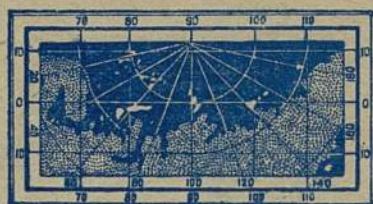


СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО ГИДРОГРАФИИ И МОРЕПЛАВАНИЮ



XI

Проверено 1950

35-19
104-11

✓

ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВСЕВМОРПУТИ ПРИ СНК СССР

35-19

104-11

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

СБОРНИК СТАТЕЙ
ПО ГИДРОГРАФИИ И МОРЕПЛАВАНИЮ

XI



01-25
11-40

Ответственный редактор Г. Н. Борогиков

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Научный отдел	
Г. Ф. Уль. Навигационное определение грунта	5
В. В. Вердеревский. Косая аэрофотосъемка в Советской Арктике . . .	30
П. И. Башмаков. Опыты с угловым освещением маяков	38
Научная хроника	
И. М. Рогачев. К вопросу о проходимости льдов для судов	52
А. Н. Яковлев. Об учете „собственных“ движений судна при измерении течений	55
Заметки	
С. С. Агафонов. Приспособление к секстану для определения величины наклона горизонта	59
В. С. Назаров. Пловучесть морского льда	62
П. И. Башмаков. Из истории экспедиций Пахтусова на Новую Землю .	63
Опечатки в вып. V и VII сборника „Северный морской путь“	67

Г. Ф. УЛЬ

НАВИГАЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУНТА

Значение грунтов для навигации уже давно было осознано мореплавателями, так как безопасность кораблевождения в значительной степени зависит от строения морского дна, определяемого его глубинами (точнее, рельефом) и грунтами.

Сложно расчлененный рельеф дна обычно характеризуется пестрой сменой грунтов, в то время как спокойной поверхности морского дна соответствуют обширные зоны однообразных грунтов.

Состав донных пород находится в тесной связи с гидрологическим режимом. Тонкозернистые грунты нормально залегают в районах со спокойным придонным режимом. Крупнозернистые соответствуют участкам, характеризующимся наличием течений, волнения и приливо-отливных явлений.

При подходе к мелководью мореплавателям необходимо с наибольшей полнотой представить себе строение дна и элементы гидрологического режима. Для этого производится тщательный промер глубин, сопровождаемый просмотром и исследованием грунтов. Соблюдение этих предосторожностей особенно важно при плавании в мелководных районах вне видимости берегов.

В повседневной морской практике выработались 3 основных способа исследования строения дна: 1) промер лотом на ходу судна, 2) то же во время остановки судна и 3) специальное изучение дна грунтовыми приборами.

В качественном отношении указанные определения не равноценны и становятся даже порою несравнимыми друг с другом. Расхождение в них зависит не только от способа промера или от приборов, которыми исследуется морское дно, но и от недостатков классификационной схемы, по которой определяются грунты.

Необходимо отметить, что навигационная классификация грунтов^{1, 2} не была обоснована детальными их исследованиями; в частности, в ней совершенно отсутствовало представление о гранулометрии — хрупкости частиц, слагающих породы. Десятичная метрическая система, разработанная теоретически, не была еще проверена на массовом материале лабораторных исследований морских грунтов.

¹ На игационная классификация морских прибрежных грунтов. „Записки по гидрографии“, т. IX, 1930, стр. 9—28.

² Г. Ф. Уль, К вопросу о навигационной классификации прибрежных морских грунтов. „Исследование морей СССР“, вып. V, стр. 16.

Навигационная классификация прибрежных

Грунт			Определение			
класс	наименование	диаметр (в мм)	лотом на ходу		лотом без хода	
			определение	признаки и способы определения грунта	определение	признаки и способы определения грунта
1	Глина	$< 0,01$	<i>Гл</i>	Пластичный	<i>пл Гл</i> <i>сл Гл</i>	Плотный пластичный Слабый пластичный
2	Ил	$0,01—0,1$	<i>И</i>	Непластичный	<i>И</i> <i>жд И</i>	Непластичный Полужидкий непластичный
3	Песок	$0,1—1,0$	<i>П</i>	Зернистый	<i>мл П</i> <i>кр П</i>	Тонкий зернистый Грубый зернистый
4	Гравий (хрящ)	$1—10$	<i>Гр</i>	Отдельнозернистый	<i>мл Гр</i> <i>кр Гр</i>	Пшено Горох
5	Галька (щебень)	$10—100$	<i>К</i>	Плотный, не взять лотом	<i>мл К</i> <i>кр К</i>	Прилипает к салу лота Не прилипает к салу лота
6	Валун (камень)	$100—1000$	—	—	—	—
7	Глыба	> 1000	—	—	—	—
8	Массивный грунт	—	<i>Тв</i>	Твердый грунт	<i>Тв</i> <i>Пл</i>	Твердый грунт Плита
9	Органогенный грунт	—	<i>Р</i>	Ракушка	<i>Р</i> <i>Изг</i>	Ракушка Изгаль
10	Животные покровы морского дна	—	—	—	—	—
11	Растительные покровы морского дна	—	—	—	—	—

Таблица 1

морских грунтов и донных покровов

г р у н т а		Примечание
определение	признаки и способы определения грунта	
<i>пл Гл</i> <i>вз Гл</i>	Плотный пластичный Вязкий пластичный	Скатывается в шарики и тонкие колбаски, липнет
<i>сл Гл</i>	Слабый пластичный	
<i>пл И</i> <i>И</i>	Плотный непластичный Непластичный	Не скатывается, марают, зерна не видны нормальным глазом
<i>жд И</i>	Полужидкий непластичный	
<i>мл П</i> <i>ср П</i> <i>кр П</i>	Тонкий зернистый Зернистый Грубый зернистый	Диаметр 0,1—0,2 мм 0,2—0,5 0,5—1,0 Миллиметровая бумага, сито, шкалы
<i>мл Гр</i> <i>ср Гр</i> <i>кр Гр</i>	Пшено Зеленый горошек Ширина ногтя	1—2 2—5 5—10 То же Кольца Метки
<i>мл Гк</i> <i>ср Гк</i> <i>кр Гк</i>	Ширина сустава (пальца) Длина сустава (пальца) Длина пальца	10—20 20—50 50—100 То же Кольца Метки
<i>мл В</i> <i>ср В</i> <i>кр В</i> <i>Гб</i>	— — — —	100—200 200—500 500—1000 1000 Складной метр Метка на борту или палубе
<i>Псч Изв</i> <i>Гри Гис</i>	Песчаник, известняк, гранит, гипс и т. п.	Определяется по кускам и обломкам
<i>Р</i> <i>Изг</i>	Ракушка — вид Изгарь — форма	Определяется по образцам
<i>Гб Лт</i> <i>Кор</i>	Губки, литотамнии Кораллы	" " "
<i>Тн Тр</i> <i>Вд</i>	Тина, трава Водоросли	" " "

Только с 1932 г. приступили к систематическому изучению состава грунтов. В это время исследователи пришли к выводу, что морское дно покрывается пылью, что илам свойственна пластичность, что последние только условной границей в 0,001 мм отличаются от глин.

В самое последнее время на основании детального просмотра материалов Карского и других морей было внесено существенное изменение понятий «ил» и «глина» путем перемещения для фракции «ил» границы с 0,001 до 0,01 мм.

Благодаря такому перемещению границы фракции весьма резко изменилась сущность всей классификационной схемы. В частности в морских грунтах было уничтожено чуждое для моряка понятие «пыль», уточнено определение терминов «ил» и «глина» и появилась возможность давать определения грунтов по внешним признакам.

Новая классификационная схема (табл. 1) содержит 11 классов грунта: 8 минеральных и 3 органогенных. Первые представлены градациями от глинистых грунтов с диаметром частиц менее 0,01 мм до глыб, измеряемых метрами. Особую группу составляют массивные грунты (8-й класс), выступающие на поверхности морского дна в районах размыва в виде залежей известняков, песчаников, сланцев гранитов, гнейсов и пр.

Органические грунты подразделяются на 3 класса: органогенные грунты — ракушка, изгарь или конкреции и пр.; животные покровы морского дна — кораллы, губки; растительные покровы — литотамнии, водоросли, трава, тина и пр.

Навигационное определение морских грунтов в пределах перечисленных классов осуществимо в различных условиях мореплавания: лотом на ходу судна, лотом без хода судна и при подъеме грунта дночерпательными приборами.

Органические грунты характеризуются по составу организмов или их остатков (скелетов, ракушек и пр.). Минеральные грунты определяются по крупности частиц, слагающих породу. При этом наблюдаются две основных группы грунтов: однородные и мешанные. Первые состоят из частиц преимущественно одинаковой крупности. Вторые представляют смесь частиц различных размеров.

При определении однородных грунтов устанавливается крупность частиц, слагающих породу. В мешанных грунтах определяется не только крупность частиц, но и процентное соотношение их.

В морских условиях исследование грунтов производится обыкновенно наглаз. Каждая группа частиц, так называемая фракция, определяется рядом признаков: размером (крупностью), консистенцией (пластичностью, вязкостью, плотностью) и прочими физическими свойствами.

Ниже приводится краткое описание отдельных фракций и способы определения морских грунтов.

Визуальные признаки фракции

Основные фракции, слагающие морские грунты, вполне доступны для глазомерного (визуального) определения.

Глинистые частицы имеют диаметр $< 0,01$ мм. В естественном состоянии они обладают слабой консистенцией в поверхностном слое и хорошей пластичностью в подстилающих горизонтах. Благодаря такому составу частицы проб грунта обнаруживают прекрасную способность раскатываться в шарики и тонкие колбаски.

Никаких зерен в глинистых частицах не видно не только простым глазом, но даже при просмотре через лупу. Взятая для контроля проба этих частиц на зубах не обнаруживает хруста (песчинок) или скрежета, а напоминает привкус свежесмешанного теста.

По мере высыхания слабая консистенция исчезает, проба приобретает вязкость и, наконец, пластичность, уменьшая при этом свой объем. При дальнейшем высушивании грунт становится все более и более плотным, теряет пластичность, частично растрескивается и превращается в твердую породу с характерным раковистым изломом.

При повторном увлажнении комья глинистых частиц медленно впитывают воду, резко набухают и постепенно приобретают пластичные свойства. Вернуть первоначальную слабую консистенцию куску глины в воде не удастся. Только после предварительного размельчения или же длительного мешания (разминания комочков в воде) получается слабая и даже полужидкая консистенция.

Илистые частицы имеют диаметр от 0,1 до 0,01 мм и в отличие от глинистых не обладают пластичностью. Невооруженным глазом в них не замечается никаких частиц, чем они резко отличаются от крупнозернистых грунтов. При помощи увеличительного стекла (10 \times) отдельные частицы в грунте улавливаются свободно, особенно в растертом виде.

Илистые частицы в свежем состоянии представляют обычно марку несвязанную массу слабой консистенции. При растирании рукою ил совершенно не скатывается в комочки, шарики или колбаски. В поверхностных слоях грунта ил часто встречается жидкой или полужидкой консистенции. Такие пробы трудно поднять со дна моря.

При взбалтывании с водою свежие илистые частицы легко взмучиваются и переходят во взвешенное состояние.

Контрольная проба на зубах дает характерный признак скрежета, подобный скрежету нижней корки хлеба, испеченный на поду русской печи.

По мере высыхания илистые частицы быстро теряют влагу, приобретают типичные «пылеватые» свойства и легко растираются рукою в тонкий порошок. При повторном увлажнении они жадно впитывают влагу. Если кусок хорошо высушенного ила поместить в сосуд, заполненный водою, то из комка грунта начнут быстро выделяться пузырьки воздуха, проба оплывет и вскоре потеряет свою первоначальную форму.

Песчаные частицы измеряются диаметром от 1,0 до 0,1 мм. Они образуют зернистые грунты, частицы которых видны невооруженным глазом. Верхний предел крупности песков принят в 1 мм для морских и пресноводных исследований грунтов.

Песчинки обычно залегают плотным слоем на морском дне. При взбалтывании в воде песчинки свободно взмучиваются, но быстро оседают на дно сосуда. В сухом состоянии они сыпучи, при увлажнении уплотняются, причем под водою немного оплывают. Зернистость является настолько типичным признаком песчаных грунтов, что можно без большого труда отличить их от илистых и глинистых. Некоторое сомнение порою возникает лишь при установлении верхней и нижней границ песчинок. Однако и эта трудность легко преодолима благодаря тому, что величина 1 мм может быть проконтролирована по миллиметровой бумаге, по отметкам на складном метре, миллиметровым ситом или металлической сеткой. Для грубого определения можно рекомендовать промерить (протарировать) на одном из пальцев руки возвышение кожи над основанием ногтя и в дальнейшем, в сомнительных случаях, накладывать

песчинки на ноготь и сравнивать с указанной меркой. Нижней границей песчаных частиц является предел их видимости нормальным невооруженным глазом. При пробе на зуб песчинки дают типичный хруст.

Частицы гравия измеряются диаметром от 1 до 10 мм и образуют зернистый грунт.



Рис. 1. Предел крупности песка — возвышение кожи над основанием ногтя.



Рис. 2. Пределная крупность гравия и хряща — ширина «тарифованного» ногтя.

Определение в морских условиях гравия и хряща не вызывает никаких затруднений. Нижний предел их крупности определяется уже описанными способами, а верхний предел равен 1 см.

Приближенное определение предельной крупности гравия и хряща можно давать из сравнения с шириной (но не длиной)¹ ногтя одного из ранее измеренных — «тарифованных» пальцев. Прикладывая «стандартный ноготь» к сомнительным частицам, быстро устанавливается их крупность.

Частицы гравия и хряща отличаются друг от друга окатанностью. Грубо-обломочный материал именуется хрящом, а окатанные водою частицы со сглаженными ребрами и гранями называются гравием.

Галька и щебень измеряются диаметром от 10 до 100 мм, вследствие чего определение их не вызывает никаких затруднений.

Как нижняя, так и верхняя границы крупности их определяются описанными способами.

Для ориентировочного определения можно рекомендовать сравнивать величину гальки или щебня с длиной одного из пальцев руки, предварительно измеренного с тыльной стороны.

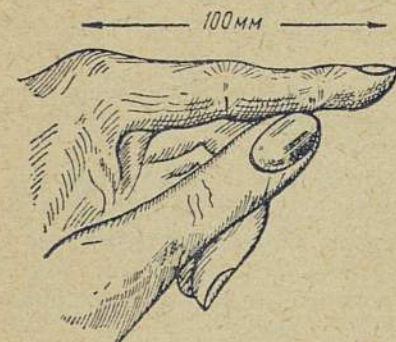


Рис. 3. Пределная крупность гальки и щебня — длина «тарифованного» пальца

По форме и степени окатанности эти частицы подразделяются на гальку, характеризующуюся окатанной формой, и щебень — обломок горной породы с остроугольными ребрами и гранями.

Валуны отличаются от камней по степени окатанности. Первые имеют округлую форму, вторые соответствуют грубым обломкам горных пород с острыми гранями и ребрами.

Глыбы измеряются величинами более 1 м. Это обломки горных пород, залегающих вдоль береговой полосы и на подводных склонах у крутых берегов, а также в районах развития ледниковых отложений и на путях движения глетчерных льдов. Их размеры определяются либо непосред-

¹ Переменная величина.

ственным измерением — на побережье или же детальным промером глубин в прибрежной зоне моря. Метровая величина является основным критерием, на основании которого крупные обломки пород определяются как глыбы или же относятся к валунам и камням.

Степень окатанности глыб не фиксируется специальным термином, но отмечается записью, характеризующей внешние формы: глыбы, окатанные, угловато-окатанные, остроганные и т. п.

Таким образом крупность основных фракций грунтов в экспедиционных условиях определяется по признакам, данным в табл. 2.

Таблица 2

Крупность основных фракций грунтов и способы определения

№	Фракция	Крупность		Признак и способ определения				
		диаметр (в мм)	измери- тель	признак	опреде- ление	приборы		
1	Глини- стая	< 0,01	Доли милли- метра	Пластич- ность	Тесто	—	—	—
2	Илистая	0,01—0,1	То же	Пылева- тость	„Скре- жет“	—	—	—
3	Песчаная	0,1—1,0	„ „	Зерни- стость	„Хруст“ (види- мость зерен)	Милли- метровая бумага	Сита или металл. сетка	Метки и зарубки на борту, баграх, подкла- дочных досках и др. су- довых предме- тах
4	Гравия	1—10	Милли- метр	Круп- ность	Ноготь			
5	Гальки	10—100	Санти- метр	То же	Палец	Складной метр или рулетка	Мерные кольца	
6	Валуна	100—1000	Деци- метр	„ „	Метка на одежде, пуговица			
7	Глыб	> 1000	Метр	„ „				

Валун, или камень, измеряется диаметром частиц от 100 до 1000 мм. По этому признаку они легко отличаются от остальных более мелких пород. Нижний предел их устанавливается по признакам, приведенным выше; верхняя же граница этой крупности в судовой работе встречается очень редко, так как на палубу не приходится поднимать такие крупные частицы. С их верхней границей приходится сталкиваться в процессе промера глубин, особенно при подходе к скалистым берегам, а также в районе ледниковых отложений, где часто наблюдается резкое колебание глубины, так называемое «непостоянство рельефа». В таких местах при детальном промерных работах на дне устанавливается залегание валунов и камней. С такими же скоплениями экспедиционным работникам и мореплавателям иногда приходится вплотную соприкасаться при работах вдоль береговой полосы.

Для детального определения крупности камней целесообразно использовать складные метры, металлические рулетки, отметки метровой величины на борту шлюпки, катера, веслах, баграх и прочем снаряжении. Экспедиционным работникам, занимающимся исследованием берегов, рекомендуется пришивать к своей спецовке «метровую марку» (пуговицу, крестик, нашивку), рассчитанную по высоте на расстояние 1 м от земли

при нормальном вертикальном положении работника. Не мешает выискать на костях своего скелета стандартную метровую метку, позволяющую при любых экспедиционных условиях ориентироваться в этой величине.¹

Навигационное определение грунтов лотом

Пользуясь описанными свойствами отдельных фракций, представляется возможность визуального определения как однородных, так и мешанных грунтов.

В различных полевых условиях, однако, далеко не всегда можно одинаково точно характеризовать все типы грунтов. В навигационной практике выработались 3 основных способа определения грунтов: лотом во время промера на ходу судна, лотом при остановке судна и на стоянках (гидрологических станциях) специальными грунтовыми приборами (табл. 1).

