КАК БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕЧЕНИЙ

В целях выяснения зависимости распределения зоопланктона от морских течений необходимо располагать большим количеством соответствующих сборов.

В моем распоряжении находился большой материал, собранный отдельными экспедициями в различных частях Карского моря. В частности, из его южных и юговосточных районов имелся материал, собранный Г. П. Горбуновым в 1931 г. во время прохода Карской экспедиции под начальством Н. И. Евгенова. Из того же района имелись материалы П. К. Хмызникова, собранные на м/с „Белуха“ в 1930—1931 гг. Из северной части моря (район проливов Шокальского и Вилькицкого) получены сборы Таймырской гидрографической экспедиции под начальством А. М. Лаврова, а также экспедиции Р. Л. Самойловича в 1932 г. В дополнение к этому материалу были обработаны сборы, сделанные в экспедиции Б. А. Вилькицкого на г/с „Таймыр“ в 1913 и 1914 гг. д-ром Л. М. Старокадомским.

Гидрологический режим Карского моря определяется различными факторами. Во-первых, в Карское море впадает ряд мощных сибирских рек, которые приносят значительное количество пресной и нагретой воды; во-вторых, через южные проливы из Баренцова моря, а также вокруг м. Желания, сюда проходят воды Нордкапского течения; в-третьих, в Карское море с севера входят воды Шпицбергенской ветви Атлантического течения. Вместе с ними сюда же вливаются холодные и засоленные воды Полярного бассейна.

В связи с таким сложным гидрологическим режимом зоопланктон Карского моря имеет смешанный характер. В его состав входят следующие формы:

- 1) формы западного происхождения,
- 2) формы Полярного бассейна,

- 3) солоноватоводные формы,
- 4) формы речного происхождения,
- 5) формы, широко распространенные в Арктике.

Исходя из такого распределения зоопланктона, Карское море можно разделить на четыре района (см. карту, I—IV):

I район желобов „св. Анны“ и Новоземельского, тянущихся на юг, вдоль восточного берега Новой Земли, приблизительно до параллели Карских ворот; этот район характеризуется присутствием форм западного происхождения, Полярного бассейна и широко распространенных в Арктике;

II район примыкает с юга к I району и ограничен с востока п/о Ямал и о-вом Белым; в нем присутствуют кроме форм, обычных для Арктики, формы западного происхождения;

III район, начинаясь от о-ва Белого, кончается шхерами Минина и характеризуется присутствием солоноватоводных форм;

IV район занимает прибрежную часть Карского моря, от о-ва Белого до устья р. Пясины, находящуюся под влиянием выноса пресных вод Сибирскими реками; район характеризуется присутствием, кроме солоноватоводных форм, форм речного происхождения и форм широко распространенных в Арктике.

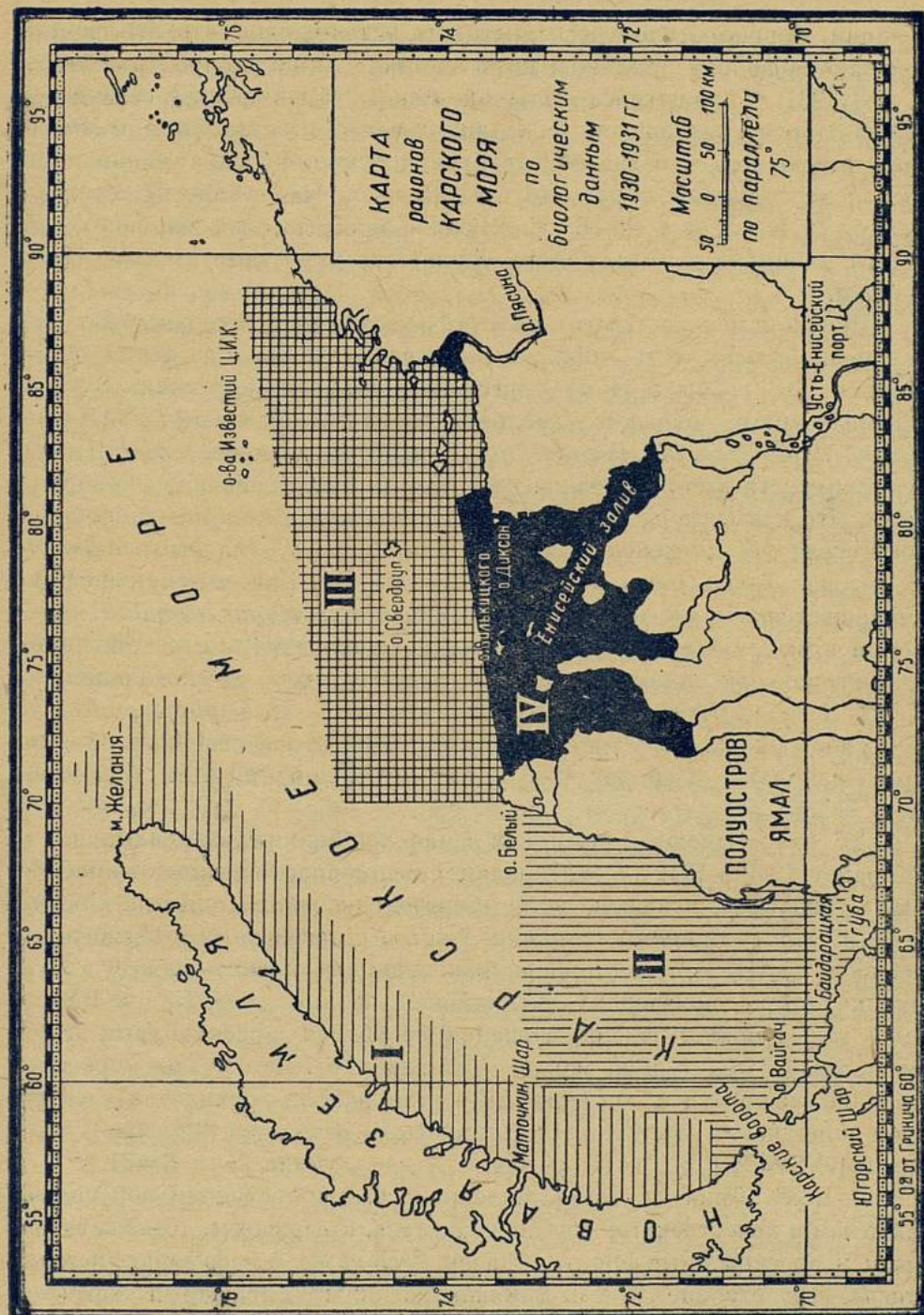
В I районе формы западного происхождения можно разделить на два вида. К первому относятся формы, проникающие в Карское море вместе с Нордкапским течением, вокруг м. Желания. К ним принадлежат инфузории *Salpingella acuminata* и *Acanthostomella norvegica* и медуза *Mitrocomella polydiademata*. Эти формы встречаются в поверхностных слоях от 0—50 м. Другим видом являются формы проникающие в Карское море вместе с водой Шпицбергенской ветви Атлантического течения. К ним относятся: медуза *Homoeonema platygonon*, и радиолярия *Plectacantha oikiskos*. Это — всё глубоководные формы, встречающиеся у берегов Норвегии и в районе между Исландией и Гренландией. *Homoeonema platygonon* встречается также в Бискайском заливе и в северной Атлантике. В Баренцовом море указанные организмы обычно не встречаются. В Карском море они были найдены в сборах на „Ломоносове“ в 1931 г. к востоку от м. Желания на сравнительно больших глубинах. В материале, собранном экспедицией Н. И. Евгенова в 1931 г., эти организмы были встречены в южной части Карского моря (φ 71°26' N и λ 57°34' Ost), также на больших глубинах. Таким образом, из биологических данных мы имеем здесь два пути проникновения атлантических форм зоопланктона: один путь, огибая м. Желания, другой — через Полярный бассейн движением вод вокруг Шпицбергена и Земли Франца-Иосифа.

Такое проникновение атлантических форм зоопланктона в Карское море, являющихся чуждыми для него, подтверждают и объясняют намеченные Е. Ф. Гурьяновой¹ пути проникновения атлантической фауны в Арктику, основанные на распределении бентонических форм.

Она пишет: „Пройдя через порог В. Томсона, атлантические формы устремляются к северовостоку вдоль склона континентальной ступени, проходят у берегов Норвегии (распространяясь по большим глубинам открытых фиордов). Затем, минуя Баренцево море, идут к западному Шпицбергену, огибают его с севера и, продолжая двигаться вдоль склона континентальной ступени, направляются на восток, обходя с севера Землю Франца-Иосифа и Северную землю. На этом главном пути имеется ряд ответвлений к югу. Первая ветвь заходит в северную часть Баренцова моря с северовостока, огибая восточные берега Земли Франца-Иосифа. Вторая ветвь заходит с северозапада в Карское море между северной оконечностью Новой Земли и о-вом Визе и проходит в южную часть Карского моря вдоль восточного берега Новой Земли. Третья ветвь идет также с северозапада между о-вом Визе и о-вом Шмидта в северную часть Карского моря, и четвертая огибает с севера Северную землю, проходит у восточного ее берега и заходит в пролив Шокальского“. Кроме того, автор добавляет, что этот путь, повидимому, проделывают глубоководные формы; мелководные же проходят через Баренцево море и Ново-Земельские проливы. Все это, за исключением некоторых деталей, находит свое объяснение в распределении течений и подтверждается распределением планктона, который является таким же неотъемлемым признаком вод, как и соленость, температура и т. п. В этом же районе по Ново-Земельскому желобу спускаются также формы Полярного бассейна, как аппендикулярия *Fritillaria polaris*, и рачек *Chiridius obtusifrons*. По материалам 1931 г., первая форма была встречена как в северной (на двух ст.), так и в южной частях (одна ст.) Карского моря в самых глубоких горизонтах, а рачек *Chiridius obtusifrons* только в южной части.

II район характеризуется присутствием тепловодных форм, принесенных Нордкапским течением через южные проливы. Напор этих струй в различные годы бывает различный. Так, в 1900—1903 гг., когда Карским морем проходила Русская полярная экспедиция, тепловодных форм в планктоне не было встречено. В 1907 г. во время работ Мурманской научно-промысловой экспедиции и в 1921 г. экс-

¹ Е. Ф. Гурьянова, Фауна ракообразных Карского моря и пути проникновения морской атлантической фауны в Арктику. Докл. Акад. Наук СССР, 1934.



педиции Морского пловучего института установлено, что эти формы появляются вблизи проливов, но к востоку они не распространяются.

В 1931 г. наблюдался большой напор Нордкапского течения, и при обработке материалов экспедиции на м/с „Белуха“ и л/п „Русанов“ выяснилось, что в этот год баренцовские формы проникли на восток от проливов вплоть до о-ва Белого. На севере их граница была φ 73°41' N и λ 65°36' E. Нужно отметить, что баренцовские формы занимали в этом районе лишь поверхностные горизонты от 0—50 м.

III район начинается от о-ва Белого и кончается шхерами Минина. Эта мелководная часть моря (наибольшая глубина, где были взяты станции 1931 г., была 34 м) опреснена Сибирскими реками. В этом районе впервые появляются солоноватоводные организмы, как рачки *Limnocalanus grimaldii*, *Pseudocalanus major*, *Diepanopus bungei*. В виду мелководности района, океанические формы здесь сменяются прибрежными. Что касается распределения *Limnocalanus grimaldii*—типичного показателя Обь-Енисейских вод, то оно зависит, главным образом, от сезона. Так, осенью, когда сток воды в р. Енисее уменьшается, уменьшается и область распространения *Limnocalanus grimaldii*. Примером этого могут служить сборы д-ра Птохова в Таймырской гидрографической экспедиции, когда 2 октября этот рачек дальше ст. 73°55' N не встретился. В сентябре в сборах Г. П. Горбунова на л/п „Русанов“ он доходит до 74°00' N (это была самая северная станция этого района), а в сборах 1930 г. на л/п „Седов“ он был обнаружен на φ 76°36' N.

IV район мною выделен, как район проникновения речных форм. До работ 1930 и 1931 гг. этот район в гидробиологическом отношении был очень слабо освещен. Были произведены работы только в Обской губе и были единичные станции в устье Енисейского и Пясинского заливов, взятые Русской полярной экспедицией. Главная работа в этом районе была произведена экспедицией на м/с „Белуха“ в 1930 и 1931 гг. Границей распространения на восток пресноводных форм является φ 74°00' N и на западе — Обская губа. Вертикальное распределение солености и температуры в этом районе проходит в следующем порядке: на от. у о-ва Вилькицкого на 10 м $S=9.49\text{‰}$ при $t^{\circ}=5^{\circ}$, на 15 м $S=28.19\text{‰}$ и $t^{\circ}=-0.41^{\circ}$, а на глубине 25 м $S=31.47\text{‰}$ и $t^{\circ}=-1.28^{\circ}$. Такое же представление о распространении опреснения дает нам и качественный состав планктона. В горизонте 10—0 м встречались пресноводные формы — рачек *Cyclops* sp. и инфузория *Euplotes harpa*. На глубине 27—10 м планктон носит смешанный характер, появляются солоноватоводные формы и формы, широко распространенные в Арктике. Состав планктона у о-ва Вилькицкого подтверждает

вывод П. К. Хмызникова, что главная масса енисейской воды направляется не вдоль восточного берега залива, а огибая о-в Сибириякова с запада, протекает вблизи о-ва Вилькицкого, возможно частично сливаясь за ним с обской водой. Гидрологические станции, взятые в бухте Диксон, носят характер пресноводный. Интересно отметить влияние сезона на состав планктона. Так, станции, взятые П. К. Хмызниковым в Чортовой губе в сентябре, дают совершенно пресноводный планктон. На станциях же, взятых в октябре, в период образования сала и шуги, когда соленость поднялась до 32.5‰ , появляются формы открытой части Карского моря, и пресноводные формы встречаются лишь в единичных экземплярах. Река Пясина не оказывает такого сильного распресняющего влияния на прибрежные районы Карского моря, как р. Енисей. Интересно отметить, что станции м/с „Белуха“, взятые П. К. Хмызниковым в 1930 г. ($\varphi 73^{\circ}46'.2\text{ N}$ и $\lambda 85^{\circ}18'\text{ E}$) имели S до 17‰ и $t^{\circ} = \text{от } 2^{\circ}.8 \text{ до } 3^{\circ}.5$. Хотя эти станции были в каких-нибудь 10—15 милях от устья р. Пясины, соленость их слишком велика для вод речного происхождения, и в составе планктона не имеется речных форм. Это только подтверждает взгляд П. К. Хмызникова, что пясинская вода проходит не вдоль южного берега, а где-то по середине залива. Влияние сезона (в сентябре наблюдается пресноводный планктон, а в октябре — смешанный) здесь сказывается так же, как и в Енисейском заливе.

Пролив Шокальского был впервые нанесен на карту экспедицией Г. А. Ушакова и Н. Н. Урванцева в 1931 г. Планктон собирался впервые в 1932 г. Таймырской гидрографической экспедицией под начальством А. М. Лаврова и экспедицией Р. Л. Самойловича на л/п „Русанов“ в том же году. Подобно Карскому морю, гидрологический режим пролива Шокальского тоже имеет сложный характер. Нижние горизонты пролива имеют атлантическую воду, которая, проходя через Полярный бассейн, входит в пролив Шокальского со стороны моря Лаптевых. Кроме того, в пролив поступает приливная волна из Карского моря; наконец, летние материковые воды, главным образом с ледников о-ва Большевик, распресняют поверхностные его слои. В связи с таким гидрологическим режимом встречающийся здесь зоопланктон делится на следующие группы:

- 1) формы, широко распространенные в Арктике,
- 2) формы солоноватоводные,
- 3) формы, принесенные атлантической водой.

Первая группа форм проникает в пролив, как со стороны моря Лаптевых, так и из Карского моря вместе с приливной волной.

Хотя гидрологические данные и указывают на опреснение поверхностных слоев вод пролива, солоноватоводные формы планктона встречаются здесь единично.