Промер на ходу судна позволяет ориентироваться в характере грунта морского дна по частицам, прилипающим к нижней поверхности промерного лота. При таком способе исследования грунтов удастся определить только 5 классов грунтов.

1. Лот пришел на поверхность с комочками пластичного грунта, прилипшими к нижней его поверхности или застрявшими в ушке лота. Пластичность позволяет определить, что на дне залегает глина. Такое определение, к сожалению, не дает полной гарантии в том, что на каждом участке глинистого дна промерный лот обязательно доставит пробу грунта. На плотных глинах лот чаще приходит пустым, и в таких случаях навигаторы определяют твердый грунт.

Следовательно, если прибор установил пробу пластичного грунта, то это, вне сомнения, глина; если же лот пришел пустым, то еще не исключена возможность наличия на дне глины.

2. Лот пришел весь или частично замаранный грунтом, легко отстающим от стенок, дна и ушка прибора. Тщательное прощупывание и растирание пробы не обнаруживают пластичности, частицы, слагающие грунт, не видны нормальным невооруженным глазом, проба обнаруживает на зубах скрежет; указанные признаки позволяют определить, что на дне находится ил.

Однако в данном случае не может быть полной гарантии в том, что все илистые грунты всегда будут давать такие надежные показатели. Не исключена возможность, что довольно часто и наблюдается, когда при залегании на дне жидкого ила лот вернется совершенно чистым или принесет следы другого грунта. Это явление объясняется тем, что вследствие движения судна лот прикоснулся к полужидкой поверхности, или тем, что он по мере подъема промылся струями воды, или, наконец, тем, что благодаря забрасыванию лота, а не спокойному его опусканию при движении судна, он пробил слабую поверхность илистого грунта и ударился в более плотную подстилающую породу: глину, песок, гравий и камни.

Указанные причины заставляют подходить с особой осторожностью к определениям илов, произведенных лотом на ходу судна.

¹ Такие элементы „самотарировки“ не уступают по точности, а даже превосходят точность тарировки шагов для глазомерной топографической съемки, вполне узаконенной в экспедиционных рекогносцировочных работах.

3. Лот пришел на поверхность с песчинками, приставшими к салу, вставляемыми в нижнее углубление лота. Кроме того, небольшая группа песчинок застряла между тросом и ушком лота. Следы песчинок наблюдаются и на нижних витках троса. По крупности частицы грунта относятся к песчаным, так как они хорошо видны невооруженным глазом и не превосходят своим размером 1 мм (см. описанные выше способы определения). Следовательно, перед мореплавателем, вне всякого сомнения, песок. Однако и здесь не может быть полной гарантии в том, что на дне залегает песок и что все песчаные грунты обязательно будут протупаны лотом. Подстиание песка, перекрытого полужидким илом, было только что описано. На плотном песке промерный лот может дать впечатление твердого грунта в том случае, когда под влиянием движения судна лот прикоснется к поверхности дна не полным своим основанием, а одним из ребер, и выйдет на поверхность без явных следов песка.

4. Лот пришел на поверхность с частицами гравия, вдавленного в сало в углублении лота. Отдельные зерна этого грунта колеблются в пределах от 1 до 10 мм. Если они хорошо окатаны, то это гравий, если же они не окатаны, остроугольны и ребристы, то в таком случае это хрящи.

Неуверенность, отмеченная по отношению к определению песчаного грунта, становится еще более ощутимой для гравия и хряща, как более плотных пород, труднее прилипающих к салу нижней поверхности лота, вследствие чего требуется особая осторожность при заключениях о залегании и распространении гравия на дне моря.

5. Лот не принес на поверхность ничего. Отсутствие вещественного показательства удара о дно говорит о том, что лот либо не достиг дна или же на дне залегает твердый грунт. Подтверждением пребывания лота на дне является повторный промер, показавший ту же глубину или явное «ощущение» дна по слабине троса. Если и при повторном промере лот проходит «чистым», остается единственное допущение, что на дне располагается твердый грунт.

Из приведенных выше примеров исследований дна лотом на ходу судна видно, что за твердый грунт могут быть приняты: плотная глина, жидкий ил, плотный песок, плотный гравий и, наконец, камень. Для точного выяснения действительного характера грунта необходимо, с одной стороны, учесть показание лота на предыдущих промерных точках, а с другой — тщательно просмотреть нижнюю поверхность и боковые стороны лота.

При однообразном плоском и слабо наклонном рельефе, если в гидрологическом отношении не наблюдается резкого изменения природных условий, как, например, явлений размыва дна, усиленного транзита наносов и т. п., трудно ожидать резкой смены морских грунтов. На таких участках не предвидится пестрой зональности грунтов, а потому не приходится ожидать и резкой смены тонкого грунта на грубозернистый, а последнего на твердый. В таких случаях во избежание крупных ошибок целесообразнее в записях вводить обозначения: «лот не принес» или «сведений о грунте нет», чем «твердый грунт».

За твердый грунт рекомендуется принимать только те безгрунтовые промеры лотом на ходу судна, которые дают отпечатки в углублении, заполняющие всю ширину поверхности сала или оставляющие вмятины на основании и гранях прибора при ударе его о твердое каменное дно.

Отпечаток в сале сглаженной или остроугольной формы, заполняющем все отверстие лота, не должен служить показателем бесспорного залегания на дне гальки или щебня. Такие отпечатки возможны и при ударе лота о поверхность крупной гальки, щебня, валунов, камней, глыб и выходов скалы. Поэтому во всех последних указанных определениях целесообразнее вводить обозначение твердого грунта, а не камня, гальки или щебня.

Таким образом исследование состава грунта, проводимое лотом на ходу судна, может и должно производиться с чисто рекогносцировочной целью. Характеристики грунтов необходимо давать с большой осторожностью, сопровождая их постоянным сопоставлением с обозначением грунтов на гидрографической карте.

При отсутствии таких обозначений во время подхода к мелким неисследованным районам следует не ограничиваться промером на ходу, а прибегать к более усовершенствованным приемам исследования грунта.

Что касается технической стороны исследования грунтов при промере на ходу судна, то в этом отношении безусловно следует соблюдать основное правило грунтовых работ, заключающееся в том, что лот можно опускать на дно только тщательно очищенным и промытым от всяких следов грунта, извлеченных с предыдущей промерной точки.

Определение грунтов лотом при остановке судна позволяет ввести некоторые уточнения в характеристику пород по сравнению с наблюдением на ходу судна.

Лот опускается на дно вертикально, а не забрасывается вперед с расчетом на прикосновение ко дну в момент продвижения (прохождения) судна над ним. С неподвижного судна лот прикасается к грунту своим основанием, снабженным углублением, которое для очередного промера заполняется садом или другим вязким веществом. Под влиянием вертикального удара частицы грунта прилипают к поверхности лота во много раз лучше, чем при закидывании его на дно на ходу судна. Подъем лота на поверхность происходит по вертикали, а не по наклонной, вследствие чего лот проходит в воде более короткий путь и испытывает меньшее промывание, чем в условиях движущегося судна. Благодаря указанным обстоятельствам качество грунтовых наблюдений, несомненно, повышается. Наконец в случае сомнительных результатов промера возможны повторные опускания на дно лота для прощупывания грунта.

Таким образом, промер глубин и исследование грунтов с судна на стоянке производится с большей тщательностью, в частности представляется возможность обращать внимание на консистенцию (плотность, вязкость) и прочие свойства грунтов (табл. 1).

Определение характера грунта дается после тщательного просмотра образца, и если проба характеризуется пластичностью, — на дне находится глина. Последняя имеет две главные разновидности: плотную и слабую.

Плотные глины представляют комки грунта прочной консистенции, оказывающие сопротивление вдавливанию. При разминании эти комки становятся вязкими и пластичными, раскатываются в шарики и тонкие колбаски.

Слабая глина встречается обычно в поверхностном слое современных глинистых отложений. Она имеет консистенцию тщательно размятой в воде глины, употребляемой для строительных целей или грязи

в хорошо наезженной колее глинистой дороги после дождя. Поднятые лотом комочки такого грунта почти не сохраняют своей формы и деформируются от прикосновения пальца или какого-либо предмета.

Кашеобразное состояние слабых глин не всегда позволяет сразу определить в них пластичное свойство. В таких случаях рекомендуется перед раскатыванием несколько подсушивать пробу. Простейшим приемом удаления излишней влаги является растирание грунта на ладони.

Во время навигационного промера глина извлекается со дна в виде комьев, прилипающих к стенкам или нижней поверхности лота. Комья глины поднимаются на поверхность при снятии судна с якоря, застревая в звеньях якорной цепи и на лапах якоря. Куски глины плохо размываются струями воды и обычно требуют предварительного соскабливания.

Мокрая поверхность глины характеризуется липкостью. Однако по глине легко скользят руки, ноги, канаты и пр. На палубе экспедиционного судна или тральщика в местах, где опускаются тралы, драги и прочее снаряжение, легко поскользнуться, если со дна моря были подняты глинистые массы.

Ил двух видов, обычный и жидкий, прощупывается также промерным лотом.

Обычный ил определяется по общим признакам ила, описанным в разделе промера на ходу судна.

Жидкий ил выделяется своей исключительно слабой консистенцией, имеющей полужидкое состояние. Внешне этот грунт напоминает вид жидкого киселя. На плоской поверхности он не удерживается, постепенно сползает и может переливаться из сосуда в сосуд.

Жидкий ил следует отличать от слабой глины по двум признакам: отсутствию пластичности и скрежету. Растирание пробы грунта необходимо производить в слегка подсушенном состоянии. Для этого, подобно глине, жидкий ил размывается тонким слоем по ладони и быстрым растиранием постепенно устраняется вода, пока консистенция не становится более плотной. Сгущенную пробу надлежит испытать на способность к скатыванию. Убедившись в том, что грунт не скатывается в тонкие колбаски, а постепенно теряя влагу, становится ломким, проверяют пробу на зуб. Обнаруженный скрежет позволяет признать в исследуемом грунте ил. В 10-кратную лупу у ила видны частицы.

Остатки илистых грунтов легко смываются струей воды с грунтовых приборов, палубы и других частей судна, загрязняемых во время траловых и экспедиционных работ. Тралы и драги с их мешковым и сетчатым снаряжением хорошо освобождаются от следов ила промывкой путем погружения в воду на ходу и на стоянке судна, в то время как для очистки от глины требуются весьма большие усилия и многократное протирание. Подсушенная снасть после работы на илах пылит и оставляет на руках неприятное ощущение шероховатости (поры руки забиваются частицами ила).

Песок характеризуется зернистостью. При достаточном объеме пробы (а не по отдельным зернам) грунт можно подразделить на 2 группы: мелкий и крупный песок.

Мелкий песок наощупь производит впечатление тонкого бархатистого песка. Размер его зерен в диаметре меньше 0,5 мм. Внешне этот песок напоминает муку среднего помола. Зерна видны невооруженным глазом.

Крупный песок измеряется диаметром частиц от 0,5 до 1,0 мм. Зерна такого песка хорошо видны, грубоваты наощупь, при растирании на тыльной стороне кисти раздражают кожу.

Подразделение песка на эти 2 группы легко производится измерением на миллиметровой бумаге, отсеиванием при помощи комплекта сит в 0,5 и 1,0 мм, прикладыванием складного метра¹ или тесьмы маленькой рулетки и контрольным просевом через металлические сетки.

Гравий является отдельнозернистым грунтом, частицы которого измеряются миллиметрами. В условиях исследования грунтов лотом с неподвижного судна гравий следует подразделять на 2 группы: мелкий гравий, состоящий из частиц от 1 до 5 мм, и крупный — от 5 до 10 мм.

Визуальное определение этих двух фракций можно давать беглым сравнением величины мелкого гравия с величиной от мелкого пшена до сухого зеленого горошка, для крупного же — с величиной крупного гороха; можно также прибегать к сравнению пробы с шириной тарированного ногтя для крупного гравия или половины его ширины для мелкого.

Полуинструментальная характеристика дается измерением пробы по клеткам миллиметровой бумаги, по 5- и 10-миллиметровым клеткам контрольных картонных бланков или по миллиметровым делениям складного метра или рулетки.

Целесообразно производить контрольный отсев через 10- и 5-миллиметровое сито или металлические сетки.

Камень, в отличие от определения лотом на ходу судна, в исследовании грунтов при стоянке судна можно подразделить на 2 группы: мелкий и крупный.

Мелкий камень прилипает к лоту или дает четкий отпечаток в сале.

Крупный камень не пристаёт, а оставляет выбоины, свежие засечки, царапины на основании лота и пр.

Твердый грунт прощупывается многократными ударами лота по дну. Иногда таким промером удаётся установить залегание плиты. Последняя хорошо определяется медленным проволакиванием по дну промерного лота.

Несмотря на то, что определение грунта лотом на стоянке судна во много раз превышает качество определений лотом на ходу, все же и при определении на стоянке следует иметь в виду все перечисленные в предыдущем разделе неточности исследования промерными лотами: способность пробивания, прохождения ими слабого поверхностного горизонта грунтов и проникновения до более плотной основы, трудность прилипания плотных глинистых грунтов к их нижней поверхности, неуверенность в залегании мелкого камня при отпечатках в сале, нечеткость определения понятия «твердый грунт» и пр.

Основная причина перечисленных недочетов определений грунта заключается, главным образом, в самом приборе. Необходимо в ближайшее время ввести более рациональную систему промерного лота, обеспечивающую не прилипание частиц грунта, а получение действительных проб донных пород.

¹ Для грунтовых экспедиционных целей удобны металлические линейки в 10, 20 или 25 см, металлические складные метры или металлические рулетки. У этих приборов первые сантиметры подразделены на миллиметровые деления.

Навигационное определение грунтов специальными приборами

Специальные грунтовые приборы значительно повышают качество навигационных определений грунтов по сравнению с наблюдениями промерным лотом существующей системы.

В настоящее время имеются весьма разнообразные приборы для исследования морских грунтов. Не останавливаясь подробно на их классификации и описании, необходимо все же отметить, что по основным принципам сбора коллекций грунтов приборы подразделяются на следующие 5 групп.

1. Грунтовые лоты, предназначенные главным образом для промера глубин, при одновременном извлечении пробы грунта, пригодной для относительно детального просмотра и даже примитивного анализа. Эти лоты имеют несколько систем, к основным относятся: воронковые, захватывающие пробу грунта в коническое воронкообразное углубление; храпковые, зажимающие образец донной породы между двумя плотно закрывающимися створками (храпами); трубчатые, извлекающие небольшую колонку грунта стеклянной или чаще металлической трубкой.

Наиболее целесообразными лотами для донных исследований в зернистых грунтах следует признать храпковые, а в илесто-глинистых — трубчатые.

2. Скребки, драги и тралы применяются для детального исследования крупных включений грунтов. Этими приборами выявляется характер дна в мелководных районах моря, изобилующих скоплениями крупных камней, валунов и глыб. В песчаных и илистых грунтах с крупными включениями применяются скребки, драги и тралы для выяснения степени безопасности тралового лова рыбы и прочих морских организмов. Глубоководное траление на илистых и глинистых грунтах производится специальными глубоководными тралами различных систем.

3. Щупы и штанговые дночерпатели используются для исследования грунтов в прибрежно-мелководных районах с целью детальной съемки (картирования) донных пород в участках, имеющих навигационное и портостроительное значение. Эти приборы, в зависимости от их конструкции, извлекают пробы, образцы и колонки грунта различной мощности и объема, то сохраняя (цилиндрические), то нарушая (мешечные) естественную структуру породы.

4. Дночерпатели пружинные, затяжно-блоковые, с грузами на створках и других систем забирают большие образцы грунтов, соскабливая их со дна моря на площади от 0,1 до 0,25 и более кв. м. При надлежащей технике ухода за этими приборами они могут извлекать на поверхность весьма хорошие коллекции донных пород.

5. Грунтовые трубки являются наиболее ценными приборами для глубоководных исследований. Они извлекают со дна целые колонки, так называемые монолиты грунта. В конструктивном отношении трубки подразделяются по длине от дециметров до десятка метров, по диаметру от 2—3 см до 1 дм, по принципу действия: трубка-гарпун, грузовая трубка, повторно ударные стратометры, трубка-пушка и т. п., и, наконец, по системе добывания монолитов: со стеклянными цилиндрическими, латунностворчатыми вкладышами, навинчивающимися или вставляемыми латунными трубками и пр.

Каждый из перечисленных приборов имеет свои положительные и отрицательные свойства, так как чрезвычайное разнообразие состава

грунтов (галька, гравий, песок, ил и глина) ставит большие препятствия перед конструкторами. Некоторым приближением к универсальному прибору является дночерпатель-трубка со сменяемыми деталями (трубка и храпы), изготовленная для полярной дрейфующей станции.

Отсутствие универсального прибора для исследования грунтов для навигационных целей вынуждает иметь целый комплект грунтовых приборов, позволяющих извлекать колонки в илистых и глинистых грунтах (трубки), хорошие по объему образцы в песчаных и гравиевых грунтах (дночерпатели) и контрольные пробы при промерных работах грунтовыми лотами. При футшточных промерах подходов к портам контрольные пробы грунтов получают штанговыми щупами и дночерпателями, а также тщательным тралением в каменистых и валунных районах.

Характеристика грунтов, полученных специальными грунтовыми приборами, производится по возможности на основании лабораторных анализов. Хорошей технике сбора должна соответствовать специальная тщательная качественная обработка материалов. На основании таких научно обоснованных исследований желательно составить новые гидрографические карты, соответствующие современному развитию техники исследования грунтов.

В условиях подробного анализа каждый класс грунта подразделяется на 3 группы.

Глины характеризуются по их физическому признаку — консистенции. Их подразделяют на плотные, вязкие и слабые.

Плотные глины в свежем состоянии представляют компактную плотную массу, оказывающую сопротивление своей деформации и напоминающую застывшую, необработанную для лепки мастику. Для отделения комочков грунта от добытого образца плотной глины необходимы значительные усилия. После длительного разминания руками в такой глине начинает четко проявляться характерное для нее свойство — пластичность.

Вязкая глина в свежем состоянии способна сохранять форму комочков, но легко поддается деформации при внедрении в нее посторонних предметов. Внешне эта глина производит впечатление подготовленной для лепки пластичной мастики.

Слабая глина имеет желеобразный вид. При выдавливании из приборов или вырезывании из массы грунта изменяет форму под влиянием собственной тяжести. Обладает способностью к сползанию по наклонной плоскости. Для обнаружения пластичности необходимо предварительно подсушивать пробу растиранием на ладони руки для удаления избыточной влаги.

Для всех глин руководящими признаками являются пластичность, отсутствие отдельных частиц грунта при обследовании не только невооруженным глазом, но и через увеличительное стекло, и отсутствие хруста или скрежета при пробе на зубах.