Формы, принесенные в пролив Шокальского атлантической водой, встречаются такие же, как и обнаруженные в Ново-Земельском желобе и в северной части Карского моря по материалам 1931 г. Сюда относятся медуза *Homoeonema platygonon* и рачки *Chiridius obtusifrons* и *Oithona plumifera* var. *atlantica*. Эти организмы, очевидно, приносятся атлантической водой через Полярный бассейн. По характеру своему планктон носит океанические черты, т. е. открытой части моря, что вполне естественно, если принять во внимание особенности гидрологического режима и рельефа дна (отсутствие мелководий) пролива Шокальского.

Сведения о зоопланктоне пролива Вилькицкого имеются лишь по работам экспедиций Б. Вилькицкого на г/с „Таймыр“ в 1913 и 1914 гг. и Р. Л. Самойловича в 1932 г. Зоопланктон этого пролива так же, как и пролива Шокальского, можно разделить на следующие группы:

- 1) формы Полярного бассейна,
- 2) тепловодные формы,
- 3) солоноватоводные формы,
- 4) формы, широко распространенные в Арктике.

К первой группе относится аппендикулярия *Fritillaria polaris*, описанная Т. П. Бернштейн в 1931 г. из глубоководного района между Землей Франца-Иосифа, Новой Землей и о-вом Визе и в том же году найденная мною в Ново-Земельском желобе в материалах экспедиции Н. И. Евгенова. В пролив Вилькицкого она попала с севера вместе с водами, идущими из Полярного бассейна.

Ко второй группе можно отнести инфузорию *Salpingella acuminata*. В Карском море она встречается в районах проникновения атлантических вод. По гидрологическим данным, атлантическая вода в основной массе находится в восточной части пролива Вилькицкого, и только следы ее в процессе перемешивания достигают западного входа. В связи с таким распределением находится и распределение этой инфузории. В большем количестве она встречается на разрезе м. Щербина—м. Евгенова, единично на поверхности, увеличиваясь ко дну, начиная с 50 м. Вглубь пролива количество ее уменьшается. В 1932 г., когда пролив Вилькицкого был чист ото льда, солоноватоводных форм было очень мало. В 1913 и 1914 гг., когда пролив был забит льдом, в поверхностных слоях эти солоноватоводные формы, как рачки *Limnocalanus grimaldii*, *Drepanopus bungei* и *Pseudocalanus major*, встречались часто, в виду распреснения поверхностных слоев тающим льдом.

Относительно зоопланктона пролива Вилькицкого можно сказать, что влияние атлантических вод сказывается в проливе слабее, чем

в проливе Шокальского, и что зоопланктон пролива Вилькицкого так же, как и пролива Шокальского, носит арктический отпечаток и состоит преимущественно из океанических форм.

V. L. CHMYZNIKOVA

THE ZOOPLANKTON OF KARA SEA AS A BIOLOGICAL INDEX OF CURRENTS

Summary

The forms that enter into the composition of the zooplankton of Kara Sea are following:

1. The West origination forms.
2. The Polar reservoir forms.
3. The brackishwater forms.
4. The riverine origination forms.
5. The widespread in Arctic regions forms.

The distribution of these forms, both in Kara Sea and in Northland Straits, that was deduced by the author from the material of many expeditions, makes apparent a line of the hydrological date.

The projected regions of the distribution of the zooplankton coincide with the common character of the dynamics of the sea, Zooplankton gives a valuable material to judge of the origination of waters and can serve as an indirect index of currents.

Г. С. МАКСИМОВ

ГИДРОГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ СИБИРСКОГО ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В 1933 Г.

(Составлено по отчетам Зап.-Сиб. ГУ)

В 1933 г. главные силы гидрографической экспедиции Сибирского гидрографического управления были направлены на исследование Пясинского залива, шхер Минина и части берега Харитона Лаптева — районов, о которых до сего времени имелись лишь отрывочные сведения проходивших здесь немногочисленных научных экспедиций. Второй задачей являлось окончание систематических работ в устьи р. Енисея и выполнение нескольких отдельных заданий в разных районах, вызываемых текущими потребностями мореплавания.

Для выполнения этих работ Сибирское гидрографическое управление располагало следующими силами: тремя астрономическими партиями — астрономы С. Г. Карандашев, С. Н. Кравков и Л. Н. Надеев; девятью топографическими партиями — топографы А. Я. Деев,

А. В. Костерин, А. М. Поспеев, А. Н. Гусев, А. А. Черепанов, Д. Н. Еленевский, М. А. Начинкин, М. Я. Власов и И. Я. Воронцов; одной триангуляционной партией под руководством В. П. Белова.

Для производства промерных работ экспедиция располагала судами: „Хронометр“ — 350 т, под командой В. Н. Костеркина; „Фарватер“ — 271 т, под командой П. С. Нечитайлова; „Штурман“ — 195 т, под командой М. Н. Ушакова, и „Циркуль“ — 465 т, под командой Ф. П. Демидова.

Часть личного состава, по договоренности с Западно-Сибирской экспедицией Ландина, была откомандирована для участия в работах последней.

Экспедицией были выполнены следующие работы. Определены астрономические пункты главным образом на островах Пясинского залива и вдоль берега Харитона Лаптева; список их помещается ниже (табл. 1). Триангуляционные работы были сосредоточены в устьевом участке р. Енисея, где была произведена триангуляция III класса по реке от села Никольского до Дудинки.

Топографической съемкой в юго-восточной части Карского моря засняты о-ва: Вилькицкого, Неупокоева, Свердруп, Каменные, Расторгуева, Моржовой, Зверобой, Гольцмана, Вардропер; кроме того, снят берег от м. Двух Медведей до устья р. Пясины.

В Енисейском заливе топографические работы были сосредоточены в районе о-ва Крестовского. Здесь были засняты этот остров и берега бухт Омудовой и Широкой (карта 1053). В Гыданском заливе заснят берег п/о Мамонта от м. Минина до м. Восточного.

В Надымской Оби произведена съемка от м. Толстый Нос до с. Ватанга.

Силы промерных партий были направлены преимущественно в Пясинский залив в шхеры Минина. Здесь было рекогносцировочно обследовано пространство от берега до параллели о-ва Свердруп в западной части и до параллели о-ва Скот-Гансена в восточной части.

В других районах были произведены следующие промерные работы: обследована северная банка Вилькицкого, бухта Тамбей в Обской губе, произведено несколько рекогносцировочных галсов в Гыданском заливе, сделаны промеры р. Енисея от г. Игарки до села Потаповского, южной части пролива Крестовского в Енисейском заливе и в бухте Широкой.

Астрономические работы

Инструменты. Для астрономических определений партии располагали двумя пятисекундными универсальными инструментами Гильдебрандта с ломаной трубой (№ 64168 и № 70279), с диаметром кругов

18,5 см и увеличением до 30 и 44, снабженными Талькоттовскими уровнями, и одним универсалом Бамберга (№ 6705) с внецентренной трубой. Кроме того, астрономы были снабжены хронометрами фирм Ericsson, Nardin и Lange и радиоприемниками ЛБ-2, анероидами и термометрами.

Качество хронометров характеризуется средней вариацией e . У разных наблюдателей она следующая:

У Карандашева	0.15, 0.24, 0.40, 0.67
„ Кравкова	0.25, 0.56, 0.76, 0.89, 1.37
„ Надеева	0.17, 0.31, 0.37

Методика. Все наблюдения для определения астрономических пунктов и их обработка производились по инструкции, выработанной в Сибирском гидрографическом управлении.

Широты определялись по измерениям зенитных расстояний крупных звезд, вблизи меридиана и по Полярной звезде. Обычно наблюдалось от 4 до 7 звезд; среднее количество зенитных расстояний на пункт было 40. Обработка широт велась с учетом ошибок за гнутые, причем поправки за гнутые вычислялись из всего материала наблюдений по формуле

$$\Delta\varphi = g \sin z + f \cos z.$$

Эти коэффициенты получились:

У Надеева	$g = + 2.77$ и $f = -0.82$
„ Кравкова	$g = -21.34$ и $f = -1.25$
„ Карандашева	$g = + 6.04$ и $f = -1.55$

Эти числа характеризуют качество инструментов.