Илы подразделяются по консистенции, подобно глинам, на 3 группы: плотные, обычные и жидкие.

Плотные илы сохраняют в свежем виде свою структуру и оказывают сопротивление вдавливанию. При длительном разминании рукой сжижаются и в случае избыточного увлажнения превращаются в грязь, а при потере влаги — в пыль. Пластичность в них не обнаруживается.

Обычные илы обладают способностью сохранять приданную им форму, но легко деформируются от надавливания. При растирании

рукой с водой превращаются в маркую грязь. Без воды они быстро подсыхают на ладони и приобретают свойство пыли, так как их частицы не обладают свойством сцепления.

Жидкие илы не способны удерживаться не только на наклонной, но и на горизонтальной плоскости. Их консистенция настолько слаба, что их можно легко переливать из сосуда в сосуд, особенно после небольшого встряхивания.

Для всех илов характерны: отсутствие пластичности, невидимость отдельных зерен невооруженным глазом и скрежет частиц при пробе на зубах. Через 10-кратную лупу в грунте замечаются отдельные частицы.

Пески по признаку крупности частиц подразделяются на 3 фракции: мелкие, средние и крупные. Определение их следует производить при помощи миллиметровой бумаги, сит или металлических пластинок и ситок. Видимость отдельных частиц невооруженным глазом является характерным признаком песков, отличающим их от илов и глин.

Мелкие пески состоят из частиц диаметром от 0,1 до 0,2 мм. Эти пески дают бархатистое ощущение при растирании на ладони, но раздражают кожу при растирании песка на нежных частях рук (например, в месте, где ощущают пульс).

Средние пески имеют диаметр от 0,2 до 0,5 мм.

Крупные пески измеряют диаметром частиц от 0,5 до 1 мм.

Эти пески грубы и сильно раздражают кожу при растирании ими тыльной стороны кисти руки.

Гравий или хрящ определяют по крупности зерен от 1 до 10 мм. Их измеряют миллиметрами, подразделяя на мелкий, средний и крупный.

Мелкий гравий соответствует диаметру частиц от 1 до 2 мм, т. е. достигает предельного размера крупности зерна пшена.

Средний гравий измеряют диаметром от 2 до 5 мм. Он достигает в среднем величины сушеного зеленого горошка или половины ширины тарированного ногтя.

Крупный гравий характеризуется зернами от 5 до 10 мм. В среднем соответствует величине гороха и не превышает ширины тарированного ногтя.

Определение размера гравия целесообразно производить по миллиметровке, ситами и контрольными сетками.

Галька и щебень являются окатанными и неокатанными обломками горных пород диаметром от 10 до 100 мм. Их величину измеряют сантиметрами, подразделяя на мелкую, среднюю и крупную гальку (щебень).

Мелкая галька имеет размеры от 1 до 2 см. Последнюю величину можно для приближенного сравнения тарировать по ширине одного из суставов пальца.

Определение крупности гальки, по возможности, желательно производить по миллиметровке, ситами или стандартными мерными кольцами с делениями в 2, 5 и 10 см, складным метром или метровой линейкой.

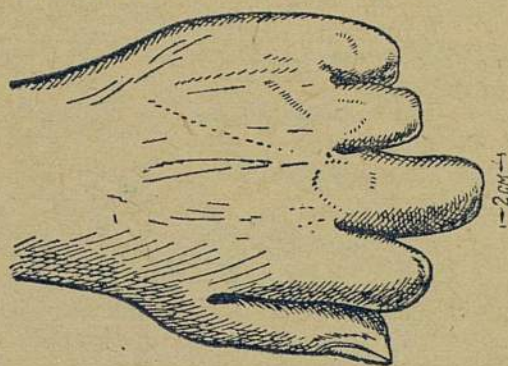


Рис. 4. Предельная крупность мелкой гальки — ширина „тарированного“ сустава пальца.

Средняя галька или щебень измеряются диаметром частиц от 2 до 5 см. Приблизительно последнюю величину можно протарировать по длине одного из суставов пальца кисти руки.

Крупная галька или щебень характеризуются величиной диаметра частиц от 5 до 10 см. Верхний предел этих частиц определяется в экспедиционных условиях длиной тарированного пальца.

Валуны и камни, извлеченные на поверхность драгой или тралами; измеряются диаметром от 100 до 1000 мм, т. е. дециметрами. По фракциям их подразделяют на мелкие, средние и крупные.

Мелкие валуны и камни имеют диаметр от 10 до 20 см и в экспедиционных условиях при приближенном определении не должны превышать величину двух тарированных пальцев.

Средние валуны и камни измеряются от 20 до 50 см. Они значительно реже извлекаются со дна.

Крупные валуны и камни колеблются в пределах от 50 до 100 см. Обычно они не поднимаются на поверхность приборами, а размеры их в прибрежных районах устанавливаются тщательным промером дна моря и опусканием лота или футштока на поверхность валуна.

Величину поднятых на палубу камней и валунов целесообразно определять складным метром или рулеткой, измеряя все три оси — продольную, поперечную и высотную. Для определения крупности следует принимать среднюю (поперечную) ось, так как она ближе всего подходит к понятию диаметра песчаных и других более мелких частиц.

Глыбы на дне моря определяются промером по разности высот между истинным дном и вершиной валуна. При этом за глыбы принимаются камни, величиною превышающие 1 м. Для особо крупных глыб

желательно точнее фиксировать их величину.

Твердый грунт может быть также более детально исследован при помощи грунтовых приборов. Дночерпателями, драгами и тралами извлекаются обломки горных пород, выступающих на поверхности дна моря. По этим пробам можно также судить о подстилающих породах.

Никогда не следует ограничиваться общим указанием о присутствии на дне твердого грунта, а необходимо давать более детальные сведения о составе пород: песчаники, граниты, гнейсы, базальты, вулканические лавы, стекло, туффы, известняки, сланцы, мергели и пр. Так как эти определения далеко не под силу каждому мореплавателю, рекомендуется добытые со дна обломки пород сохранять до конца рейса и направлять для описания специалистам.

Однородные, так называемые чистые грунты (чистый песок, чистый ил, чистая глина) встречаются на дне моря относительно редко. Обычно наблюдается более сложная смесь песчаных, илистых и глинистых грунтов, образующая так называемые мешанные типы. В извлеченной на поверхность пробе грунта исследователи встречаются одновременно и те и другие частицы в весьма разнообразном соотношении друг к другу.

Годами накопленный опыт изучения донных пород привел ряд специалистов к убеждению в возможности определения в составе мешан-

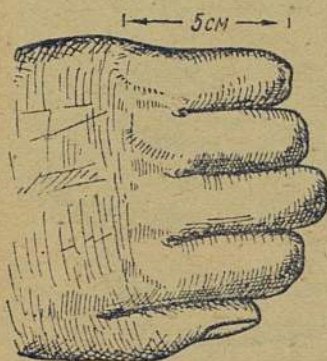


Рис. 5. Предельная крупность средней гальки — длина «тарированного» сустава пальца.

ных грунтов 3 основных градаций групп частиц: преобладание одной фракции над другими, значительная примесь дополнительной фракции и ощутимая примесь сопутствующей фракции.

Основная фракция содержит более 40% всего состава грунта. Дополнительная характеризуется присутствием от 20 до 40% частиц, сопутствующая соответствует содержанию до 20%. Присутствие частиц в количестве менее 10% почти не улавливают при визуальном определении, вследствие чего в характеристику грунтов эти частицы не включаются.

Терминологию мешанных грунтов дают, согласно предложению К. М. Дерюгина,¹ по наименованию фракций, входящих в данную породу, а именно:

Основную фракцию обозначают именем существительным: песок, ил, глина, гравий.

Дополнительную фракцию отмечают именем прилагательным: гравийный, песчаный, илистый, глинистый.

Сопутствующую фракцию фиксируют сокращенным именем прилагательным: гравийно, песчано, илисто, глинисто и т. п.

Таким образом грунт может быть отмечен одночленным термином: песок, ил и т. п.; двухчленным термином: песчаный гравий, илистая глина и т. п. или трехчленным термином: песчано-илистая глина, илисто-песчаный гравий и т. п.

Учитывая наличие трех описанных выше категорий навигационных определений, следует закрепить за ними практику следующих обозначений.

Одночленная терминология дается при определении лотом на ходу судна, как ориентировочная характеристика залегающих на дне пород.

Двухчленная терминология дается при исследовании грунта лотом на стоянке судна, т. е. в тех условиях, когда мореплаватель располагает временем для внимательного просмотра пробы и определения породы.

Трехчленная терминология дается исключительно при изучении грунтов специальными приборами.

Если учесть то обстоятельство, что наибольшим распространением на дне моря пользуются песчаные, илистые и глинистые грунты, то исследователям фактически придется иметь дело при одночленной терминологии с 3 типами грунта, при двухчленной терминологии с 9 типами и при трехчленной терминологии с 21 типом (табл. 3)

Таблица 3

Мешанные грунты, состоящие из трех основных фракций морских грунтов

Однородные	Слабо мешанные	Мешанные	Сложно мешанные
П	И—П Гл—П	И—П Гл—П	Гл—ИП И—ГлП
И	П—И Гл—И	П—И Гл—И	Гл—ПИ П—ГлИ
Гл	П—Гл И—Гл	П—Гл И—Гл	И—ПГл П—ИГл

¹ К. М. Дерюгин, проф., Фауна Белого моря и условия ее существования, ГГИ. «Исследование морей СССР», вып. 7—8, Л., 1928, стр. 186, 187.

Данные таблицы наталкивают на вопрос: возможно ли визуально определить такое количество мешанных грунтов? Повидимому, по мере накопления навыка у мореплавателя должна появляться способность такого подразделения донных пород. В самом деле, указанные грунты подразделяются на 4 типа: однородные, слабо мешанные, мешанные и сложно мешанные.

Однородные грунты содержат более 90% частиц одной фракции. К этой группе относятся чистые пески, чистые илы и чистые глины.

Техника определения этих грунтов была описана выше.

Слабо мешанные грунты содержат от 70 до 90% частиц основной фракции и примеси сопутствующей фракции в количестве от 10 до 30%.

Определение этой группы грунтов производится в значительной степени аналогично предыдущей группе, только в каждой пробе прощупывается (улавливается) присутствие некоторого количества других частиц, как это видно из характеристики этой группы.

Слабоилистые — пески (И—П) состоят из зернистых частиц, хорошо видимых невооруженным глазом. Размер этих частиц не превышает 1 мм. Кроме того, в пробе обнаруживается присутствие некоторого количества мелких частиц, невидимых невооруженным глазом, марких во влажном состоянии и пылеватых при подсушивании.

При скатывании грунт не слипается. Мелкие частицы обнаруживают на зубах скрежет.

Слабоглинистые пески (Гл—П), кроме песчинок, содержат некоторое количество тонких частиц, не видимых невооруженным глазом, облепляющих и заволакивающих песчаные частицы. Для очистки последних от тонкой примеси необходимо растирание пробы в воде с последующим сливанием мути.

При высыхании песчаные частицы соединяются в отдельные комочки, легко разрушаемые простым раздавливанием пальцем.

Слабопесчаные илы (П—И) состоят из массы невидимых глазом частиц, лишенных пластичности и характерных скрежетом при пробе на зубах. В грунте встречаются видимые глазом зерна в количестве, не превышающем $\frac{1}{3}$ всей пробы. При высыхании грунт слабо сохраняет свою структуру, легко растирается пальцем и пылит.

Слабоглинистые илы (Гл—И) состоят в основном из илистых частиц. В них наблюдается некоторая примесь тонких глинистых частиц, связывающих илистые частицы благодаря своей липкости и пластичности. Свежая проба обладает некоторой вязкостью. При высыхании образует сцементированные комочки, которые после растирания проявляют пылеватые качества. От повторного увлажнения быстро размокают и превращаются в грязь. В последней наблюдаются отдельные более липкие комочки. Характерен скрежет при пробе на зубах.

Слабопесчаные глины (П—Гл) — пластичный в свежем состоянии грунт с примесью небольшого количества видимых глазом песчаных частиц. Количество последних не превышает $\frac{1}{3}$ всей массы. Для отделения чистых песчинок требуется очень большое усилие на растирание и отмывание их от липких глинистых частиц. При высыхании грунт очень плотно цементируется и дает трещины. Повторное увлажнение происходит очень медленно. Грунт сильно набухает.

Слабоилистые глины (И—Гл) обладают высокой пластичностью. Содержат до 30% илистых частиц, обнаруживаемых по скре-

жету при пробе на зуб. Высыхая, грунт прочно цементируется. Медленно размокает и сильно набухает при повторном увлажнении.

Мешанные грунты состоят из 2 фракций: основной, колеблющейся в пределах от 50 до 70%, и дополнительной, встречающейся в количестве от 30 до 50% в данной пробе. Эти грунты обладают свойствами обеих смешанных фракций и отличаются друг от друга только по признаку преобладания одного из свойств составляющей его фракции.

Илистые пески (И—П) состоят из зерен, видимых глазом, и очень большой примеси мелких очень мелких частиц, не обладающих пластичностью. Песчаные частицы преобладают над илистыми. В свежем виде грунт не обладает большой плотностью, способен, размельчаясь, превращаться в грязный песок. При высыхании очень слабо связывается и от малейшего надавливания распадается на отдельные части. Изрядно пылит. В пробе на зуб обнаруживает хруст и скрежет. При повторном увлажнении очень быстро намокает, превращаясь в грязный песок.

Глинистые пески (Гл—П) обладают двумя свойствами, характерными для их фракций: видимостью частиц и элементами пластичности. В свежем виде они довольно плотны, отчасти вязки, но не способны раскатываться в тонкие колбаски. В количественном отношении видимые в них частицы преобладают над невидимыми. Глинистые тонкие частицы благодаря пластичности связывают песчинки в компактную массу. Высыхая, грунт приобретает довольно прочную цементацию. Требуется некоторое усилие для размельчения сухих проб этого грунта, особенно комочков, более богатых содержанием глинистых частиц. Повторное размокание довольно медленно размягчает грунт, требуется растирание отдельных более глинистых комочков. Набухание грунта незначительное.

Песчаные илы (П—И) состоят из смеси илистых частиц с песчаными при некотором преобладании первых. Грунт не пластичен. Видимые глазом частицы встречаются в меньшем количестве, чем мелкие, для которых характерно отсутствие пластичности. Мелкие частицы обнаруживают на зубах скрежет. Подсыхая, грунт не приобретает заметной цементации, легко поддается растиранию и сильно пылит. От повторного увлажнения очень скоро намокает и при растирании превращается в грязь с песком.

Глинистые илы (Гл—И) являются вязким пластичным грунтом, способным скатываться в довольно тонкие колбаски. Присутствие илистых частиц прослеживаются в них по характерному скрежету. В свежем виде этот грунт может иметь форму довольно плотных комков, но довольно часто встречается в поверхностных слоях в слабой консистенции. Сухой грунт приобретает сравнительно прочную цементацию. Повторно намокает медленно и несколько увеличивает объем пробы.

Песчаные глины (П—Гл) соединяют в себе два довольно противоположных свойства: зернистость и пластичность. Это грубозернистый, вязкий, пластичный грунт. В нем заметно обильное содержание видимых невооруженным глазом частиц, погруженных в массу тонкозернистого вещества. В свежем виде песчаные глины плотны. По мере высыхания они твердеют и приобретают прочную цементацию. Сухой грунт медленно намокает, увеличивая объем.

Илистые глины (И—Гл) не обладают зернистостью, вязки и пластичны. В свежем виде наблюдаются в слабом и уплотненном состоянии. Илистые частицы легко улавливаются по характерному скрежету.

Грунт хорошо скатывается в шарики и колбаски, подсыхая, цементируется до прочного состояния. От повторного увлажнения набухает, довольно медленно размягчаясь.

Сложно мешанные грунты — группа донных пород, наиболее трудно поддающаяся визуальному определению. Они составляют смесь 3 фракций: основной, содержащей в своем составе около 50% всей массы грунта, дополнительной, представленной в среднем 30%, и сопутствующей, насчитывающей в среднем 20%.

Для определения таких грунтов необходимо обладать навыками по визуальному описанию. Во всех приводимых ниже 6 грунтах содержатся все 3 фракции, т. е. в них наблюдаются и песчаные, и илистые, и глинистые частицы. Поэтому при анализе данной группы грунтов возникает потребность не столько в качественном определении состава частиц, сколько в их количественной характеристике.

Глинисто-илистые пески (Гл—ИП) состоят из видимых невооруженным глазом песчаных частиц ($>50\%$). К ним в большом количестве примешаны илистые частицы ($>30\%$), улавливаемые по характерному скрежету и неспособности к скатыванию. Тонкие глинистые частицы наблюдаются в количестве около 20%. Они неощутимы зубами, но при растирании на ладони оставляют вязкий (связный) след. В свежем виде это не особенно плотный, слегка вязкий грунт, довольно легко поддающийся растиранию и сжижению. При высыхании непрочно цементируется. Увлажняется легко и обладает свойством плывуна.

Илисто-глинистые пески (И—ГлП) отличаются от предыдущего грунта тем, что, хотя около половины состава породы представлено видимыми песчаными частицами, консистенция ее становится в свежем виде более плотной и несколько вязкой. Илистые частицы прощупываются в меньшем количестве ($\sim 20\%$). Такой грунт обнаруживает элементы пластичности. Высыхая, проба цементируется и требует некоторых усилий для размельчения. Увлажняясь, медленнее поддается размоканию и несколько увеличивается в объеме.

Глинисто-песчаные илы (Гл—ПИ) состоят в основном из мелких слабо связанных илистых частиц со значительной примесью песчаных. Проба на зубах обнаруживает не только хруст песчинок, но и скрежет илистых частиц, причем последний явно преобладает. Свежий грунт слабо связан, часто оплывает и только при растирании рукой обнаруживает связные (пластичные) глинистые частицы. Подсыхая, грунт уплотняется, становится слабо сцементированным. Сухой образец породы легко растирается, пылит, обнаруживает видимые песчинки и комочки прочно сцементированного грунта. Повторно увлажняется скоро, и только глинистые комочки требуют некоторого растирания для увлажнения.

Песчано-глинистый ил (П—ГлИ) имеет место, если основная масса илистых частиц лучше связана глинистой фракцией. Песчинки наблюдаются в меньшем количестве ($\sim 20\%$). Грунт обнаруживает вязкость и слабую пластичность. Высыхая, цементируется и требует усилий на растирание, особенно отдельных более глинистых комочков. Растиертая проба пылевата. Повторное увлажнение проходит довольно быстро, только глинистые комочки несколько отстают в поглощении влаги и для своего размягчения требуют растирания. Наблюдается некоторое увеличение объема.

Илисто-песчаная глина (И—ПГл) довольно плотная, вязкая порода с явной пластичностью. Примесь песчинок хорошо заметна. Илистая фракция улавливается по скрежету. Подсыхая, грунт приобре-

тает прочную цементацию, требующую значительных усилий для размельчения. Повторное увлажнение протекает медленно. Грунт набухает. Встречающиеся в грунте глинистые комочки требуют для своего увлажнения длительного растирания.

Песчано-илистая глина (П—ИГл) — вязкий пластичный грунт с небольшой, но хорошо ощутимой примесью песчаных частиц. Проба на зубах обнаруживает характерный для илистых частиц скрежет. Подсыхая, грунт очень прочно цементируется, иногда образует трещины. При повторном увлажнении набухает, медленно впитывая воду.

Приведенное краткое визуальное описание мешанных грунтов не преследует цели дать исчерпывающую характеристику каждой породы. Словесно передать внешние признаки каждого грунта очень трудно, но, пользуясь приведенными данными, исследователи грунтов постепенно выработают в себе навык определять присутствие каждой фракции не только с качественной, но и с количественной стороны.

Для получения соответствующего опыта требуется лишь систематическая работа с грунтами и постоянный контроль определения грунта, своевременно вносящий поправку в возможные погрешности индивидуальной техники определения.

Кажущаяся на первый взгляд чрезмерная субъективность визуального определения грунта ставит под сомнение возможность реального использования этих определений для навигационных целей, вследствие чего на этом вопросе необходимо остановиться подробнее.

Известно, что визуальные определения как в науке, так и в практике применяются повседневно. Достаточно хотя бы указать на те разделы естествознания, которые теснейшим образом примыкают к морскому грунтоведению, как, например, гидрологию и метеорологию, чтобы сразу выявить обширные области применения визуальных определений.

Облачность, т. е. вид и количество облаков, определяются на глаз; ветер, его направление и скорость, особенно в маршрутных рекогносцировочных исследованиях, определяются визуально или полунструментально; волнение, видимость и целый ряд других элементов в подавляющем большинстве случаев также определяются визуально.

Говоря о применении визуальных определений в характеристике грунтов, многие выдвигают существенное возражение, указывая на то, что перечисленные выше определения в области гидрометеорологии даются специалистами, а навигационную характеристику грунтов дает любой мореплаватель, что неизбежно вызывает серьезные ошибки.

Это возражение вполне справедливо: грунт определяют в большинстве случаев случайные наблюдатели.

Для упорядочения вопроса навигационного определения грунтов необходимо ввести те же градации работников, какие существуют и в гидрологии, и в метеорологии, и в ряде других отраслей науки и техники, применяющих визуальный метод определения.

Метео- и гидрологическими наблюдениями занимаются ученые специалисты, квалифицированные наблюдатели и техники, помощники наблюдателей и подсобный техперсонал.

Так же четко необходимо разграничить функции ученого грунтоведа, наблюдателя-грунтоведа и подсобного сотрудника в морских грунтовых исследованиях.

Наряду с этим подразделением грунтоведов необходима и организация соответствующей подготовки кадров, составление инструкций и повседневный научный контроль.

Основные принципы визуального определения морских грунтов

Визуальная характеристика грунтов заключается в качественном и количественном определении фракций, слагающих породу.

Качественное определение фракций детально описано в разделе однородных грунтов. Кратко оно представлено схемой (табл. 2) и в основном сводится к следующим разделам.

Крупность частиц: невидимые частицы — глина, ил; уловимые наглаз частицы менее 1 мм — песок; миллиметровые частицы — гравий и хрящ; сантиметровые — галька и щебень; дециметровые — валуны и камень и, наконец, метровые — глыбы.

Физические свойства: пластичность — глина; вязкость — глина, глина с илом, глина с песком и глина с илом и песком; непластичность, плавунность и сжижаемость, т. е. способность оплывать, разжижаться при растирании в воде, — ил; цементация при высыхании — очень большая в глинах и глинистых смесях, постепенно уменьшающаяся по мере сокращения количества глинистых частиц в мешанных грунтах; капиллярность и быстрота намокания — ил; набухание при увлажнении — глина.

Проверка пробы на зубах: тестообразное ощущение — глина; скрежет — ил; хруст — песок.

Однородные грунты, следовательно, могут определять не только по одному из признаков, но и по целому их сочетанию.

Количественная характеристика состава фракций, а следовательно, и детальное определение грунтов являются дальнейшим этапом работы. Здесь появляется потребность не только визуальное ощутить фракцию, но и определить ее количество. В этом отношении количественная характеристика слагающих породу фракций строится в балльной системе, аналогичной другим визуальным определениям (волнениям, облачности и пр.).

Баллы грунтовых фракций подразделяются на 5 градаций — от 1-го до 5-го балла, т. е. от слабо выраженного присутствия фракций (1-й балл) до грунта, состоящего из одной фракции (5-й балл).

Таблица 4

Количественная характеристика фракций грунтов
(в баллах)

Баллы	Наименование фракций	Состав (в %)
1	Сопутствующая—слабо выраженная	0—20
2	Дополнительная — хорошо выраженная	20—40
3	Основная	40—60
4	Преобладающая	60—80
5	Чистая	80—100

При этом возможны те сочетания фракций в грунтах, которые были рассмотрены в характеристике мешанных типов грунтов (табл. 3).

Однородные грунты представлены 5-м баллом (табл. 5) для каждой фракции, характеризующей породу и дающей ей соответствующее наименование.

Таблица 5

Однородные группы				
№	Тип грунта	Баллы фракций		
		П	И	Гл
1	Песок	5	—	—
2	Ил	—	5	—
3	Глина	—	—	5

Слабо мешанные грунты представляют сочетание 2 фракций: преобладающей — обозначается 4-м баллом (табл. 6), и сопутствующей — отмечается 1-м баллом.

Таблица 6

Слабо мешанные грунты				
№	Тип грунта	Баллы фракций		
		П	И	Гл
1	Слабоилистый песок	4	1	—
2	Слабоглинистый песок	4	—	1
3	Слабопесчаный ил	1	4	—
4	Слабоглинистый ил	—	4	1
5	Слабопесчаная глина	1	—	4
6	Слабоилистая глина	—	1	4

Наименование грунта дается по преобладающей (имя существительное) и сопутствующей фракции, обозначаемой сокращенным именем прилагательным наименования фракции с приставкой наречия «слабо».

Мешанные грунты состоят из 2 фракций: основной — обозначается 3-м баллом (табл. 7), и дополнительной — фиксируется 2-м баллом. Наименование грунта дается именем существительным основной фракции и именем прилагательным — дополнительной.

Таблица 7

Мешанные грунты				
№	Тип грунта	Баллы фракций		
		П	И	Гл
1	Илистый песок	3	2	—
2	Глинистый песок	3	—	2
3	Песчаный ил	2	3	—
4	Глинистый ил	—	3	2
5	Песчаная глина	2	—	3
6	Илистая глина	—	2	3

Сложно мешанные грунты являются породой, состоящей из сочетания 3 фракций: основной, отмечаемой 3-м баллом, дополнительной — 2-м, и сопутствующей — 1-м (табл. 8). Наименование грунта

составляется из 3 частей: основной фракции, обозначаемой именем существительным, дополнительной — именем прилагательным, и сопутствующей — сокращенным именем прилагательным.

Таблица 8

Сложно мешанные грунты

№	Тип грунта	Баллы фракций		
		П	И	Гл
1	Глинисто-илистый песок	3	2	1
2	Илисто-глинистый песок	3	1	2
3	Глинисто-песчаный ил	2	3	1
4	Песчано-глинистый ил	1	3	2
5	Илисто-песчаная глина	2	1	3
6	Песчано-илистая глина	1	2	3

Таким образом в каждой визуально определяемой пробе исследователь устанавливает вначале состав фракций, слагающих грунт, затем преобладание одной из обнаруженных фракций и, наконец, степень преобладания соответствующих фракций по следующей схеме.

1. В грунте обнаружена только 1 фракция — устанавливают однородный грунт и дают ему соответствующее наименование: песок, ил, глина.

2. В грунте обнаружены 2 фракции — выявляют преобладание одной из них, далее уточняют степень преобладания:

а) одна фракция явно преобладает над другой — устанавливают слабо мешанный грунт и наименование дают по его фракциям: слабо-илистый песок, слабоглинистый ил и т. п.;

б) одна фракция незначительно преобладает над другой, следовательно грунт мешанный. Наименование дается по основной и дополнительной фракциям: илистый песок, глинистый ил и пр.

3. В грунте обнаружено 3 фракции — устанавливают сложно мешанный грунт. Наименование типа дают по количественному соотношению его фракций: песчано-илистая глина, глинисто-песчаный ил и т. п.

Контроль произведенных определений грунтов для навигаторов возможен 2 методами: 1) последующей проверкой и 2) систематическим контролем по карте.

Последующая проверка осуществляется лабораторным анализом или заключением специалиста. Для этого при одном из научно-исследовательских институтов необходимо учредить постоянный консультационный пункт по определению грунтов. В сомнительных случаях, а также для систематической самопроверки мореплаватели должны собирать пробы грунта и направлять их для определения. Технику сбора, описания, упаковки и пересылки грунтов следует обеспечить особой инструкцией. Результат определения отсылают в адрес мореплавателя.

Этот метод контроля обеспечивает необходимую точность определения, но имеет существенный недостаток: потребность в определении сомнительного образца грунта появляется в одно время, а ответ поступает спустя длительный промежуток времени. Сам исследователь не всегда имеет под рукой интересующую его пробу грунта.

Контроль по карте является менее точной системой определения типа грунта, но более приемлемой для мореплавателей. На основа-

нии специальных исследований грунтов составляют новые карты с исправленной (на основании лабораторных исследований) навигационной характеристикой грунтов. По мере продвижения судна вперед по намеченному курсу производится периодический промер глубин. Добываемые со дна пробы подвергаются визуальному просмотру и определению.

Результат определения сопоставляют с типом грунта, отмеченным на карте. Совпадение характеристик убеждает мореплавателя в точности (правильности) его определения, несовпадение свидетельствует либо об ошибке определения, либо о залегании иного грунта на дне. Ошибку легко установить на основании повторного исследования имеющейся пробы (целесообразно с привлечением других сотоварищей по работе), обратив внимание на те руководящие признаки, которые характеризуют обозначенную на карте породу.

Неувязка убедит навигатора в том, что у него на руках имеется иной грунт, не зафиксированный еще на карте. Следовательно, либо грунт не соответствует обозначению карты, либо судно находится в другом районе, по сравнению со счислимым его положением.

Если грунт обнаружит действительное совпадение, то мореплавателю нетрудно будет найти те руководящие признаки, которые он упустил при своем первом (ошибочном) определении, и таким образом в короткий срок исправит и улучшит технику своей работы.

Второй метод — контроль на карте — с практической точки зрения значительно целесообразнее последующей проверки, так как не только вносит элемент контроля в практику навигационного наблюдения за грунтами, но также включает поверку существующих обозначений грунтов на картах. Присылка проб грунта в последнем случае во много раз меньше, чем в первом, и вносит более строгий контроль в обозначения грунтов на навигационных картах.

Метод полунструментального контроля и определения грунтов в навигационных условиях будет освещен в специальной статье.

В заключение необходимо отметить, что за последние годы, в связи с мощным развитием транспорта в морях Советского Союза и в частности в тяжелых ледовых и туманных условиях плавания в полярных морях, резко возросла потребность в грунтовых картах и определениях, вследствие чего необходимо в ближайшее время:

1. Приступить к научно-критическому просмотру существующих обозначений грунтов на морских картах.
2. Организовать при одном из морских исследовательских учреждений отдел навигационных характеристик грунтов.
3. Ввести в программы гидрографических, мореходных и гидрологических учебных заведений и курсов повышения квалификации специальные разделы курса навигационной характеристики грунтов.
4. Организовать на судах систематическое наблюдение за определениями грунтов во время промерных работ, возложив эту обязанность на одного из квалифицированных работников судна (штурмана), а также выделить из судовой палубной команды матросов, ведущих промер глубин, одного работника, который систематически изучал бы технику определения грунтов.

Осуществление указанных мероприятий позволит в короткий срок наладить отсталую отрасль морской навигации — характеристику грунтов, — подняв ее на должную высоту для удовлетворения нужд надводного и подводного судоходства.

В. В. ВЕРДЕРЕВСКИЙ

КОСАЯ АЭРОФОТОСЪЕМКА В СОВЕТСКОЙ АРКТИКЕ

Проблема освоения Арктики и особенно темпы разрешения поставленной задачи требуют применения в работах на Севере новейших технических методов. В последние годы значительное место в ряде этих методов начинает приобретать аэрофотосъемка.

К моменту образования Главсевморпути громадный район Заполярья даже географически был слабо изучен: «белые пятна» лежали и на материке и на самой трассе Северного морского пути. Неудовлетворителен был характер сведений и о тех районах Севера, для которых уже имелись карты первого приближения; многие участки побережья были вытянуты пунктиром и нередко относились к съемкам XVIII столетия. Характер местности, расположенной вглубь от побережья, или вовсе не был освещен, или был освещен крайне неточно. Это даже давало повод специалистам считать, что на уровне наших знаний карта Севера не может быть составлена в масштабе крупнее 1 : 1 500 000 (В. В. Ахматов, 1932).

Между тем требовалась карта, значительно более подробная и обстоятельная и для водителей судов на морях и реках, и для пилотов (экспедиционных и линейных), и для геологов, путейцев и многих других специалистов по изучению и освоению Арктики.

Создать подробную и точную карту Севера даже мелкого масштаба нельзя было только старыми методами наземных съемок: это потребовало бы больших сроков, удорожило бы стоимость работ, сказался бы недостаток и техперсонала и инструментов. Ввиду этого, наряду с усилением топографической и морской съемок, в системе Главсевморпути начались и аэрофотографические работы.

Уже в 1935 г. была произведена аэрофотосъемка по р. Лене. Одновременно с выполнением производственных задач были поставлены и опыты косой аэрофотосъемки в Карском море и в бассейнах рек Оби и Енисея. В 1936 г. были продолжены работы на р. Лене и расширены опыты косой аэрофотосъемки до размеров производственного значения на авиатрассах, связывающих р. Енисей с р. Обью и морем Лаптевых. 1937 г. ознаменовался, с одной стороны, окончанием ленских работ и выходом на Якутское побережье Ледовитого океана, а с другой — подведением итогов проделанным опытам, давшим положительный результат.

Для Главсевморпути в первую очередь представляли интерес те из примененных способов аэрофотосъемки, которые не требовали больших затрат времени и оказались наиболее производительными. Поэтому с самого начала и обратились к наиболее эффективным видам: съемке плано-перспективной и перспективной.¹ Первая была сразу поставлена в производственном масштабе, вторая осваивалась медленно с рядом предварительных проверок.

¹ В зависимости от положения оси фотокамеры в пространстве в момент производства снимка различают 3 основных вида аэросъемки: 1) плановая (или ортогональная), когда ось камеры составляет прямой угол с плоскостью горизонта, 2) перспективная (или косая), когда ось камеры с плоскостью горизонта образует угол меньше прямого, и 3) плано-перспективная, когда фотокамера представляет агрегат из нескольких камер (3, 4, 5, 9 камер и т. д.), а направления осей этих камер дают комбинацию двух предыдущих видов съемки (горизонтальную съемку, как имеющую узкоспециальные задачи, мы не упоминаем).

Работы по плано-перспективной съемке, в основном, могли быть непосредственно направлены по пути, уже проторенному предшествующим опытом аналогичных работ в Союзе. Тесретической базой производственного процесса являлась довольно значительная литература — отечественная и зарубежная. Таким образом осторожность в организации этого вида съемки не вызывалась необходимостью.

Иное положение было с аэросъемкой косой. С одной стороны, этот метод в широких размерах впервые применялся в Союзе (иностранного опыта не было); с другой стороны, сказывалась крайняя скудость литературных материалов — русских и иностранных, и многие детали приходилось вырабатывать самим участникам работ уже «на ходу». Этим объясняется та осторожность, с которой Главсевморпуть подошел к методу косой аэросъемки.

Задача настоящей статьи — ознакомить с сущностью и основными преимуществами перспективной съемки. Уже первые шаги применения этого метода открыли для Севера весьма широкие возможности; к тому же этот метод может сыграть большую роль не только на Крайнем Севере, но и в других областях Союза, и в самых разнообразных преломлениях.

Обычно аэрофотосъемочные работы, имеющие целью изготовление карты, делят на 4 этапа. Прежде всего на местности производят геодезические работы для создания опоры съемки. Затем разворачивают собственно-аэрофотосъемочный процесс: район, подлежащий съемке, фотографируют целыми рядами снимков (каждый из них захватывает лишь незначительный участок всей площади). После этого следует фотолабораторная обработка аэрофотосъемочного материала, во время которой снимки проявляют целыми фильмами (в сотню и более экспозиций) и печатают на светочувствительной бумаге — каждый отдельно. За этим следует фотограмметрический цикл: каждый снимок кропотливо отделяют, затем «монтируют» с соседними (сначала по отдельным самолетным маршрутам, потом маршруты между собой), после чего изготовляют фотопланшеты, аналогичные топографическим, для составления карты.¹

Изложенная схема имеет место как при съемке плановой, так и перспективной.² Однако в применении к последней встает законный вопрос: если монтаж отдельных ортогональных снимков, которые являются по существу плановыми изображениями отдельных участков местности, может дать план всей интересующей нас площади, то можно ли получить такой же план, монтируя перспективные снимки, которые представляют не плановые изображения маленьких площадей, а отдельные виды в перспективе (и притом для каждого участка в своей перспективе, отличной от перспективы соседнего снимка).

Остановимся подробно на этом вопросе, так как он является основным для понимания всего метода применения косой съемки.

Из указанных выше определений съемок плановой и перспективной следует, что если пластинка или пленка, на которые снимают, имеют форму прямоугольника, — площадь, захватываемая снимком на земле, при плановой съемке тоже будет иметь форму прямоугольника, а при съемке перспективной — форму трапеции.

¹ На практике ход работ несколько сложнее, так как иногда этапы перекрещиваются или перекрывают друг друга; нередко и порядок работ частично меняется.

² Правда, с рядом отличий, вызываемых природой каждого метода.