Средняя квадратическая ошибка единицы веса (широты по 4 зенитным расстояниям), характеризующая качество наблюдений для полевого периода, определяется по формуле

$$m = \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-k}},$$

где n — число наблюдений и k — число пунктов + 2. Эта ошибка получилась:

У Карандашева	$\pm 2''.4$
„ Кравкова	$\pm 5''.3$
„ Надеева	$\pm 1''.35$

Средняя ошибка широт пунктов колеблется в следующих пределах:

У Карандашева	от 0.29 до 1.33
„ Кравкова	1.55 до 2.09
„ Надеева	0.41 до 0.50

Список астрономических пунктов, определенных в 1933 г. гидрографической экспедицией Сибирского гидрографического управления

№ п/п	Название и местоположение пункта	Широта	Долгота от Гринвича		Азимут	На какой предмет азимут
			в часах	в градусах		
1	Мыс Кузнецовский (Енисейский Залив) А. п. расположен в 133.8 м. от башенного навигационного знака по азимуту 294°47'7"	72°41'59."97 ±0.81	5 ^h 22 ^m 47 ^s .64 ±0.23	80°41'54."60		
2	Навигационный знак О. Западно-Каменный (Карское море) Западный берег Деревянный столб, обложенный камнями с надписью на прибитой жестяной таблице: "АРП СГУ 1933"	72°41'58."16 74°04'37."03 ±0.55	5 ^h 29 ^m 44 ^s .37	80°42'7."80 82°26'5."55	45°5.'8 109°32.'7 131°46.'9	На веху № 1 На веху № 2 На азимутальный столб
3	Навигационный знак О. Свердлов (Карское море) Южный берег. Деревянный столб с надписью на прибитой жестя- ной таблице: "АРП СГУ 1933"	74°6'10."63 74°30'49."77 ±0.71	5 ^h 18 ^m 28 ^s .32 ±0.29	82°30'42."27 79°30'34."80	61°29'44." 81°20.'2	На азимутальный столб На навигационный знак, в расстоянии от астро- пункта 289.5 м
4	Навигационный знак Остров Диксон (Карское море) Астропункт 1931 г.	74°39'51."17	5 ^h 21 ^m 36 ^s .53 ±0.10	79°31'9."36 80°24'7."95		
5	О. Вилькицкого (Карское море) Западный берег. Деревянный столб с надписью на прибитой жестя- ной таблице: "АРП СГУ 1933"	73°27'5."78 ±0.94	5 ^h 1 ^m 45 ^s .80 ±0.14	75°36'27."00	55°2.'5	На навигационный знак

6	О. Вардропер (Карское море) С.-Западный берег А. П. на кам- нях.	74°39'9".67 ±1.33	5 ^h 30 ^m 51 ^s .96 ±0.10	84°12'59".4	262°11'.4 159°56'.4 31°44'.4	На веку № 1 На веку № 2 На навигационный знак, в расстоянии от пун- кта 89.9 м
	Навигационный знак	74°39'12".14		84°13'5".16		
7	Остров Зверобой (Карское море) Юго-Западный мыс. Деревянный столб с надписью на прибитой же- стяной таблице: "АРП СГУ 1933"	74°7'42".14 ±0.81	5 ^h 41 ^m 51 ^s .39 ±0.09	85°27'50".75	356°2'23".6 7007'30".2 255°27'44".4 238°54'53.4	На веку Воронцова На навигационный знак о-ва Зверобой "Δ" о-ва Расторгуева "Δ" о-ва Долгий
8	Ново-Моржовое. Мыс (Пясинский залив) Материковый берег. Деревянный столб расположен у зимовья воз- ле навигацион. знака КСМП по левому берегу реки с надписью на прибитой жестяной таблице "АРП СГУ 1933" по лит. 94 а	73°40'18".48 ±0.46	5 ^h 35 ^m 25 ^s .41 ±0.12	83°51'19".65	79°43'.0 240°16'.5 240°16' 290°59'.3	На навигационный знак КСМП, на правом бе- регу р. Моржевой На "Δ" на левом бе- регу р. Моржевой под № 94а На зимовье На столб, закрепляющий астропункт
	Навигационный знак КСМП на левом берегу реки Моржовой	73°40'4".40		83°49'53".03		
	То же на правом берегу	73°40'20".43		83°51'57".94		На топографическую веку
9	Скот-Гансен, остров (Карское море, юго-зап. берег)	75°16'44".94 ±0.29	5 ^h 14 ^m 49 ^s .93	86°12'28".95	138°42'.7	
	Навигационный знак	75°17'2".15		86°13'33".2		
10	Зверобой. Мыс (Пясинский залив, материковый берег) Астропункт у зимовья Громад- ского. Закрепляющая пункт таб- личка с надписью "АРП СГУ 1933" прибита к навигационному знаку КСМП у зимовья Громадского	73°46'15".90 ±0.55	5 ^h 42 ^m 6 ^s .12 ±0.09	85°31'31".80	77°34'34" 338°86'10"	На навигационный знак КСМП с таблицей "АРП СГУ 1933", в рас- стоянии от астро- пункта 252.5 м На навигационный знак КСМП на берегу под литерой маршрутной съемки 172а, на рас- стоянии от АП 267.9 м

№ п/п	Название и местоположение пункта	Широта	Долгота от Гринвича		Азимут	На какой предмет взят азимут
			в часах	в градусах		
11	Навигационн. знак КСМП с таблицей АРП СГУ 1933	73°46'17."65		85°32'0."25	287°57'51."4	На навигационный знак о-ва Моржевий
	Навигационный знак о-ва Зверобой	73°47'48."60		85°33'45."96	175°38'5"	На угол избы зимовья
	Навигационный знак КСМП на берегу 172а	73°46'22."94		85°31'20."52		
	Зимовье	73°46'11."79		85°31'32."89	345°55'39."9	На направление основного базиса
	Расторгугуев остров (Карское море) А. п. расположен на южном берегу о-ва посредине низменной перемычки 100—120 м. от избы, построенной в 1932 г.	73°59'26."9 ±2.1	5h36m 15s.14	84°3'47."10	298°17'3."7 131°33'41."6 97°49'57."3	На навигационный знак На знак Моржевое На вежу Восточную
12	Навигационный знак	74°0'34."3		82°55'11."65		
	Вежа Восточная	73°58'54."8		84°19'7."75		
	Стерлегов — мыс (Карское море) Пункт расположен на восток от обрыва скалы в расстоянии 60 м. Закреплен обрезком жерди, укрепленной кучей камней высотой около 60 см.	75°24'9."7 ±1.5	5h55m 5s.14 ±0.42	82°46'27."10	176°9'46."1 235°19'24."9 36°1'54."2 51°51'55."6	На знак Брюзегин Тилло На знак мыса Прошания На вежу Лютоганского На знак Маргама
13	Приметный — мыс (Карское море) А. п. в центре временного знака (3-х угольная пирамида с визирным столбом)	75°12'15."9 ±1.6	5h52m 40s.65 ±0.09	88°10'9."75	43°45'4."0 342°35'44."4 257°44'52."7 73°9'50."6 46°42'42."4	На значок на Восточном мысу На знак Маргама На вежу Михеева или знак Михайлова На камень левее вежи Михеева На конический камень или значок