Вообразим теперь, что на площадях, захватываемых плановым и перспективным снимками, мы разбили сеть квадратов, равных по величине, отметив их канавами, которые запечатлеют снимки. Ясно, что на снимках¹ канавы дадут сеть, но разную; на плановом снимке выйдут

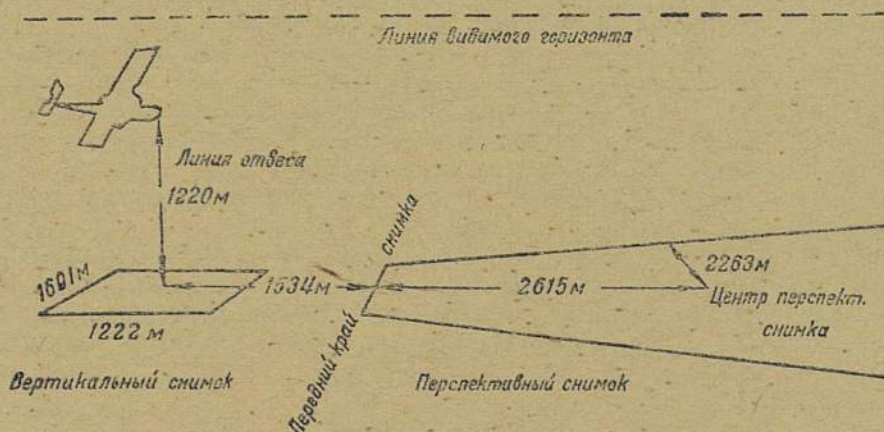


Рис. 1.

равные квадраты; на снимке же перспективном наземная сеть выйдет «в перспективе» — здесь будут видны трапеции, постепенно уменьшающиеся к «заднему» краю снимка. Таким образом в последнем случае изображение местности получится искаженным за счет перспективы (рис. 1, 2 и 3). На рис. 1 дается схема сравнительного захвата площади, ее размера и расположения на земной поверхности при плановой и перспективной аэрофото-

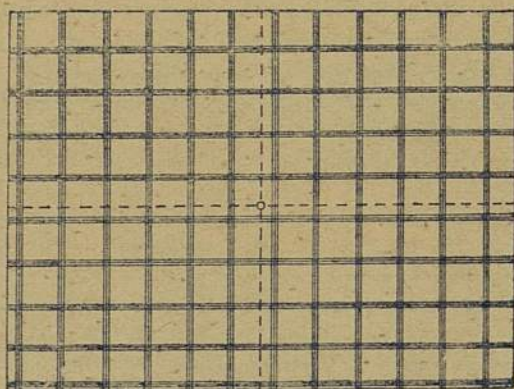


Рис. 2.

съемках (в перспективе для фотоаппарата с размером пленки 18×24 см и фокусным расстоянием около 18 см); одно из оснований трапеции не вычерчено, так как оно находится за пределами рисунка.

На рис. 2 представлена схема одного из возможных видов расположения канав на плановом аэрофотоснимке; обращает

на себя внимание равенство квадратов, изображенных на снимке целиком; пунктиром намечены центр и продольная и поперечная оси негатива.

На рис. 3 дана схема одного из возможных видов расположения канав на перспективном аэрофотоснимке. Отчетливо заметно превращение квадратов на местности в трапеции, уменьшающиеся к заднему

¹ Для простоты сделаем их так, чтобы продольная и поперечная оси негатива были соответственно параллельны направлениям канав.

краю снимка; черточным пунктиром показано направление продольной оси негатива, на которой отмечено положение центра; несимметричное расположение трапеций относительно продольной оси негатива объясняется тем, что след пересечения земной поверхности вертикальной плоскостью, проведенной через продольную ось негатива, проходил в момент экспозиции параллельно, но не совпадал с осью симметрии дна канавы; ограничено точечным пунктиром и слегка затусовано одно из возможных положений на перспективном снимке площади, которая изображена на рис. 2 заснятой на плановый снимок; два выступающих треугольника соответствуют частям двух квадратов площади, снятой на плановый снимок, частично не поместившимся на сделанный нами перспективный; наличие на перспективном снимке трапеций, размер которых больше чем квадраты на плановом снимке, позволяет заключить, что перспективный снимок сделан с меньших высот, чем снимок плановый.

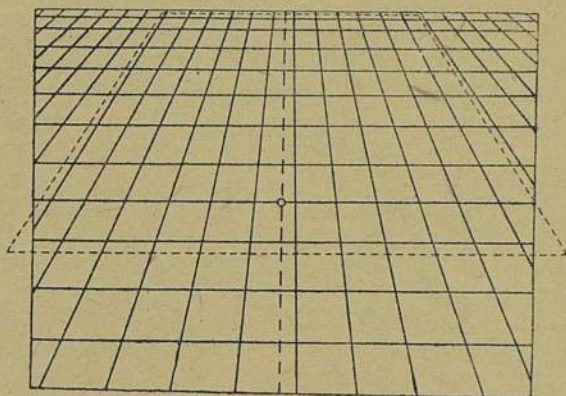


Рис. 3.

Попробуем полученное искажение исправить. Для этого в соответственном выбранном масштабе изобразим в плане сеть канав, сделанных на земной поверхности, захваченной перспективным снимком. Далее положим этот план (понятно, он будет иметь форму трапеции, а квадраты в ее пределах изобразятся без искажения) рядом с нашим перспек-

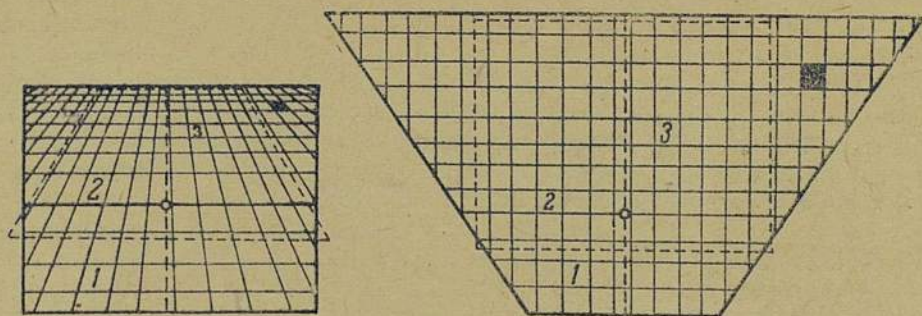


Рис. 4.

тивным снимком, имеющим форму прямоугольника, в пределах которого квадраты местности имеют вид трапеции. Присмотревшись, мы без труда найдем на снимке трапеции, соответствующие квадратам плана;¹ сравнение трапеции с квадратом покажет, как именно — за счет перспективы — искажилось изображение на снимке.

Рис. 4 изображает схему сопоставления плана канав на всей площади, захваченной перспективным снимком (расположен слева), с изображе-

¹ Хотя бы подробностям ситуации, зафиксированным при разбивке канав на местности.

нием тех же канав на самом снимке; отчетливо видно несовпадение оси симметрии плана, соответствующей следу пересечения земной поверхности «главной плоскостью», с осью симметрии дна средней канавы; ограничена точечным пунктиром и слегка затушена площадь, соответствующая захвату планового снимка на рис. 2; одинаковыми цифрами отмечены квадраты и трапеции, соответствующие друг другу на плане и на перспективном снимке; зачерчены квадраты и трапеции, подробности ситуации в пределах которых мы рассматриваем на рис. 5.

Если изображение, перемещающееся в пределах маленькой трапеции на нашем снимке, мы перенесем (перерисуем) в соответствующий квадрат на «плане канав» (причем вытянем изображение вдоль и вбок соответственно отношению маленькой трапеции на снимке и квадрата «плана канав»), то мы получим, в пределах взятого кусочка, изображение местности, освобожденное от искажения за счет перспективы. Пропедевляя ту же операцию для всех трапеций снимка, на «плане канав» мы получим изображение местности, перспективное изображенной на нашем снимке, но уже избавленное от перспективного искажения, т. е. плановое изображение этой местности.¹

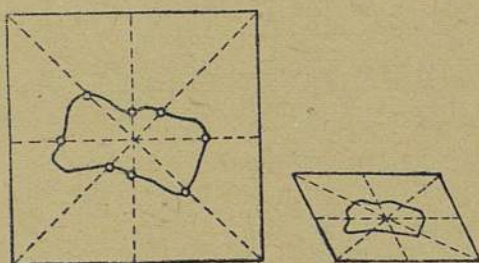


Рис. 5.

На рис. 5 дается схема получения контуров, освобожденных от искажения за счет перспективы на снимке; квадрат и трапеция, зачерченные на рис. 4, даны в одинаково укрупненном масштабе; линии, данные точечным пунктиром, носят вспомогательный характер.

Именно так и поступают при развертывании перспективного снимка в план:² по отдельным кусочкам его перерисовывают с контактного отпечатка на плановое изображение площади, захваченной снимком. На практике к сети на местности, о которой говорилось выше, прибегать не приходится. Законы перспективы и фотографической оптики дают математическую зависимость между изображением на снимке и тем же изображением в плане. Пользуясь этой зависимостью, для развертки каждого снимка заготавливают в определенном масштабе бланки сети квадратов, вычисляют³ и вычерчивают на прозрачном материале (стекле, целлулоиде и т. п.) изображение той же сети квадратов в перспективе, соответствующей условиям производства каждого снимка (получаются опять маленькие трапеции, о которых выше упоминалось). Прозрачную сетку накладывают на снимок и по отдельным трапециям перерисовывают изображение со снимка в квадраты бланковой сети.⁴

¹ Практически зону у заднего края снимка тем труднее получить, чем дальше перспектива, а при захвате горизонта часть снимка заведомо пропадет. В производственных условиях это обычно и имеет место, так как наличие горизонта является непременным условием применяемых методов.

² При планово-перспективной съемке это удается даже фотомеханическим путем. При перспективной съемке, производимой обычно с большим отклонением оси фотокамеры от вертикали (порядка 70°), соответственные способы не разработаны.

³ По аргументу высоты полета, фокусного расстояния объектива и наклона камеры или расстояния линии горизонта от края снимка.

⁴ Как уже указывалось выше, зону, прилегающую к линии горизонта, развернуть до конца не удастся. Граница развертки лимитируется возможностями графических работ и заданными точностями.

На рис. 6 изображена схема наложения перспективной сетки на снимок для его дальнейшей «развертки»; сетка представляет пластинку целлулоида с нарезанной на ней сеткой, деления которой зачернены;

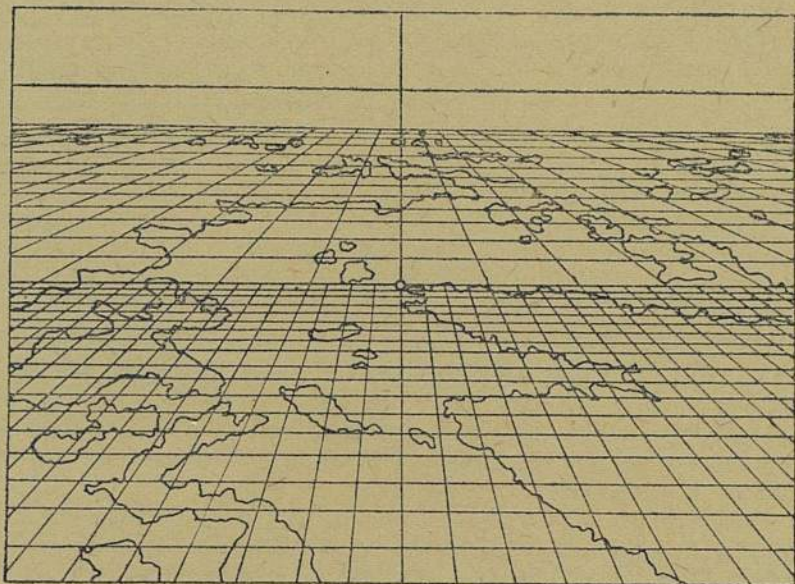


Рис. 6.

деления сетки несколько разрежены против действительности; полоса над горизонтом соответствует между истинным и видимым горизонтами.

Рис. 7 представляет схему результатов развертки снимка, изображенного на рис. 6; отчетливо заметны 3 зоны, соответствующие частоте

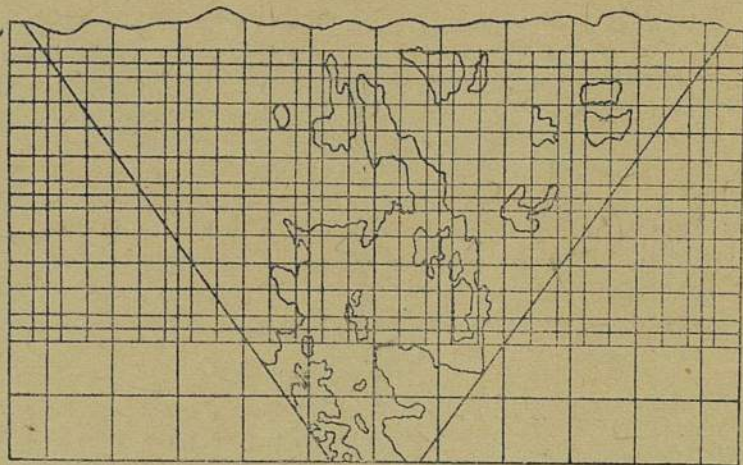


Рис. 7.

проведения делений сетки на рис. 4; количество развернутых полос в наиболее удаленной зоне позволяет установить, что часть снимка для развертки пропадает, неизбежность чего отмечена в одной из сносок статьи.

Полученные плановые изображения поступают в монтаж и далее движутся по обычному конвейеру аэрофотосъемочных работ.

Очевидно, что описанный процесс в производственном объеме является достаточно сложным и крайне трудоемким: требуются сотни специальных сеток, тысячи снимков разворачиваются весьма медленно.

Причины, в силу которых приходится прибегать к этому сложному процессу, дополняющему по косой съемке 4 обычных цикла фоторабот и полностью отсутствующему при съемке плановой, кроются в преимуществах косой аэрофотосъемки.

Косая съемка за границей стала развиваться только во время последнего десятилетия. Однако уже к 1930 г. значительные площади сняты этим способом в Африке (р. Замбези — 27 тыс. кв. км и Северная Родезия — 150 тыс. кв. км) и еще большие — в Америке (Канада — 300 тыс. кв. км). Менее значительные работы известны в Индии, Судане, Ираке.¹

В 1936 г. Главсевморпуть сделал опыт съемки на площади около 20 тыс. кв. км. Объем работы во время поверки метода позволяет сделать ряд выводов.

Основное преимущество косой аэросъемки — по сравнению со съемкой плановой — большой размер площади, захватываемой отдельным снимком. Эта площадь, если считать только полезную ее часть, превосходит площадь плановой съемки в 3—4 и более раз.

Отсюда 4 важнейших следствия: 1) появляется возможность вести съемку без карт и без разрывов (при уклонении самолета с курса); 2) становятся менее значительны размеры потребного геодезического обеспечения;² 3) уменьшается расход пленки и 4) что наиболее важно — почти пропорционально увеличению размеров захвата возрастает производительность летно-съемочных средств.

Ясно, что указанные свойства метода обуславливают относительную дешевизну метода косой аэрофотосъемки. Но это не единственное преимущество метода.

Кроме дешевизны, указанные качества гарантируют (тоже относительно) и быстроту работ:³ производительность летно-съемочной части позволяет эффективней использовать сезон; незначительность потребной геодезической сети не заставляет откладывать работы; возможность работать без карт не вынуждает дожидаться их появления.

Наконец, косая съемка имеет свойство, которое делает ее еще более ценной, а для иных областей (Север) просто незаменимой: малые высоты, с которых она обычно производится. Плановая съемка производится на высоте в 5000—6000 м, косая — на высоте 1500—1200 м, в связи с широкоугольностью применяемых объективов. В местностях с частой облачностью это иногда единственный возможный способ производства съемки большой площади.

¹ Эти данные, как и ряд следующих ниже, взяты из работы А. М. Харруэй (главный инженер аэросъемок в Канаде) в авторизованном переводе инж. Н. Н. Веселовского, Труды Научно-исследовательского института аэрофотосъемки. Л., 1932.

² Американцы считают, что для получения карты в американском масштабе 1:253 440 достаточно 300 миль (1 миля—1609 м) дальномерных ходов, увязанных с астропунктами, на площади в 600 кв. миль.

³ В качестве примера можно привести справку об аэросъемочных работах в Канаде за 1930 г.: на плановой съемке 10 самолетов сняли 67 780 кв. км, в тот же сезон 6 самолетов, работавших на косой съемке, обработали 125 680 кв. км, т. е. на 1 самолет соответственно пришлось 6800 и 20 950 кв. км.

При указанных несомненных достоинствах косая съемка обладает, однако, и недостатками: 1) косая съемка не дает рельефа и может применяться лишь в местностях, где он не развит (допускаются отметки до 60 м); 2) метод не годится для съемки в крупном масштабе (сейчас достигнут масштаб порядка 1 : 250 000); 3) процесс обработки несколько неудобен и достаточно сложен (невозможно составлять фотопланы,¹ камеральная обработка включает ряд трудностей, момент графических работ сопровождается неизбежными ошибками и т. п.).

Для решения некоторых задач приведенные недостатки весьма условны. По существу, они ограничивают лишь сферу применения косого метода, несколько не умаляя его преимущества.

Метод косой аэросъемки можно с успехом использовать для съемки безграничных пространств лесной и тундровой полосы СССР, не говоря о степях, пустынях и районах, лишенных рельефа.

Что касается масштаба, то более крупный масштаб плановой съемкой нельзя получить в краткий срок из-за невозможности быстрого создания достаточной геодезической основы; кроме того, для целого ряда областей в первую очередь нужна как раз только рекогносцировочная карта.

Моменты трудностей обработки можно считать второстепенными, все они заведомо преодолимы.

В начале статьи упоминалось о многообразии возможного применения косой аэрофотосъемки.

Картография представляет область, в которой перспективная съемка оказалась впервые использованной. Несомненно, что косая съемка при своей скорости и дешевизне является и прекрасным методом разведки вообще.

За границей этим методом уже пользовались лесники; у нас в Союзе ставились опыты в области ледовой разведки. Само собой напрашивается применение этого метода и для инженерных работ (дорожных, гидротехнических, строительных и для других многочисленных заданий).²

В заключение следует упомянуть об использовании метода косой съемки при научно-исследовательских работах. Особенностью при косой съемке является то, что аппарат фиксирует объект почти так же, как его видит глаз; поэтому для изучения самого наблюдения, особенно с воздуха, перспективная съемка дает средство исключительного значения. Этим путем уже начата выработка методов ледовой разведки в Арктике.

Ряд положительных качеств косой съемки позволяет думать, что этому методу предстоит близкое и большое будущее во многих областях.

¹ Т. е. составлять монтаж из контактных отпечатков.