14	Каминский мыс (Карское Море) А. п. расположен на СЗ вы- ступе мыса (на самой возвышен- ной части), закреплен жердью высотой в 3—4 м и кучей кам- ней около 1 м.	75°35'49"6 ±1.9	6°40'47"29 ±0.07	90°11'49"35	43°40'6"9 29°21'21"1 29°5'13"8 27°33'27"1 На наивысшую точку ближайшего камня На правый срез острова На наивысшую точку острова На левый обрывистый край острова
15	Круженштерн остров (Карское Море) А. п. находится на самом боль- шом острове. Закреплен жердью 12 м высотой на 3-х оттяжках и кучей камней около 1 м.	76°2'53"8 ±2.1	6°7'11"87 ±0.16	91°47'58"05	25°74'55"6 25°2'58"6 13°55'56"1 101°24'25"7 На правый обрывистый край острова На наивысшую точку каменной острова На конический камень На знак на о-ве Камин- ского
16	Мыс двух Медведей. (Карское Море) Дер. столб с жестяной пластин- кой с надписью „СГУ АП 1933“	73°38'1"45 ±0.50	5°27'34"67 ±0.02	81°53'39"41 ±0.30	77°50'35"8 77°45'48"1 249°29'4"8 253°20'15"8 252°6'56"1 249°28'47"9 На веку На знак На знак На знак Вильда На знак Тилло На знак Дубинского
17	Диксон остров. Метео-площадка		5°21'36"80 ±0.16	80°24'12"00 ±2.10	На веку Посеева (ко- нец съёмки 1782 г.) На вершину о-ва Запад- но-Каменный
18	Неупокоев, остров. (Енисейский залив) Деревянный столб на Восточном берегу с жестяной пластинкой и надписью „СГУ АП 1933“	73°8'52"60 ±0.41	5°46'43"47 ±0.13	76°40'52"00 ±1.95	На знак КСМП 1926 г. На базисную веку На базисную веку № 2
19	Знак на острове Неупокоева	73°8'52"09		76°40'48"28	

Долготы определялись по радио. Каждый наблюдатель перед выходом на работу определял свое личное уравнение наблюдениями на столбе в крепости г. Омска против здания б. Военно-топографического управления.

Координаты этого столба следующие:

$$\varphi = 54^{\circ}59' 4''.11$$

$$\lambda = 73^{\circ}22' 10''.17 \text{ Ost от Гринича}$$

Личное уравнение определялось из наблюдений 2—3 долгот двумя способами: по способу Цингера и Павлова (азимутальный).

Количество наблюдений (пар) по первому способу — около 17 (Карандашев), такое же по второму. Личное уравнение получилось с вероятной ошибкой $\pm 0''.03$.

Для определения местного звездного времени при определениях долгот экспедиционных пунктов применялись два азимутальных метода — Павлова и Струве. Азимут инструмента определялся по Полярной звезде. Каждая южная звезда заключалась между двумя приемами азимута. Один прием определения азимута заключался в четырех наведениях нитей на Полярную по два при каждом круге с перекладкой уровня в середине каждого полуприема. Азимут инструмента не обнаруживал постоянства, среднее его колебание, выведенное по всему материалу наблюдений, получилось, напр., у Карандашева $\pm 2''.57$; у Кравкова это число $\pm 2''.83$, причем отдельные значения азимута отличались от среднего до $10''$.

На каждом пункте определялось от двух до пяти поправок хронометра. Ошибки определения времени — от $0''.07$ до $0''.28$. Долготы вычислялись по трем и по четырем (Кравков) хронометрам по формулам линейной интерполяции.

Метеорологические условия работ были весьма неблагоприятны. Облачность, перемежающаяся с туманами, дождем и изморозью, мешала работам. Были случаи, что промежутки между днями, когда возможно было производить наблюдения, доходили до 9 суток. Вследствие постоянных перемен в облачности, наблюдателям приходилось часто выстаивать у инструмента всю ночь.

Топографические работы

Топографические работы осуществлялись силами 9 топографических партий, доставленных на места работ гидрографическими судами.

Съемки производились мензулой на основе астрономических пунктов и в основном масштабе 1:100 000. Для отдельных более мел-

ких островов применялся масштаб 1:50 000 и 1:25 000. Съёмка выполнялась с рельефом с сечением горизонталей через 4 м.

Кроме планшетов съёмки, каждый топограф представил топографическое описание посещенных им мест. Это описание рисует в об-

Таблица 2

Таблица магнитного склонения, определенного в районе съёмки р. Енисея, произведенной в 1933 г.

Начальный меридиан 87°

№ планшета	№ пункта	Координаты		Склонение δ	Название пункта
		φ	λ		
I	2	67°27'.2	86°36'.2	+ 16°30'	Пирамида
	3	27 27.3	86 35.5	17 0	"
	6	67 26.8	86 31.5	17 30	"
	9	67 26.8	86 26.3	19 30	"
	11	67 28.5	86 25.4	17 30	"
	12	67 34.1	86 21.5	17 30	Знак
II	14	67°36'.7	86°17'.1	+ 18° 0'	Знак
	18	67 38.6	86 16.3	20 0	Пирамида
	19	67 41.5	86 19.7	20 0	"
III	22	67°45'.6	86°23'.5	+ 19°30'	Пирамида
	23	67 47.6	86 27.4	18 15	"
	26	67 53.1	86 37.0	19 0	"
IV	28	67°55'.2	86°30'.5	+ 17° 0'	Пирамида
	32	67 57.3	86 28.1	17 0	"
	35	68 00.0	86 26.7	22 30	"
	38	68 02.9	86 26.2	19 0	"
V	41	68°05'.4	86°29'.8	+ 23°30'	Пирамида
	44	68 08.3	86 34.0	21 0	"
	46	68 12.6	86 31.1	21 0	"
VI	47	68°15'.6	86°37'.4	+ 22°30'	А. П. Хантайский
	49	68 18.2	86 32.5	21 30	Пирамида
	51	68 20.4	86 26.4	22 30	Знак
	53	68 21.5	86 24.7	21 30	Пирамида
	54	68 24.7	86 22.6	21 30	"
VII	55	68°26'.1	86°22'.1	+ 20°30'	Двойная пирамида
	56	68 27.9	86 24.1	20 30	Знак
	58	68 31.3	86 24.3	20 0	Пирамида
VIII	59	68°35'.4	86°24'.0	+ 21° 0'	Пирамида
	60	68 38.8	86 19.2	21 0	"
	61	68 41.1	86 15.9	21 0	А. П. Потаповский сигнал
	75	68 43.1	86 01.0	21 0	Пирамида
IX	76	68°46'.5	86°02'.2	+ 21°30'	Ст. знак
	78	68 46.8	85 58.1	21 30	Пирамида
X	82	68°55'.2	85°59'.5	+ 20°30'	Двойная пирамида
	83	68 59.5	86 04.6	21 0	Пирамида

щих чертах характер местности и составлено по следующей программе: орография, животный и растительный мир, почва, характер берега и наличие плавника. Для участка съемки берегов р. Енисей от порта Игарки до села Никольского топографическое описание составлено по-планшетно и дополнено еще сведениями о населении, промыслах и содержит подробный список населенных мест, расположенных по берегам р. Енисей. Сведения о плавнике даны весьма подробно. На Енисейском участке работ, кроме съемки, производилось еще систематическое определение магнитного склонения посредством буссоли Керна № 48056.

Условия, в которых производились работы, были весьма тяжелыми. Съемщики испытывали действие сурового климата этих мест (средняя температура держалась около нуля), постоянную сырость и сильные ветры. Временами был недостаток в пресной воде (на островах) и в пище.

Во время съемки был случай находки двух мамонтовых клыков. Иногда съемщики наталкивались на стада оленей, встречали и медведей.

Геодезические работы

Геодезические работы состояли в проведении триангуляции III класса по берегам р. Енисей на участке от п. Дудинки до села Никольского. Цель этой триангуляции — дать опорные точки для промера. Всего было выстроено 19 легких знаков на обоих берегах реки, и, кроме того, закреплено 28 точек на местных предметах. Измерения углов производились минутным теодолитом способом повторения. Наблюдения были закончены лишь на одну треть и завершение работы отложено на 1934 г. Базис длиной 1040.02 м был измерен стальной мерительной лентой с точностью 1:26 000. Вся работа заняла 9 дней при 129 рабочих часах.

Промеры

Промеры производились в следующих районах: на гидрографическом судне „Штурман“ в р. Енисее; на г/с „Хронометр“ в Обской губе, на Северной банке Вилькицкого и в бухте Томбей; на г/с „Фарватер“ в Пясинском и Гыдамском заливах; на г/с „Циркуль“ в Пясинском заливе, в районе о-вов Вилькицкого и Неупокоева, и в южной части пролива Крестовского в Енисейском заливе; и на моторном катере „Цапфа“ в районе Липатниковского переката.