² Известен случай любопытного применения косой съемки для документации: фиксация размеров наводнения в Красноярске, когда отметки залитых зданий позволяли по снимку определить уровень воды с точностью до сантиметров.

П. И. БАШМАКОВ

ОПЫТЫ С УГЛОВЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ МАЯКОВ

В статье «Об угловом освещении маяков, в частности ацетиленовых с открытыми горелками»¹ дан ряд теоретических выводов, касающихся этого метода ограждения опасностей. Для проверки их тогда же была составлена программа опытов над угловым освещением при разных комбинациях темных экранов, цветных стекол и горелок, при различных белых углах освещения. Провести эти опыты полностью, вследствие ряда причин, не удалось. Ниже приводится описание тех из опытов, которые были проделаны. Наблюдения производились без бинокля.

Случай I. Фонарь Ф-140 выпуска завода «Водтранприбор» с проблемным аппаратом К-80, с горелкой в 15 л и с линзой диаметром 140 мм, отечественного производства, был установлен на крыше здания, расположенного на берегу р. Северной Двины, в Соломбале. По внутренней стороне защитного стекла фонаря были поставлены красные стекла E_1 и K_1 , с просветом между ними в 22 мм. Внутренний радиус фонаря LE_1 и LK_1 125 мм. Следовательно, при указанной ширине про-

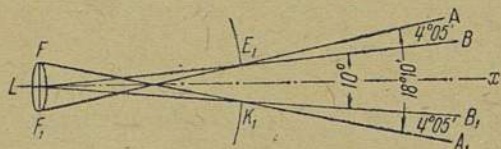


Рис. 1.

света между красными стеклами и при данном внутреннем радиусе фонаря ширина белого угла BLB_1 будет 10° , полагая вершину его в центре огня (рис.1).

Плоскость огня располагалась перпендикулярно к биссектрисе белого угла. Ширина огня FF_1 18 мм. Белый угол освещения был направлен по фарватеру р. Северной Двины. Характер огня: 1 сек. света, 2 сек. темноты. Высота огня над уровнем реки 17 м. Специально для опытов был вычерчен планшет в масштабе 1:10 000, на него были нанесены опорные точки, необходимые для определения мест вех, которые предполагалось ставить на границах белого и красного секторов освещения. Место фонаря было определено теодолитом по задаче Потенота и нанесено на планшет.

Наблюдения производились в начале апреля 1937 г. в ясные безлунные ночи сотрудниками Гидрографического отдела бывшего Архангельского теруправления П. Н. Яльцевым, И. И. Корчажинским и И. Ф. Исаченко.

Порядок наблюдений при опытах был таков: группа наблюдателей шла по границам чистого белого и чистого красного огней секторов освещения, как показано на рис. 2, пересекая эти границы последовательно из красного луча в белый и наоборот. В тех местах, где, по оценке всей группы лиц, проводящих испытания, начинался или кончался несомненно чистый белый огонь, ставились в лед черные вешки (на рис. 3 обозначены арабскими цифрами), а где начинался или кончался несомненно чистый красный огонь, ставились красные вешки (обозначены римскими цифрами). И те и другие ставились друг от друга приблизительно через 500 м от фонаря, считая по границе углов освещения. Первые вешки были поставлены в расстоянии 700 м от фонаря. Расстояния отмеривались линем. Самые дальние вешки находились от

¹ Сборник «Северный морской путь», вып. IX, 1938;

фонаря в 3 км; дальше начинался берег изгиба реки, покрытый кустарником.

Днем, на следующий день, места вех были определены помощью секстана и нанесены на планшет протрактором. При всех дальнейших опытах определение вешек и нанесение их на планшет делались таким же путем.

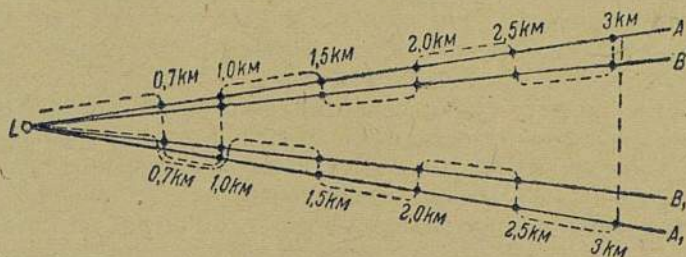


Рис. 2.

Как и следовало ожидать, полученные места вех, поставленных вдоль какой-либо из границ угла, не оказались на одной прямой, определяющей данную границу угла освещения.

Если места вех каждой из границ последовательно соединить прямыми, то эти границы изобразятся в виде ломаных линий (на рис. 3 показаны пунктиром), а если от фонаря проложить прямые, проходящие наиболее близко к большинству полученных мест вех каждой из границ, то ширина сектора чистого белого огня определится на планшете углом BLB_1 , а углы полуцвета углами ALB и B_1LA_1 .

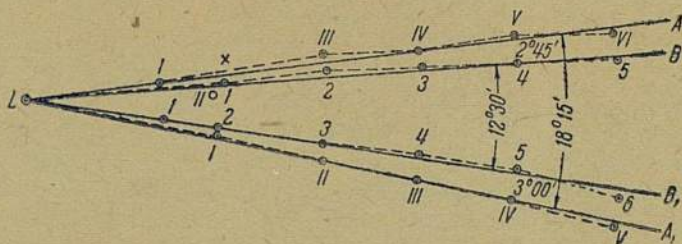


Рис. 3.

Отметим, что дальше всех в стороне от указанных прямых, определяющих на планшете границы углов, оказались вешки:

от прямой LB_1 ,	4-я	в 20 м.
" "	" 5-я	" 10 "
" "	" 6-я	" 55 "
" "	LA_1 , I	" 10 "
" "	" V	" 10 "
" "	LB , II	" 30 "
" "	LA , III	" 40 "
" "	" IV	" 20 "

Если отклонения в 10 и 20 м, как весьма незначительные, в расчет не принимать, то из 22 вешек только 3 вешки не окажутся на границах

углов. Кроме того, место вешки II у прямой LB определено, очевидно, ошибочно, так как по ходу расстановки вешек она должна находиться в точке, отмеченной на рис. 3 крестиком. В общем можно сказать, что положение на местности границ углов освещения определилось достаточно хорошо.

Посмотрим теперь, в какой мере полученный в действительности белый сектор освещения соответствовал назначенному (теоретическому) углу. Ширина чистого белого сектора оказалась не 10° , как было назначено, а $12^\circ 30'$. Ширина же углов полуцвета, если их вычислить, должна быть по $4^\circ 05'$, тогда как они оказались — один 3° , а другой $2^\circ 45'$, в среднем по $2^\circ 53'$. В пределах двух последних углов ALB и B_1LA_1 огонь казался розовым, и только на линиях LA и LA_1 он принимал несомненный красный цвет, причем розовый цвет был таков, что его можно было принять за белый.

Таким образом, если границами белого угла считать прямые LA и LA_1 , так как только за ними цвет огня становится несомненно красным, то ширина сектора белого огня, рассчитанная теоретически, будет:

$$10^\circ + (4^\circ 05' \cdot 2) = 18^\circ 10',$$

полученная же из наблюдений равна:

$$12^\circ 30' + 2^\circ 45' + 3^\circ = 18^\circ 15',$$

т. е. можно считать, что разницы между ними нет.

Изложенное выше подтверждает правильность выводов, сделанных в упомянутой выше статье, что вследствие неточечных размеров маячного огня:

- 1) границы белого угла не резко очерчены, а расплывчаты;
- 2) ширина белого угла оказывается более намеченной на величину углов полуцвета на границах белого сектора;
- 3) границами белого сектора надо считать не прямые LB и LB_1 , а прямые LA и LA_1 , и наносить на карту именно эти прямые (рис. 3);
- 4) внутренняя, заметная наглаз, граница углов полуцвета располагается не по линиям LB и LB_1 , а ближе к линиям LA и LA_1 ;
- 5) заметное наглаз изменение цвета огня, очевидно, начинается с момента, когда цветное стекло закрывает уже более половины маячного огня. До этого момента белый огонь, усиливаемый еще отраженными лучами (отблеском) от внутренней стенки фонаря и от оптического аппарата, сильнее красного и перекрывает последний.

Кроме того, опыт показал, что углы полуцвета в действительности почти в 1,5 раза меньше теоретических, следовательно и границы белого угла не столь расплывчаты, как предполагалось. Это обстоятельство оказывается очень выгодным в том отношении, что через добавление к цветным стеклам-ширмам продольных цветных стекол-экранов границы белого сектора можно сделать более резкими.

Случай II. То же, что и в случае I: фонарь, аппарат, линза и горелка. Но вместо красных стекол установлены темные ширмы по внешней стороне защитного стекла фонаря; внутренние стороны ширм серого цвета. Длина радиуса LE_1 и LK_1 135 мм. Ширина прорези E_1K_1 между ширмами 23,5 мм. Следовательно, ширина угла освещения BLB_1 10° , полагая вершину его в центре огня (рис. 4). Плоскость огня по отношению к биссектрисе LX располагалась под углом 45° — 225° (рис. 4). Характер огня тот же.

Расстановка вешек на границах углов производилась тем же порядком, что и в предыдущем случае, т. е. на границах перехода яркого света сектора в тусклый ставились черные вешки (то же при обратном переходе), а на границах, где кончался тусклый свет и начиналась темнота, — красные вешки. Хотя в этот раз вешек было поставлено несколько меньше, однако границы сектора яркого света определялись даже точнее (рис. 5; места красных вешек на рисунке не показаны); только одна вешка 4 отошла от прямой LB на 30 м.

В этом случае сектор освещения (яркого света) определялся на планшете углом BLB_1 в $15^\circ 39'$ (рис. 5).

Наблюдения при расстановке вешек показали, что при пересечении сектора освещения яркость огня сектора остается постоянной в границах угла BLB_1 и только на очень близких к прямым LB и LB_1 расстояниях яркий свет начинает довольно быстро переходить в тусклый. При удалении от огня переход от яркого света к тусклому становится все резче и резче. Например, в 3 км от огня на границе сектора наблюдателю достаточно было передвинуться в направлении, нормальном к оси сектора, на 10 шагов, чтобы яркий огонь сектора переходил в тусклый.

Было замечено также, что тусклый свет по мере удаления от сектора яркого огня к границе освещения слабеет медленно и углы этого света становятся тем уже, чем дальше отходить от фонаря. Другими словами, яркость тусклого света уменьшается с удалением от фонаря. Так, на

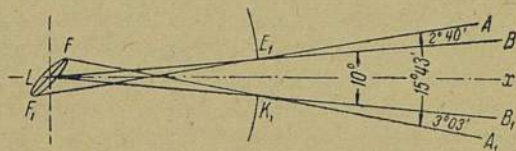


Рис. 4.

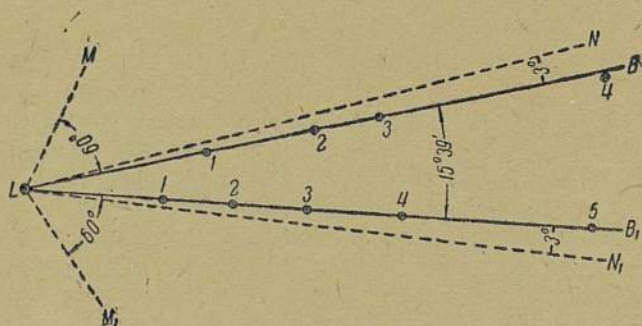


Рис. 5.

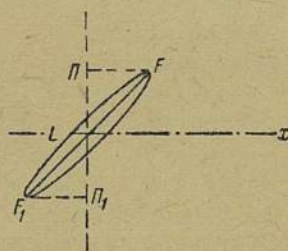


Рис. 6.

пример, в 1 километре от огня тусклый свет виден в пределах углов до 60° по обе стороны сектора яркого огня (на рис. 5 углы MLB и M_1LB_1), а в расстоянии 3 километров от огня эти углы суживаются до 3° . Несомненно, что с дальнейшим увеличением расстояния тусклый свет не будет виден совсем.

Внимательное наблюдение за этим тусклым светом обнаружило, что он является не чем иным как отблеском от внутренних стенок фонаря и боков линзы.

Это обстоятельство объясняет все сказанное относительно тусклого света. Если бы он не был отблеском, а происходил непосредственно от маячного огня, то видимость его по мере удаления от фонаря не убывала бы столь быстро, как в данном случае, иначе говоря, уменьше-

ние углов тусклого света происходило бы значительно медленнее, а переходы от яркого света к тусклому и обратно были бы более расплывчаты, чем наблюдалось. Так как этот свет происходит не непосредственно от огня, а является отблеском, то в отличие от полусвета, производимого огнем, мы и назвали его тусклым светом.

Основываясь на изложенном выше, можно сделать заключение, что прямые LA и LA_1 (рис. 4), представляющие внешние границы углов полусвета, вместе с тем являются границами LB и LB_1 (рис. 5) сектора освещения. Таким образом последний уширится на 2 угла полусвета; внутренние же границы этих углов, как показали наблюдения, до такой степени расплывчаты, что оказываются незаметными, настолько медленно уменьшается яркость огня. Очевидно, что лишь после того как ширмы закроют уже почти весь огонь, яркость его начинает быстро слабеть, а затем скоро остается видимым лишь отблеск — тусклый свет, исчезающий по мере удаления от огня.

Правильность сказанного, что полученный из опыта сектор освещения BLB_1 , или, что одно и то же, угол яркого света, равный $15^\circ 39'$, образовался из 3 углов — наменного в 10° и 2 углов полусвета, подтверждается нижеследующим.

Было замечено, что плоскость огня составляла с биссектрисой сектора освещения угол в 45° (рис. 4). При таком положении огня, его полуширине в 9 мм, при радиусе фонаря LE_1 и LK_1 в 135 мм и при ширине просвета E_1K_1 между ширмами, соответствующей углу в 10° , углы полусвета должны быть: угол $AE_1B = 2^\circ 40'$ и угол $A_1K_1B_1 = 3^\circ 03'$ (рис. 4). В пределах этих углов, как уже говорилось, уменьшение яркости огня начинало замечаться лишь в непосредственной близости у внешних границ; следовательно, намененный сектор освещения должен увеличиться на 2 указанных угла полусвета и быть не 10° , а $10^\circ + 3^\circ 03' + 2^\circ 40' = 15^\circ 43'$.

Как видим, этот рассчитанный угол почти не отличается от полученного из наблюдений ($15^\circ 39'$).

Если расчет углов полусвета сделать, полагая плоскость пламени перпендикулярной к биссектрисе сектора освещения и приняв за ширину огня проекцию его $ПП_1$ (рис. 6), то в таком случае величина угла яркого света также будет очень мало отличаться от наблюдаемой.

Действительно, в прямоугольном треугольнике LPF гипотенуза LF равна половине ширины пламени горелки — 9 мм, углы PLF и PFL , каждый по 45° и катет PF равен катету PL .

Следовательно, длина катета PL будет:

$$PL = \sqrt{\frac{9^2}{2}} = 6,4 \text{ мм.}$$

Принимая длину прямой PL за полуширину пламени, углы полусвета получатся по $2^\circ 42'$, а весь сектор освещения будет:

$$10^\circ + (2^\circ 42' \cdot 2) = 15^\circ 24',$$

т. е. меньше наблюдаемого всего на $15'$.

В общем данный опыт показал следующее:

1. Внутренние границы углов полусвета настолько расплывчаты, что точно определить их нельзя. Уменьшение яркости огня становится заметным уже в самой непосредственной близости к внешней границе полусвета. При этом чем дальше наблюдатель находится от огня, тем резче его границы.

2. По обе стороны сектора яркого света образуются углы тусклого света, являющегося отблеском от внутренних стенок фонаря и линзы. При удалении от огня углы тусклого света становятся уже и, надо полагать, что на некотором определенном для каждой горелки и фонаря расстоянии от огня этот свет становится невидимым. Изложенное в данном пункте, особенно в последней его части, требует дополнительной проверки.

3. Когда темные секторы должны ограждать опасности, расположенные близко к границам сектора освещения, особенно при незначительных удалениях опасности от фонаря, углы отраженного тусклого света могут поставить мореплавателя в опасное положение, так как опасность может оказаться не в темном, а как бы в освещенном пространстве.

4. При расчете ширины секторов освещения при посредстве темных ширм пределами этих секторов надо считать внешние границы углов полусвета, получая ширину сектора освещения как сумму 3 углов: собственно сектора плюс 2 угла полусвета.

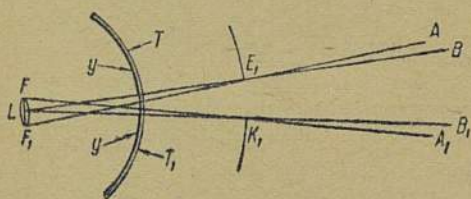


Рис. 7.

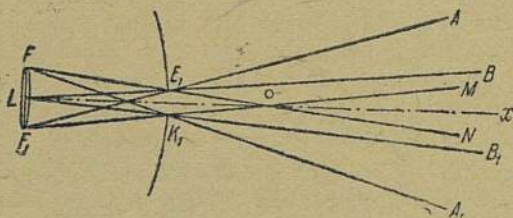


Рис. 8.

5. Для устранения углов тусклого света, совершенно не допустимых в случаях расположения опасностей близко к границе сектора освещения и особенно при незначительных удалениях опасности от фонаря, необходимо ставить в маячном фонаре внутренние и наружные темные продольные экраны.

В заключение опишем комбинацию опыта, которую наблюдали тогда же.

Не трогая наружной ширмы в фонаре, в линзу TT_1 была поставлена вторая ширма $уу$ с просветом тоже в 10° и таким образом, что углы, образуемые той и другой прорезями, совпадали. Эта ширма была поставлена с целью уменьшить отблеск, т. е. тусклый свет.

При наблюдении обнаружилось, что сектор яркого света остался почти без изменений (уменьшившись до 15°), что огонь в границах его виден ярче, что переход от яркого света к тусклому более резок и что тусклый свет виден лучше, чем в предыдущем случае, и в более широких пределах при тех же удалениях от огня. Например, в 3 км от огня ширина каждого из углов тусклого света оказалась по $8^\circ 30'$, тогда как при 1 ширме ширина каждого угла была около 3° .