Промер на г/с „Штурман“ (командир М. Н. Ушаков) производился на участке от села Игарки до села Потаповского поперечными

галсами через 300 м. Галсы планировались по переносным береговым створам, станции определялись углами между триангуляционными знаками. На каждом галсе было в среднем 4 определения. Малые глубины до 24 м измерялись ручным лотом, после чего переходили на механический лот, применяя пружинный глубомер. Последний периодически проверялся ручным лотом. Срезка глубин была произведена на основании записей футштоков метеорологических станций в Игарке и в селе Потаповском. Все глубины были приведены к наименьшему уровню, наблюдаемому в Игарке в 1932 г. и в селе Потаповском в 1933 г.

В основном рельеф дна в обследованных районах однообразен. Грунт по правому берегу р. Енисей преимущественно каменистый, а по левому песчаный, изредка встречается галька.

Правый берег от Игарской протоки приглубый; грунт — камень. От села Носового (триангуляционный пункт 15) вверх отходит отмель, которая тянется вдоль берега до пункта 114. Наибольшее удаление отмели от берега — на 0.5 мили, с глубиной 2.5 м.

О-в Плахинский приглубый с S и W. Наименьшая глубина, в S части 17.0 м, а с W — 9.9 м.

От о-ва Плахинского до о-ва Давыдовского рельеф дна довольно однообразен. По середине — глубины от 27 до 30 м, постепенно уменьшающиеся к берегам.

От о-ва Давыдовского в южную сторону тянется отмель на 2 мили с постепенным подъемом дна, ширина ее около 1.5 мили. Глубины в расстоянии $\frac{1}{2}$ мили от острова 2 м, постепенно увеличиваются, доходя на расстоянии 2 миль до 15 м.

Глубины по обе стороны о-ва Давыдовского достаточные для прохода судов с большой осадкой. Проход между островом и правым берегом наиболее прямой и широкий. Грунт со всех сторон — песок.

На 13 миль выше села Хантайского, в расстоянии $\frac{1}{4}$ мили от берега, тянется небольшая каменная гряда.

Река Хантайка не имеет бара, наименьшая глубина на фарватере у устья 13 м. Грунт — камень. Берега отвесные с глубиной около 7 м. По середине реки глубины в среднем 9 м. Все отмели ниже Липатниковского переката приглубые и имеют наименьшую глубину при подходе почти вплотную в 4 м.

Промер на г/с „Хронометр“ (командир В. М. Костеркин) производился в Обской губе для уточнения положения Северной банки Вилькицкого и для обследования якорных стоянок в бухте Томбей, расположенной против устья р. Латта Яга.

Всего было сделано 3 промерных галса в направлении О — W, общим протяжением в 21 милю.

Опорными точками служили большей частью местные предметы и вехи лодманского ограждения, не имеющие специальной геодезической связи.

Наименьшая глубина на банке оказалась 8.2 м, при средней глубине в 16 м. Колебания уровня воды не наблюдалось.

В бухте Томбей рельеф дна оказался ровный с постепенным увеличением глубин до 9 м. Грунт — ил.

Промер на г/с „Фарватер“ (командир П. С. Нечитайлов) производился в двух районах: полусистематического характера в Пясинском заливе и в виде рекогносцировочных галсов в Гыдамском заливе.

Промер в Пясинском заливе производился галсами, которые планировались попутно с рейсами, совершаемыми для развозки к месту работ топографических и астрономических партий. Особое внимание обращалось на то, чтобы галсы по возможности равномерно освещали исследуемую местность. Станции определялись углами, а иногда и пеленгами на основе навигационных знаков, выставленных в 1933 г. и определенных астрономически. Расстояния между галсами колебались от 0.5 до 1 мили.

Рельеф дна Пясинского залива, вообще, оказался неровный. Южный берег от м. Северовосточный до м. Моржевый — приглубый. В расстоянии 2 миль от берега глубины порядка 6.8 м. Наиболее мелким местом этого района является устье р. Убойной. Грунт — большей частью каменистый. В западной части залива резко выражается неровный рельеф дна. Здесь возможно существование банок. От меридиана о-ва Расторгуева идет спокойный рельеф, постепенно поднимающийся к бару р. Пясины.

Промер на г/с „Циркуль“ (командир Ф. Б. Демидов) производился: в Пясинском заливе, в районе о-вов Вилькицкого и Неупокоева и в южной части пролива Крестовского (Енисейский залив).

Промер в Пясинском заливе охватывает пространство от меридиана о-ва Диксона до шхер Минина и с севера граничит параллелью о-ва Скот-Гансена. Этот промер состоял из двух частей: из промера полусистематического характера в южной части района, прилегающей к материку, с целью осветить условия транзитного плавания Диксон — Пясины, и рекогносцировочного промера северной части района между островами, расположенными в Пясинском заливе, для получения характеристики рельефа.

Промер южной части был положен на карту на основе навигационных знаков.

Промер северной части Пясинского залива производился попутно с обслуживанием топографических партий галсами, с промежутками

в среднем от 5 до 8 миль. Условия работ были неблагоприятны. В начале периода мешали имевшиеся в районе работ пловучие льды. Временами галсы упирались в скопления битого льда, доходившего до 7 баллов, что вынуждало ломать курс и даже прерывать галс без закрепления. В некоторых случаях приходилось отказываться от помощи лага. Кроме того, препятствием для выполнения промера служили слабая магнитная обследованность района, неувязка некоторых районов съемки и подчас большие расстояния до опорных точек.

Южная часть Пясинского залива на западе до меридиана о-ва Зап. Каменный имеет глубины порядка 30—40 м. Материковый берег приглуб и допускает проходить на расстоянии в $2\frac{1}{2}$ —3 мили при глубинах в 30—40 м. Подступы к о-ву Свердрупа с востока неблагоприятны (песчаные отмели). С S к знаку на SO оконечности о-ва Свердрупа можно подойти с 3-метровой осадкой только до расстояния 400 м. Приближение к острову характеризуется уменьшением глубины до 12—14 м, при появлении острова на горизонте у о-ва Зап. Каменный берег приглуб и каменист.

От меридиана о-ва Зап. Каменный к востоку до о-ва Моржевый идет пространство с глубинами 20—30 м, с относительно резкими увеличениями глубин при отдалении от материка и постепенным повышением дна к островам. Острова имеют приглубый берег, за исключением о-ва Вост. Каменный, с мелководными, но чистыми подступами с SW.

В районе от о-ва Моржевого до меридиана о-ва Зверобой, максимальные глубины порядка 20—25 м, с очень неровным дном, далее на восток глубины быстро уменьшаются, переходя в Пясинскую песчаную отмель с 5—6-метровыми глубинами.

К югу от этого района глубины от 20 м постепенно уменьшаются в направлении O, SO и S, образуя 9—10-метровый проход к бару р. Пясины.

В этом районе найдены следующие банки: 14-метровая ($\varphi=73^{\circ}53'.4$ N и $\lambda=81^{\circ}47'.5$ Ost) и 15-метровая ($\varphi=73^{\circ}46'.7$ N и $\lambda=81^{\circ}25'.0$ Ost), расположенные в направлении NO—SW и представляющие собой каменистые грядобразные вершины некоторой подводной эллиптической возвышенности, местами, возможно, и с меньшей глубиной.

В северной части Пясинского залива район наибольших глубин расположен между о-вами Сидорова, Вардропер и Скот-Гансена полосой, ограниченной меридианами 83° и $85^{\circ}30'$. Наибольшая глубина здесь 50 м. Далее эта впадина, сужаясь и уменьшаясь до глубины 40 м, направляется на S, W и SW, проходя между о-вами Свердруп и Каменный.

От о-ва Чельман на NW отходит отмель с глубинами 15—20 м. К SO и S от о-ва Вардропер идет бассейн с глубинами 30—35 м. На меридиане 85° (к WSW от о-ва Скот-Гансена) глубины уменьшаются до 25 м. На SW от о-ва Скот-Гансена на 10 миль тянется 15-метровая отмель. К O от о-ва Скот-Гансена глубины порядка 45 м; берег приглуб; почти под самым берегом глубины дают 27—30 м.

В архипелаге островов шхер Минина проливы имеют резко изменяющиеся глубины и трудно проходимы; так, напр., пролив, отделяющий о-в Баранова (крайний SW остров архипелага) от островов, лежащих на NO, имеет подводные камни с глубинами между ними до 7—9 м. Весь пролив промером не пройден. Глубины доходят до 25 м.

Промер в районе о-вов Вилькицкого и Неупокоева (Енисейский залив) производился с целью дать характеристику подступов к островам с N и NO. Работы затруднялись малым количеством опорных точек.

Северное побережье о-ва Вилькицкий и осушной песчаной отмели, тянущейся на SO от восточной его оконечности, отмело и имеет в 2—3-мильном расстоянии от берега глубины порядка 9—10 м.

На восток от этой отмели, 10-метровая изобата отделяется от берега, а отмель, расширяясь к югу, простирается косой, отходящей от о-ва Неупокоева. Милях в 6—8 от о-ва Неупокоева глубины постепенно уменьшаются до 4,5 м на полумильном расстоянии от берега.

Если идти от о-ва Неупокоева на ONO, то глубины, дойдя до 9 м, снова начинают уменьшаться до 6 м на расстоянии 11—12 миль, а после того опять увеличиваются до 17—20 м.

Севернее упомянутых 6-метровых глубин найдены 5-метровые, дающие основание предполагать, что в этом месте лежит подводная коса, простирающаяся приблизительно в южном направлении.

Промер в южной части Крестовского пролива (Енисейский залив) между о-вом Крестовским и материком производился с целью установить рельеф дна бухты Широкой.

Восточный берег южной части о-ва Крестовского приглуб; далее к востоку глубины увеличиваются до 20 и более метров, образуя фарватер пролива с большими глубинами и резкими кромками. Берег бухты Широкой у м. Потакуй отмелый и пологий.

Подступы к о-ву Крестовскому со стороны бухты Крестовской хороши. Глубины позволяют подойти по 15-метровым глубинам к берегу на расстояние до 200 м.

Промер на м/к „Цапфа“. Работы топографа М. К. Аликина, под руководством начальника Енисейского отряда В. Д. Григорьева, в районе Лопатниковского переката на р. Енисее произведены с моторного катера „Цапфа“.

Съемка переката сделана мензулой в масштабе 1:10 000 на основе триангуляционных пунктов, определенных в 1932 г. Промер произведен по створам через 100 м. Створы состояли из щитов, видимых с расстояния до 3—4 км. Место катера (станции) определялось засечкой на мензуле с берега. Всего сделано 41 галс.

G. S. MAXIMOV

HYDROGRAPHIC EXPLORATIONS OF THE SIBERIAN HYDROGRAPHIC
OFFICE IN 1933

Summary

The Siberian Hydrographic Office has effected during 1933 topographical, magnetic and astronomical explorations and has taken soundings in Pyasinskaya bay, in Minina fjords and also along a part of the Khariton Laptev shore. The working staff consisted of three astronomers, nine topographers and one triangulator and the usual technical personnel and hands. The soundings were taken by the following hydrographic vessels: „Chronometer“ (350 tons), „Zirkul“ (265 tons), „Farvater“ (271 tons), „Shturman“ (195 tons) and the cutter „Zapfa“. These explorations have resulted in several plotting sheets on different scales of 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 and 1:10 000 based upon a triangulation of the III-rd class with astronomical points. Moreover, information about the orography, flora, fauna and population, as well as the existence of drift-wood anywhere, were collected throughout the district of the explorations.

Посещение о-вов Пахтусова зверобойным судном „Нерпа“. По сообщению 2-го штурмана г/с „Нерпа“ т. Шадрина осенью 1932 г. судно под командой капитана А. И. Хохлина подходило к становищу на о-вах Пахтусова северным проходом. В августе 1933 г., во время повторения рейса, судно село на каменный риф около острова, на котором стоит изба. Осенью того же года рейс к о-вам Пахтусова был снова повторен.

20 октября г/с „Нерпа“ вышло из Маточкина Шара и вновь взяло курс на острова. Плавание проходило в молодом льду. Около м. Пять Пальцев и п/о Крашенникова, вследствие увеличения мощности льда, судно было вынуждено подходить почти вплотную к берегу. К полдню 21 октября „Нерпа“ остановилась в береговом припае в 10—15 саж. от берега о-ва Пахтусов, около становища.

При самом конце выгрузки неожиданно налетел с запада шквал, прижавший судно вплотную к берегу. Под бортом образовался ледяной кранец. Каких-либо повреждений корпуса не произошло, так как в месте разгрузки судна берег оказался приглубый с галечным грунтом.

К полночи шквал, превратившийся в шторм, начал стихать и „Нерпа“ получила возможность под мотором отойти от берега. В проливе лед частично был взломан и вынесен в море. Вскоре, после полуночи, стихший было ветер вновь начался с силой, превышавшей наблюдавшуюся накануне. „Нерпа“ с трудом удерживалась на месте, работая полным ходом мотора. Утром судно перешло под противоположный становищу берег острова и остановилось на двух якорях, не прекращая работу мотора. В 15 ч. 30 м. западный ветер мгновенно прекратился, а через 5 м. дул с прежней силой с востока. В 15 ч. 40 м. шквал затих, после чего потянул легкий западный ветерок. Весь лед был вынесен в море. В тот же день вечером „Нерпа“ вышла в Маточкин Шар, куда и прибыла 23 октября. Весь обратный путь прошел по чистой воде. „Нерпа“ является судном типа „Смольный“, построена в Норвегии, имеет осадку 12 фут.

Промер Ньюфаундленской банки. В № 1 журнала „Revue Hydrographique“ за май 1934 г. опубликованы работы, выполненные океанографическим институтом „Woods Hole“ на специально оборудованном экспедиционном судне „Atlantis“. Среди этих работ обращают на себя внимание работы, выполненные совместно с „Ice Patrol Service“ (Служба ледовой охраны) в районе Ньюфаундлендских банок и между п/о Лабрадор и Южной Гренландией. Здесь было сделано 112 глубоководных гидрологических станций. В районе, ограниченном 46° и 42° с. ш. и 45° и 48° в. д., произведено 700 измерений глубин, причем каждая точка промера была определена по астрономической обсервации.

Прибор для измерения малых глубин. Отдел Береговой геодезической службы США сконструировал прибор для измерения малых глубин при помощи звука. Прибор назван „Shoal Fathometer“.

В середине июля 1934 г. прибор был установлен на гидрографическом судне „Ludonia“ и дал блестящие результаты при промере у берегов Виргинии. Аппарат позволяет производить 20 измерений глубин от 6 до 120 фут. в течение 1 сек., с точностью до 25 мм, при скорости хода судна в 10 узлов.

Новая батиметрическая карта. В апрельском номере журнала „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie“ за 1934 г. помещен отчет о полярной экспедиции подводной лодки „Наутилус“. Отчет составлен по материалам, собранным во время работ экспедиции в 1931 г. При отчете приложена батиметрическая карта района между Шпицбергом и северо-восточным берегом о-ва Гренландия.

М. В. Ломоносов о Северном Морском Пути. Идея использования Северного Морского Пути для торговой связи Европы с странами Востока вокруг берегов Сибири впервые зародилась в России у известного ученого М. В. Ломоносова. Теоретические обоснования возможности плавания в Северном ледовитом океане по чистой от льда воде сводились у М. В. Ломоносова к следующим положениям:

1) наличие полярных сияний, наблюдаемых к северу от берегов Северного ледовитого океана, повидимому, говорит за то, что там имеются большие пространства свободной от льда воды;

2) приливо-отливные течения в Северном ледовитом океане идут на север по западную сторону Шпицбергена со значительной скоростью, после чего медленно возвращаются на юг; отсюда можно сделать предположение, что Атлантические воды проходят вокруг полюса;

3) на полюсе должны находиться обширные земли с высокими горами и приглубыми берегами;

4) остров, расположенный на полюсе, не может иметь больших и многоводных рек, вследствие чего у его берегов не может появляться такого большого количества льда, как у берегов Сибири;

5) общее количество льда в Северном ледовитом океане занимает не больше $\frac{1}{2}$ части его площади, а при условии наличия обширной земли на самом полюсе количество занятого льдом пространства сокращается до $\frac{1}{10}$ всей площади океана;

6) господствующие ветры Белого моря весной относят льды к северу, а летом к югу, и в то же время восточное морское течение уносит лед к западу; отсюда можно сделать вывод, что в половине и конце июня „должно к северному океану, между Новой Землей и Шпицбергом, быть чисту и безледну и оному чистому океану простирается далеко на восток без льда по малой мере на 1000 верст; сне- чистое место должно быть в широте около 80° , от Сибирских берегов около 600 верст“.