Здесь понятно все, за исключением увеличения яркости тусклого света. Яркость огня в границах угла BLB_1 увеличилась потому, что блестящая внутренняя сторона жестяной ширмы $уу$ отражала лучи, часть которых, проходя через прорези ширм, увеличивала яркость света. Поскольку свет в границах сектора был ярче, то и переход от него к тусклому свету должен быть резче, что и наблюдалось. Но почему усилился тусклый свет, когда распространению его в стороны от сектора

освещения была поставлена преграда в виде ширмы yy , — непонятно. Быть может это получилось в результате отражения наружной стороной жестяной ширмы yy тех лучей пламени, которые, падая на внутренние стороны колпака фонаря и нижнюю часть последнего, в свою очередь отражались от них и падали на внутреннюю сторону защитного стекла фонаря и на наружную сторону внутренней ширмы, а от них шли в прорези между ширмами и тем усиливали отблеск. Во всяком случае этот вариант опыта нельзя признать технически удачно проведенным и что-либо определенно выявляющим. Поскольку он был проведен, необходимо о нем сказать несколько слов.

Случай III. Фонарь Ф-140 выпуска завода «Водтранприбор» с проблемным аппаратом К-80, с горелкой в 20 л и с линзой, отечественного производства, диаметром 140 мм. По наружной стороне защитного стекла фонаря поставлены темные ширмы E_1 и K_1 , с просветом между ними 11,7 мм (рис. 8). Наружный радиус LE_1 и LK_1 фонаря 134 мм. Следовательно, при указанной ширине просвета между ширмами и при данном наружном радиусе фонаря ширина угла освещения BLB_1 будет 5° , полагая вершину его в центре огня.

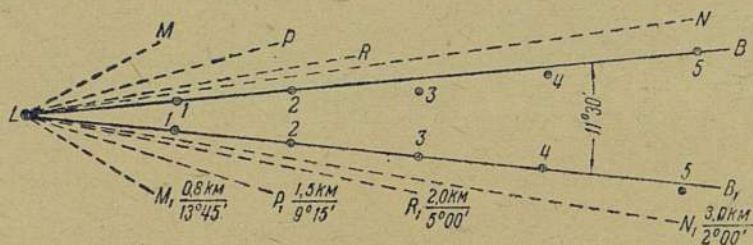


Рис. 9.

Плоскость огня перпендикулярна к биссектрисе угла освещения. Ширина огня 30 мм; характер огня: 1 сек. света, 2 сек. темноты; высота огня над уровнем реки 3 м.

Отметим, что ширина просвета между ширмами E_1 и K_1 в два с половиной раза меньше ширины огня, и полный огонь виден только в пределах угла FOF_1 (рис. 8); вершина этого угла O от центра огня располагается в 20 см. Дальше этого расстояния LO , в границах угла MON , поперечные размеры огня будут соответствовать ширине просвета между ширмами; по внешние стороны прямых OM и ON видимая часть огня становится меньше ширины просвета K_1E_1 , а на прямых FA_1 и F_1A огонь уже совсем закрывается ширмами.

Расстановка вешек на границах углов делалась тем же порядком, что и в предыдущих случаях, но на этот раз она была проделана дважды.

В первый раз, при слегка пасмурной погоде, величина сектора яркого огня BLB_1 определялась в $11^\circ30'$, а углы тусклого света или отблеска по обе стороны сектора яркого огня оказались различными, в зависимости от расстояния от огня. Так, в 0,8 км от него средняя ширина углов полусвета была по $13^\circ45'$, в 1,5 км — по $9^\circ15'$, в 2 км — по 5° и в 3 км — по 2° . (На рис. 9 внешние стороны этих углов показаны пунктирными линиями LM_1 , LP_1 , LM , LP и т. д.).

Места вешек, ставившихся на границах перехода от яркого огня к тусклому свету (отблеску), достаточно точно определили эти границы (рис. 9); только 3 вешки несколько отошли от них. От прямой LB ото-

шли вешки: 3-я на 80 м и 4-я на 30 м — обе внутрь угла, и от прямой LB_1 отошла вешка 5-я на 40 м во внешнюю сторону угла.

Переход от яркого света к тусклому замечался очень хорошо, но по мере удаления от огня он становился несколько более расплывчатым. Например, в 1,4 км от огня (у вешек 2) достаточно было наблюдателю отойти в сторону на 1,5—2 м, как яркий огонь переходил в тусклый; в 2 км (у вешек 3), для того чтобы заметить уменьшение яркости огня, достаточно было передвинуться уже на 10 м, в 2,6 км (у вешек 4) — на 15 м, а в расстоянии 3 км — до 20 м. Следует заметить, что в данном случае резкость перехода от яркого огня к тусклому уменьшалась с удалением от огня, тогда как в предыдущем опыте наблюдалось обратное явление. Так как наблюдатели во всех случаях были одни и те же, то указанное расхождение можно объяснить только ошибочной оценкой, которая производилась ими наглаз.

Через несколько дней определение границ сектора освещения было повторено. Погода на этот раз была исключительно ясной. На границах перехода от яркого света к тусклому было поставлено 7 вешек (при первых наблюдениях 10 вешек). Места всех вешек, за исключением одной, оказавшейся вне угла на 60 м, получились точно на прямых, ограничивающих сектор яркого огня, который на этот раз определился в $10^\circ 45'$.

Переход от яркого огня к тусклому свету был более отчетлив, чем в предыдущий раз. Тусклый же свет наблюдался в более широких углах (считая от границ яркого огня). Так, в 1 км от фонаря эти углы были по $26^\circ 30'$, в 1,3 км — по 24° , в 2,4 км — по $23^\circ 30'$ и в 3 км — около 20° .

Из двух приведенных выше наблюдений средняя величина сектора освещения получается $11^\circ 08'$, а назначенная величина его была 5° . Таким образом он оказался больше намеченного в два раза с лишком.

При ширине просвета E_1K_1 в 5° , наружном радиусе фонаря LF_1 и LK_1 — 134 мм, полуширине огня LF — 15 мм и при условии, что плоскость огня перпендикулярна к биссектрисе сектора освещения, углы полусвета должны быть по $6^\circ 21'$. Следовательно, полагая, как и в случае II, пределами сектора освещения внешние границы углов полусвета, величина сектора освещения (яркого огня) должна быть по расчету:

$$5^\circ + (6^\circ 21',2) = 17^\circ 42'.$$

В действительности же сектор освещения оказался (в среднем) $11^\circ 08'$, т. е. в 2,2 раза больше назначенного (5°) и в 0,6 раза меньше рассчитанного с углами полусвета ($17^\circ 42'$).

То, что действительный сектор освещения получился больше намечавшегося, это естественно, но почему он оказался меньше рассчитанного — непонятно.

Что касается углов просвета, то можно считать, что последние в данном случае получились не по $6^\circ 21'$ каждый, как то выходило по расчету, а почти в два раза меньше — по $3^\circ 04'$. Эту величину их получим, если из среднего наблюденного сектора освещения в $11^\circ 08'$ вычтем назначенную величину его в 5° и полученную разность, относим ее на оба угла полусвета, разделим пополам. Углы полусвета в эту величину ($3^\circ 04'$) при наружном радиусе фонаря в 134 мм и при ширине просвета между ширмами в 5° мы имели бы при ширине огня 14 мм, но в действительности она была 30 мм. Трудно допустить, чтобы ширина огня, бывшая равной 30 мм, когда его только что зажгли, вскоре уменьшилась наполовину и чтобы наблюдатели не заметили столь большого и резкого уменьшения размеров огня.

В общем данный опыт показал следующее:

1. Благодаря углам полусвета намеченный очень узкий сектор освещения в действительности может оказаться шире больше чем в два раза.

2. Пределами сектора освещения надо считать внешние границы углов полусвета; внутренние же границы последних расплывчаты и не заметны, что подтверждается также опытами случая II.

3. По обе стороны сектора яркого огня виден тусклый свет, являющийся отблеском от внутренней стенки фонаря и линзы. Углы, в пределах которых виден тусклый свет, уменьшаются с удалением от фонаря (см. пункт 2 результатов опытов случая II).

4. Чтобы устранить тусклый свет, необходимо ставить внутренние и наружные продольные темные экраны.

5. При очень узких углах освещения этот метод указания фарватеров вряд ли применим вследствие широких углов полусвета, получающихся в случаях пользования фонарями малых радиусов и при значительной ширине пламени. Чтобы получить в действительности требующийся

узкий сектор яркого огня, необходимо пользоваться фонарями возможно большего диаметра, применяя источники света возможно меньших размеров, а при ацетиленовых горелках ставить последние так, чтобы плоскость пламени их совпадала с биссектрисой сектора освещения, так как при таком положении пламени ви-

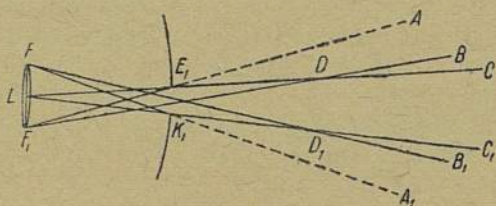


Рис. 10.

димая ширина его в границах сектора будет очень не велика, равняясь, примерно, толщине пламени (около 3 мм).

Случай IV. Фонарь, проблесковый аппарат, линза и горелка — те же, что и в предыдущем случае. Плоскость огня перпендикулярна к биссектрисе угла освещения. Ширина просвета E_1K_1 между ширмами прежняя — 11,7 мм, что при наружном радиусе LE_1 и LK_1 фонаря в 134 мм соответствует сектору освещения 5° .

Для уменьшения углов полусвета к концам темных ширм, образующих просвет E_1K_1 , были присоединены продольные внешние темные экраны E_1D и K_1D_1 , длиной по 134 мм и высотой, равной высоте защитного стекла. При этой длине экранов E_1D и K_1D_1 углы полусвета, по сравнению с таковыми же, но без продольных экранов, должны быть меньше в два раза. Указанные экраны были поставлены так, что плоскости их совпадали с направлением радиусов фонаря LE_1 и LK_1 , ограничивающих заданный угол освещения в 5° (рис. 10).

Наблюдения с продольными экранами были проделаны тоже два раза. В первый раз — при погоде не совсем удачной; огонь временами застилало туманом, и чтобы поставить вешку в месте перехода от яркого света к тусклому и наоборот, приходилось иногда выжидать, когда пронесет туман. Временами огонь приобретал красноватый оттенок и сильно вибрировал (переливался).

Переход от яркого света к тусклому был менее резок, чем при наблюдениях в случае III. Тусклый же свет был виден так же, как и раньше, а переход от него к темноте был более отчетлив.

На границах перехода яркого света в тусклый на этот раз удалось поставить только 4 вешки (по 2 вешки на каждой стороне). Угол освеще-

щения яркого света определился по ним в $9^{\circ}30'$ (на рис. 11 показаны вешки, поставленные при повторных наблюдениях).

При первых наблюдениях было замечено, что ширина пламени, бывшая в начале вспышки 26 мм, к концу ее уменьшилась до 22 мм; значит, средняя ширина его была 24 мм (в два раза шире просвета между ширмами).

При ширине просвета между ширмами E_1K_1 , соответствующего углу в 5° , при ширине огня 24 мм и при удалении наружных концов продольных экранов D и D_1 от центра огня на 268 мм углы полусвета по расчету должны были быть по $2^{\circ}31'$. Следовательно, ширина сектора освещения или яркого света, принимая за пределы его внешние границы углов полусвета, должна быть

$$5^{\circ} + (2^{\circ}34' \cdot 2) = 10^{\circ}08',$$

т. е. она разнится от наблюдаемой ($9^{\circ}30'$) на $0^{\circ}38'$ — очень немного.

Нужно заметить, однако, что наблюдения этого раза не заслуживают особенного доверия, так как видимость была неважной, а вешек поставлено мало.

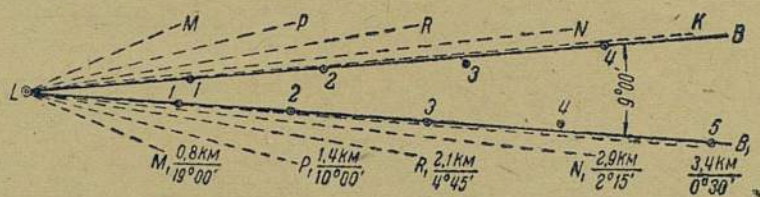


Рис. 11.

Углы тусклого света (отблеска) оказались, как и прежде, различными. Например, в 1,3 км от фонаря они были по 5° , в 2,1 км — по $1^{\circ}15'$ и в 2,7 км — по $0^{\circ}45'$.

При повторных наблюдениях погода была ясная и видимость хорошая. Удалось поставить 9 вешек, определивших угол яркого света в $9^{\circ}00'$. Все вешки (рис. 11), за исключением 3-й на границе LB и 4-й на границе LB_1 , расположились очень хорошо. Вешки 3 и 4 отошли от границ внутрь угла на 40 м.

Переход от яркого света к тусклому (отблеску) был весьма отчетлив, а тусклый свет был виден настолько хорошо, что при переходе из темноты в сектор освещения его можно было принять за настоящий огонь. При обратном переходе эта ошибка, повидимому, маловероятна, так как наблюдатель, видя сначала полный огонь, должен заметить ослабление его яркости, а это укажет ему, что он подошел к границе угла освещения и дальше будет видеть не огонь, а отблеск от внутренних стенок фонаря и линзы. Переход от тусклого света к темноте замечался отчетливо.

Ширина углов тусклого света показана на рис. 11. Эти углы становятся тем уже, чем дальше от фонаря удаляется наблюдатель, и надо полагать, что в 4 км от огня тусклый свет уже совсем не виден.

Необходимо отметить, что углы тусклого света, по сравнению с теми, какие наблюдались в случае III, здесь должны были бы быть меньше, поскольку продольные экраны E_1D и K_1D_1 препятствовали распространению за пределы намеченного угла освещения также и лучей отблеска. Однако наблюдения этого не показали. Можно отметить лишь быстрое

уменьшение углов полусвета с расстояния от огня более 3 км. Так, в 2,9 км угол тусклого света был еще $2^{\circ}15'$, а в 3,4 км, т. е. всего через 0,5 км, он был уже всего только $0^{\circ}30'$. Ближе к фонарю, на 1 км расстояния от него, ширина углов тусклого света уменьшалась только в два раза.

Непонятно, почему углы тусклого света при первых наблюдениях с продольными экранами наблюдались более узкими, чем при повторных наблюдениях. Может быть там сказалась сравнительно плохая видимость и туман, временами закрывавший огонь.

При вторых наблюдениях ширина пламени была 23 мм, т. е. в два раза больше ширины просвета между ширмами E_1K_1 (11,7 мм).

При ширине просвета E_1K_1 , соответствующей углу в 5° , при ширине огня в 23 мм и при удалении внешних концов продольных экранов D и D_1 от центра огня на 268 мм, углы полусвета по расчету должны были быть по $2^{\circ}27'$. Значит, ширина сектора освещения (яркого света), принимая за пределы его внешние границы углов полусвета, должна быть

$$5^{\circ} + (2^{\circ}27' \cdot 2) = 9^{\circ}54'.$$

Наблюденная же его величина в этот раз оказалась $9^{\circ}00'$, т. е. менее рассчитанной на $0^{\circ}54'$.

Если разность между наблюдаемым углом яркого света ($9^{\circ}00'$) и назначенным углом ($5^{\circ}00'$) отнести на счет полусвета, то углы последнего будут по $2^{\circ}00'$ (на $27'$ меньше вычисленных).

С продольными экранами E_1D и K_1D длиной по 134 мм ширина углов полусвета должна быть в два раза меньше, чем была в случае III опытов (без продольных экранов). Там они определились из наблюдений по $3^{\circ}04'$, а здесь по $2^{\circ}00'$, т. е. они оказались меньше не в два, а в полтора раза.

Ширина огня при опытах в случае III была 30 мм, здесь же 23 мм. Если углы полусвета для случая III вычислить для огня шириной тоже 23 мм, то они будут по $4^{\circ}53'$. Сравнивая углы полусвета, полученные из наблюдений в случае IV ($2^{\circ}00'$), с вычисленными ($4^{\circ}53'$) для огня шириной 23 мм, но без продольных экранов, окажется, что углы полусвета благодаря продольным экранам уменьшились в 2,5 раза.

Таким образом из опытов над угловым освещением с применением продольных экранов выяснилось следующее:

1. Угол освещения или угол яркого света на местности хотя и шире назначенного, но все-таки уже, чем при одних ширмах E_1 и K_1 без экранов.

2. Продольные внешние экраны, равные длиной наружному радиусу фонаря, уменьшают углы полусвета хотя и не точно в два раза, как это должно быть, но в значительной мере.

3. Границы сектора яркого света очерчены более резко, чем без продольных экранов.

4. Углы тусклого света (отблеска) при расстоянии от огня более 3 км уменьшаются быстрее.

5. Переход от тусклого света к темноте более резок, чем без продольных экранов.

Результаты наблюдений по каждому из опытов выявили многое, что до сих пор в угловом освещении маяков являлось только предположительным или требовало подтверждения на опыте, как, например, значение явления отблеска, иногда столь сильного, что его можно

принять за настоящий огонь; значительное уширение секторов света за счет полусвета или полуцвета; расплывчатость внутренних границ полусвета настолько большую, что они совершенно незаметны, а внешние границы полусвета, достаточно резко очерченные, являются в действительности теми пределами секторов освещения, которые и следует показывать на карте. Все, что здесь говорилось о полусвете, в такой же мере относится и к полуцвету.

Однако проделанных опытов еще слишком недостаточно для вывода окончательных обобщений, опираясь на которые задачи углового освещения маяков можно было бы решать с необходимыми для практики уверенностью и точностью. Еще многое в этом вопросе недостаточно ясно.

Нужно также признать, что проделанные опыты страдали многими недостатками как в отношении организации, так и в производстве наблюдений. Но это были первые попытки. Новые опыты над угловым освещением маяков нужно организовать более широко во всевозможных комбинациях ширм, экранов, горелок, цветных стекол, при разной величине просветов между ширмами и т. д. и делать наблюдения со всей тщательностью и с учетом всех обстоятельств и условий, сопровождающих тот или иной опыт.

ПРИМЕЧАНИЕ РЕДАКТОРА

Угловое или секторное освещение у маяков и маячных огней довольно широко применяется в службе ограждения, а поэтому вопросы методики расчета углов освещения имеют для практики существенное значение. Необходимо отметить, что методика расчета углового освещения очень мало отражена в технической литературе, в силу чего все новые работы в этой важной области маячного дела или даже попытки найти технически более совершенное решение вопроса на основании аналитического расчета, проверенного опытом, безусловно должны представлять интерес для всех работников службы.

В своих статьях¹ гидрограф П. И. Башмаков разбирает вопросы углового освещения применительно к автоматической ацетиленовой маячной аппаратуре, преимущественно устанавливаемой на всех наших маячных огнях, но многие принципиально верные выводы автора могут быть распространены и на все другие виды маячного освещения, а также применимы и для классных маяков с более сложными оптическими системами.