По настоянию М. В. Ломоносова Адмиралтейств коллегия отправила в 1765 г. полярную экспедицию на о-в Шпицберген с целью достичь возможно более высоких широт и по ним проследовать на восток. Экспедиция состояла из трех кораблей под общим командованием адмирала Чичагова.

9 мая суда покинули г. Колу и 16 июня достигли Шпицбергена.

23 июля экспедиция дошла до $80^{\circ}26'$ с. ш., откуда была вынуждена возвратиться в Архангельск, вследствие невозможности пробиться через сплошной лед.

В следующем году Чичагов повторил свою попытку проникнуть в высокие широты на тех же судах. 18 июля экспедиция была на $80^{\circ}30'$ с. ш. и, встретив здесь непроходимый лед, снова возвратилась на юг, не застав уже в живых своего идейного вдохновителя.

Экран для отсчета показаний бюретки. Чтобы судить об объеме вылитого из бюретки раствора, нужно уметь точно определить положение уровня жидкости в бюретке до и после выливания.

Определение это делается по делениям бюретки с точностью иногда до сотых долей куб. см. Отсчет показаний бюретки производится по нижнему (светлые жидкости) или по верхнему (темные жидкости) мениску так, чтобы воображаемая плоскость касалась нижней или верхней точки мениска и проходила через деление бюретки перпендикулярно к ее оси.

При отсчете делений бюретки играет роль характер мениска и положение глаза наблюдателя.

Для придания мениску постоянной формы и для рельефного изображения его пользуются обычно искусственным фоном, состоящим из двух склеенных бумажек — черной и белой.

Существенный недостаток такого искусственного фона состоит в трудности ориентировать глаза наблюдателя перпендикулярно к оси бюретки.

Обыкновенно при отсчете делений бюретки (рис. 1) наблюдатель при помощи искусственного фона создает рельефное изображение мениска, но при этом невольно фиксирует глаза несколько ниже (луч *б*) или несколько выше (луч *а*) действительного уровня жидкости (луч *с*).

В лабораторной практике применяют и зеркальные экраны.

Существенный недостаток зеркального экрана без черного фона состоит в том,

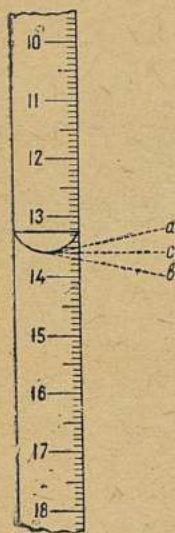


Рис. 1.

что мениск не выделяется рельефно на светлой зеркальной поверхности экрана, сливаясь с отраженными в экране делениями бюретки, что затрудняет производство отсчета положения уровня жидкости.

Для производства правильных отсчетов по бюретке автор рекомендует зеркальный экран с черным фоном.

Устройство зеркального экрана следующее. Зеркальная пластинка (рис. 2) длиной в 4 см и по ширине равная диаметру бюретки, после снятия амальгамы с площадки *ABCD*, закрепляется в металлическую оправу, покрытую черным лаком. К верхней и нижней части металлической оправы на петельках прикрепляются пружинящие ободки, служащие для закрепления экрана на бюретке.

Перед работой наблюдатель закрепляет ободками зеркальный экран на бюретке так, чтобы зеркальные прилегло вплотную к стенке бюретки, это даст возможность правильно отразить в нем деления бюретки.

Нижняя (черная) половина экрана сообщает мениску темный цвет, вследствие чего он рельефно выделяется на фоне верхней (светлой) половины экрана.

Темную часть экрана нужно закреплять ниже мениска, примерно на 0.1 см.

Зеркальный экран описанной конструкции дает; во-первых, рельефно выделенный мениск на фоне верхней (светлой) половины экрана и, во-вторых, глаза наблюдателя будут всегда ориентированы перпендикулярно оси бюретки на уровне мениска.

Для увеличения делений бюретки отсчет лучше производить через лупу.

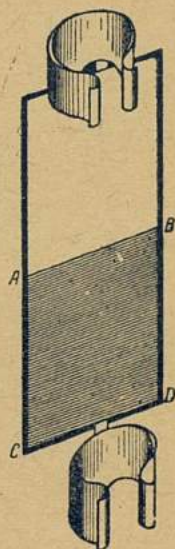


Рис. 2.

Зеркальный экран обеспечивает уверенный отсчет по бюретке с точностью до сотых долей куб. см.

В морской гидрологической практике зеркальный экран повысит точность отсчета по бюретке при определении хлора по методу Кнудсена, где отсчет с точностью до сотых долей деления имеет существенное значение.

С. Жабровец

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Я

Издания Гидрографического Управления Главсевморпути

По картографии

Вышли из печати:

1) Карта подходов к проливам Югорский Шар и Карские ворота, 1:200 000 по параллелям 1935 г. Ц. 3 р. лист.

Карта составлена Гидрографическим управлением Главсевморпути в 1935 г. по работам Северной гидрографической экспедиции 1929—1932 гг., Новоземельской экспедиции ГГРУ, Экспедиции западной части Карского моря Гидрографического управления Главсевморпути 1934 г. и картам Гидрографического Отдела УМС РККА.

Находятся в печати:

- 1) Генеральные карты южной части Карского моря, 1:1 600 000.
- 2) Атлас р. Индигирка от устья р. Мома до моря.

Подготавливаются к печати:

- 1) Карта пролива Карские ворота, 1:100 000.
- 2) Карта Карского моря от о-ва Диксон до о-вов Каменных, 1:200 000.
- 3) Авиационная карта для районов Советской Арктики, 1:5 000 000, на 2-х листах.
- 4) Карта Карского моря от о-вов Каменных до п/о Михайлова, 1:200 000.
- 5) Карта о-ва Диксон и подходов к нему, 1:50 000.

По Гидрографии

Находятся в печати:

- 1) П. И. Башмаков. Технические средства для обеспечения безопасности мореплавания.
- 2) Ю. Д. Чирихини М. А. Головачев. Материалы по лоции р. Индигирка.
- 3) Я. П. Эйлер. Методы барометрического нивелирования применительно к полярным районам.

¹ Списки № 4, Списки №№ 1—3 см. „Северный Морской Путь“, вып. I, II и III.

4) Н. Н. Матусевич. Таблицы для вычисления широт, долгот и азимутов тригонометрических пунктов для широт от 60° до 80° .

5) Б. А. Сергеевский. Гидрографические исследования юго-восточной части Карского моря с 1919 г. по 1932 г.

Подготавливаются к печати:

1) „Северный Морской Путь“, сборник статей по гидрографии и мореплаванию № 5.

2) Приложение № 1 к сборнику „Северный Морской Путь“.

3) Гидрографические работы на Новой Земле.

4) Описание мореходных инструментов.

5) Материалы по лоции Южно-Таймырского водного пути.

Отв. редактор П. В. Орловский

Техн. редактор А. А. Соловейчик

Сдано в набор 21 октября 1935 г.

Подписано к печати 2/III 1936 г.

Бум. 72×110 см. 6 печ. л. 3 бум. л. $7\frac{1}{8}$ авт. л. Печатн. знак в бум. листе 95 000.

Ленгорлит № 4055 Тираж 1000 экз.

Издание № 16

Заказ № 2078.

Тип. „Коминтерн“ школа ФЗУ им. КИМ'а. Ленинград. Красная ул., 1.

1953

Цена 4 руб.

390/5

100542

35-19

104-4

Ц. 1936г.

Акт № 9