В своей первой статье П. И. Башмаков предлагает методику расчета углового освещения для маячных огней с поясной оптикой, рассматривая этот вопрос лишь с чисто геометрической точки зрения.

Предлагаемый автором метод расчета величины ширм, щитов и экранов не является принципиально новым и на практике обычно применяется в несколько более упрощенном виде. При отсутствии жестких стандартов у всех элементов маячной ацетиленовой аппаратуры отечественного производства предлагаемый автором метод расчета может быть упрощен без всякого ущерба для практики, тем более что требуемые величины углов нужно иметь с точностью не большей $0^{\circ}25'$. Так, например, при установке углового освещения даже в малых фонарях

¹ См. статьи П. И. Башмакова, Об угловом освещении маяков. Сборник „Северный морской путь“, вып. IX, и в настоящем сборнике.

Ф-140 при углах, примерно, до 45° и при расположении плоскости пламени ацетиленовой горелки перпендикулярно к биссектрисе угла величины углов полусвета на границах сектора достаточно вычислять просто по отношениям полуширины пламени горелки к радиусу фонаря, не принимая в расчет проекции полуширины пламени, как предлагает автор.

Вообще же вопрос о максимальном уменьшении вредных углов полусвета при обычных источниках освещения, применяющихся в маячном деле, в принципе должен решаться комбинированием всех технических возможностей маячной техники с учетом требований практики в каждом конкретном случае. К указанным возможностям должны быть отнесены: 1) рациональный подбор маячной аппаратуры для каждого конкретного случая применения углового освещения (тип фонаря, его размеры, выбор горелки и пр.), 2) применение темных ширм, щитов и цветных экранов и 3) изменение светотехнических свойств маячной оптической системы, добавления к системе дополнительных элементов оптики и т. д. с целью получения требуемого светораспределения светового потока маячного фонаря в заданном секторе освещения. Из указанных выше возможностей первые две хотя и просты для реализации, но не дают радикального решения вопроса при применении неточечных источников света. Кроме того, применение щитов, экранов и ширм громоздко, не всегда возможно и сопряжено с большими потерями в силе света полезного светового потока, а следовательно и в дальности.

Гораздо более технически совершенным вариантом решения этого вопроса, хотя и более трудным, является третий вариант — изменение светотехнических свойств системы в нужном направлении. К сожалению, в своей статье автор почти не затрагивает этого метода.

Вторая статья П. И. Башмакова посвящена описаниям опытов над угловым освещением с целью проверки сделанных им теоретических выводов в первой статье. Касаясь этой части работы автора, необходимо отметить, что все опыты были проведены только с одним фонарем Ф-140 (т. е. малого размера) при малых дистанциях не эксплуатационного порядка и без объективного учета состояния видимости в каждом отдельном случае. Вследствие указанных недостатков многие вопросы, подлежащие проверке, не могли быть выяснены, а повторные наблюдения одного и того же явления не могли быть сравнимы, так как эти наблюдения нельзя привести к одному и тому же состоянию видимости.

Касаясь результатов отдельных опытов, отмечается, на первый взгляд, странное явление, наблюдавшееся при втором варианте случая II, когда для уменьшения яркости отблеска в фонарь Ф-140 с внутренней стороны линзы были поставлены блестящие жестяные ширмы, в результате чего был получен эффект, как раз обратный ожидаемому. Объяснения автора, приводимые в статье по этому случаю, мало убедительны. Естественнее полагать, что поставленные светонепроницаемые жестяные ширмы внутри линзы действительно перекрыли прямые лучи от источника света, но одновременно с этим усилили яркость его отраженными лучами от ширмы. Как результат этого явления и наблюдалось некоторое увеличение яркости света в секторе освещения, а следовательно и яркости отраженного света, т. е. отблеска. В случае III при повторных наблюдениях одного и того же фонаря без изменения системы углового освещения в различных условиях видимости в ясную погоду был получен несколько меньший сектор яркого света, чем при наблюдениях в пасмурную погоду. Более естественным было ожидать обратного

явления, как и наблюдалось в этом случае в отношении углов отблеска. Полученный результат может быть объяснен или ошибками наблюдений или ошибками в графическом проложении на планшете границ углов освещения, что более вероятно в силу принятой при испытаниях методики проведения линий — границы секторов, тем более что разница между секторами, полученными в том или в другом случае, невелика.

В заключение необходимо отметить, что, несмотря на ряд организационных и технических недостатков первых опытов, полученный в результате материал все же представляет интерес, подтверждая отдельные положения и выводы теоретического порядка. Остается пожелать, чтобы начатые опыты были продолжены в более широком масштабе с приближением их к действительным условиям эксплуатации аппаратуры и с учетом всех недостатков, имевших место в описанных случаях.

В. А. Петров

К ВОПРОСУ О ПРОХОДИМОСТИ ЛЬДОВ ДЛЯ СУДОВ

Неточность допущения, что потеря скорости хода корабля обратно пропорциональна увеличению густоты льда, встречающегося по курсу,¹ может быть подтверждена следующим рассуждением. Представим себе, что обычное грузовое судно, не прибегающее к активной борьбе со льдами, имеющее водоизмещение в полном грузу в 6000—7000 т и нормальную скорость хода в 9 миль в час, следует по чистой воде при средней видимости (до 5 миль) и встречается с пловучим льдом густотой в 1 балл.

В этом случае данному судну, как и всякому другому, очевидно нет надобности уменьшать свою обычную скорость и, следуя в 1-балльном льду, оно лишь временами будет отклоняться от данного курса при встрече с отдельными льдинами, или обходить отдельные их скопления. Пусть, далее, тот же корабль встречается на пути 2-балльный лед. Можно принять, что и в нем судно будет в состоянии следовать, не уменьшая скорости, но чаще уклоняясь от курса при встрече с отдельными льдинами или их скоплениями и тем самым больше удлинняя свой путь.

При плавании во льду сплоченностью в 3 балла корабль, вероятно, будет временами уменьшать скорость хода, в большинстве случаев следовать нормальной скоростью, чаще отходя, однако, от курса.

На основе такого рассуждения, для получения определенного цифрового вывода были построены на миллиметровой бумаге, в крупном масштабе, ледовые карты (условные) с различным количеством льда от 1 до 10 баллов. При этом распределение льда для каждого балла наносилось по 3 вариантам: 1) лед располагается относительно равномерно; 2) лед держится отдельными скоплениями и 3) лед группируется в какой-либо одной части рассматриваемой поверхности моря. На карты наносились целесообразные в данной обстановке пути корабля, и для отдельных участков пути принималась вероятная скорость. В результате были выведены приближенные потери скорости и удлинения пути в зависимости от количества льда (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Потеря скорости хода судна при плавании во льдах

Количество льда (в баллах)	Для 6-мильного хода		Для 9-мильного хода		Для 12-мильного хода	
	мили	в %	мили	в %	мили	в %
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0,9	15	1,5	16	3	25
4	1,8	30	3,2	36	6	50
5	2,7	45	4,8	52	7,5	60
6	3,6	60	6,5	68	9,0	75
7	4,2	70	7,3	80	10,0	80
8	5,0	85	8,0	90	11,0	90
9	6,0	100	9,0	100	12,0	100

¹ «Проблемы Арктики», 1, Л., 1937, статья «Арктические льды».

Таблица 1

Увеличение пути судна в зависимости от количества встречаемого льда

Количество льда (в баллах)	Увеличение пути (в %)	
	I	II
1	5	5
2	8	8
3	11	19
4	13	25
5	15	30
6	18	34
7	20	37
8	22	40
9	—	—

В столбце I данной таблицы дается среднее удлинение при обычных маневрировании судов при плавании во льдах, в столбце II — наибольший процент удлинения при значительных обходах ледяных скоплений или при больших отходах от заданного курса.

Сопоставление некоторых навигационных материалов с полученными выводами, равно как и личный опыт автора, дает возможность считать, что полученные результаты близки к истинным. Однако обстоятельная проверка правильности полученных выводов путем сравнения их с данными, взятыми из практики плаваний во льдах, очень затруднена, так как для этого необходимо иметь материал наблюдений, который удовлетворял бы следующим минимальным требованиям: 1) наблюдения над ледяным покровом должны вестись систематически, 2) при лавировке во льдах курсы судна должны записываться через 5-минутные промежутки¹ и 3) скорость корабля должна измеряться возможно чаще и точнее. Вахтенные и навигационные журналы обычных плаваний этим условиям не удовлетворяют.

Туман является повсеместно большим препятствием для мореплавания, но на полярных морях в сочетании с наличием льда он еще больше усложняет практику судовождения, так как при следовании в тумане никогда не исключена возможность неожиданной встречи по курсу со льдом и ударов об лед, могущих причинить кораблю существенные повреждения. Эти соображения заставляют судоводителей быть особенно бдительными при плавании в тумане и сообразно видимости, конструкции и крепости корпуса корабля, силе двигателя, скорости хода и другим обстоятельствам плавания уменьшать скорость хода, становиться на якорь или ложиться в дрейф, ожидая прояснения.

Для выяснения влияния туманов на проходимость судов Я. Я. Гаккель применил по сути тот же способ, что и для льда, т. е. допустил, что скорость всякого корабля уменьшается прямо пропорционально уменьшению видимости. Это допущение не может быть признано правильным. В самом деле, если принять шкалу видимости от 9 (видимость около 30 миль) до 0 баллов (очень густой туман — видимость 0,2 кабельтовых), то можно совершенно уверенно сказать, что при видимости от 9 до 6 баллов включительно (средняя видимость до 5 миль) изменение ее совершенно не отразится на скорости хода и лишь при видимости от 5 до 0 баллов скорость хода будет падать.

Выбор скорости хода соответственно данной видимости для какого-либо корабля является на практике делом опыта и субъективных особенностей судоводителей. Однако, памятуя, что даже самый грубый расчет лучше решения «на глазок», можно все же попытаться подойти и к этому вопросу с простым математическим расчетом. Допустим, что 3 обычных грузовых корабля идут в море со скоростями: в 12 миль, в 9 миль и в 6 миль в час. Спрашивается: какова будет для каждого из них наименьшая видимость, при которой они еще могут следовать, не уменьшая скорости?

Для ответа на данный вопрос необходимо знать, за какой промежуток времени

¹ Способ, предложенный в 1900 г. адмиралом С. О. Макаровым. См. также статью И. А. Киреева, «Северный морской путь», вып. VI, 1937.

данный корабль возможно остановить с полного хода вперед и какое расстояние он пройдет по инерции до полной остановки, после того как будет застопорена машина.

Назовем этот промежуток и это расстояние критическими. Допустим, что для первого судна мы имеем критическое время в 3 минуты, для второго — в 2 минуты и для третьего — в 4 минуты. Тогда по формуле

$$S = \frac{v}{60} \cdot K,$$

где S — приближенное критическое расстояние, v — скорость хода судна до остановки машин и K — критическое время в минутах, получим критическое расстояние: для первого судна 0,6 мили, для второго — 0,3 мили и для третьего — 0,5 мили. Полученные расстояния являются значительно преувеличенными, так как мы не учитывали затухания скорости. Если, несмотря на это, для страховки от возможных случайностей мы увеличим полученные расстояния еще в два раза, формула, следовательно, примет вид

$$S = \frac{v}{30} \cdot K.$$

Пользуясь ею, легко найдем, что первое судно, для которого получаем критическое расстояние в 1,2 мили, может следовать 12-мильным ходом безопасно до 5 баллов видимости (2 миль), второе (критическое расстояние — 0,6 мили) может следовать 9-мильным ходом до 4 баллов видимости (1 мили) и третье — расстояние в 0,8 мили может следовать 6-мильным ходом до видимости в 4 балла.

Надлежит отметить, что хотя видимость оценивается наглаз, но при некотором опыте эта оценка дает вполне удовлетворительные для практики результаты. Таким образом, всегда имеется возможность рассчитать скорость, с которой может корабль безопасно следовать при данной видимости. Для этого мы должны знать видимость, выраженную в милях, и критическое время в минутах. Для упрощения расчета нужной скорости приводится табл. 3, вычисленная по той же формуле, в которой S заменено

r
2 соответственно принятому выше

$$v^1 = \frac{r}{2} \cdot \frac{60}{K},$$

где v^1 — искомая скорость для данной видимости (в милях), r — видимость (в милях) и K — критическое время (в минутах).

Таблица 3

Нахождение скорости хода судна v^1 по аргументам K и $\frac{r}{2}$

Аргумент K (в минутах)	Скорость хода v^1 (в ми- лях)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		А р г у м е н т $\frac{r}{2}$ (в милях)											
1		0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,1	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,2
2		0,03	0,07	0,1	0,14	0,17	0,2	0,24	0,27	0,30	0,33	0,38	0,4
3		0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,56	0,6
4		0,07	0,13	0,2	0,26	0,33	0,4	0,46	0,52	0,60	0,66	0,74	0,8
5		0,09	0,17	0,25	0,34	0,41	0,5	0,59	0,63	0,75	0,83	0,93	1,0
6		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

Пример. Найти предельную безопасную скорость для корабля с критическим временем K в 3 мин. при видимости r в 1 милю (4 балла).

По $K = 3$ мин. отыскиваем в третьей горизонтальной строчке таблицы цифру $0,5 = \frac{r}{2}$ (половину видимости, равной по условию 1 миле), откуда соответствующая искомая скорость хода — $v^1 = 10$ милям,

При помощи табл. 3 легко определить и видимость, при которой возможно следовать, не уменьшая данной скорости; так, например, для 10-мильного хода при $K=1$ мин. находим в этой же таблице на пересечении этих цифр величину 0,17, которая есть половина видимости; следовательно, видимость равна 0,34 мили.

Для того чтобы с полным доверием отнестись к рекомендуемому способу, необходимо критическое время для каждого корабля определить экспериментально, к тому же при разных водоизмещениях корабля.

Все эти рассуждения имеют реальное значение для тех случаев, когда судно, следуя в открытом море по относительно чистой воде или лавируя по льду при малоблагоприятных условиях видимости, должно выбрать, из опасения внезапной встречи с более уплотненной массой льда, такую скорость хода, при которой оно без риска может во время отработать и избежать опасных столкновений. В других же случаях, например при подходах к опасностям, критическое время для расчета безопасной скорости необходимо принимать уменьшенным.

И. М. Рогачев

ОБ УЧЕТЕ „СОБСТВЕННЫХ“ ДВИЖЕНИЙ СУДНА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ТЕЧЕНИЙ¹

Определение направления и скорости течения на глубинах открытого моря справедливо считается одной из трудных задач океанографии. Это обусловлено тем, что измерение течения, строго говоря, требует обеспечения неподвижности плавающего тела, с которого производятся наблюдения. В частности, измерения вертушками с судна могли бы производиться с желательной точностью только при условии неподвижного положения последнего. Между тем известно, что поставленное на якорь на канате, а тем более на тросе длиной в несколько десятков, а иногда сотен и тысяч метров, судно не остается неподвижным, а перемещается под влиянием различных сил: ветра, течения и волнения. В силу этих причин измерения течений, производимые с судна, могут быть не только неточными, но даже совершенно ненадежными, причем чем больше глубина, тем больше будут движения и тем менее достоверны будут наблюдения.

Понятно поэтому, в какой мере важно иметь возможность учитывать собственные перемещения судна при измерении течений и уметь освобождать результаты этих измерений от сильного подчас искажения. И неудивительно, что ряд передовых океанографов — Нансен, Экман, Виттинг — не раз затрагивали эту важную проблему и намечали различные пути для ее разрешения.

Однако задача оказалась трудной и практически удовлетворительного решения еще не получила. Между тем с быстрым развитием наблюдений над течениями на морях Союза решение этой задачи становится для советских океанографов неотложным. Имея это в виду, Методическая секция б. Морского отдела Гидрологического института,² учтя иностранный опыт, приступила к экспериментальному изучению собственных движений судна и их влияния на измерение течений.

Краткая предварительная информация о первых шагах в этом направлении и о наиболее существенном из иностранных работ составляет цель настоящей заметки.

Различают три вида собственных движений судна:

1. Колебания судна вместе с тросом около неподвижной точки соприкосновения троса или якоря с морским дном.
2. Колебания судна около форштевя.
3. Поступательно-возвратные колебания по направлению диаметральной плоскости судна.

Первые два вида движений проявляются во временных изменениях курса судна, третий вид — в изменениях угла наклона якорного троса к вертикали.

Разумеется, все три вида движений могут происходить одновременно.

Одна из первых попыток учета этих движений при исследовании течений, равно как и попытка добиться неподвижной постановки судна на якорях, была произведена в 1903 г. Нансеном и Экманом с судна «Михаэль Сарс» в проливе Скагеррак.

¹ Затронутая в настоящей заметке проблема настолько важна для улучшения методики наблюдений течений в полярных морях Союза, что даже опубликование настоящего — чисто предварительного характера — сообщения и краткого обзора иностранного опыта представляется полезным. Заметка проредактирована В. В. Тимоновым. (Редакция.)

² Ряд статей и заметок, трактующих наиболее существенные для системы Главсевморпути моменты из работ этой секции (к ним относится и настоящая заметка), печатается в сборниках «Северный морской путь», начиная с вып. VI (см. сноску в вып. VI, на стр. 30).

Не достигнув удовлетворительных результатов, Хансен в 1904 г. повторил эти опыты на своей яхте «Веслемей» в Драммен-фиорде. При этих опытах яхта устанавливалась сначала на двух носовых станковых якорях-кошках. Ланы их соединялись толстым железным листом, и таким образом получился сильно захватывающий мягкий грунт грибовидные якоря с лапами по окружности. Тем не менее Хансен нашел, что судно перемещалось довольно значительно. Тогда он установил его на двух якорях, отдав один с носа, другой с кормы, натянув тросы насколько было возможно. Все же и при этом судно перемещалось и якоря легко ползли, что делало наблюдения неточными и ненадежными.

В результате произведенных опытов Хансен пришел к заключению, что неподвижная постановка судна на якорь почти невозможна, в силу чего нельзя рекомендовать производить измерения течений на больших глубинах, равно как и вообще слабых течений с судна, стоящего на якорю не иначе как сопровождая эти измерения точными наблюдениями над перемещениями судна.

Для определения и исключения перемещений судна Хансен одновременно опускал вертушку в исследуемый слой и вторую вертушку в придонный слой, где течения были очень слабы или даже близки к нулю. При этом нижняя вертушка отмечала только перемещения судна, а верхняя регистрировала равнодействующую перемещения судна и скорости течения. Далее, при обработке вычитанием из равнодействующей величины перемещения судна, получали истинные течения в исследуемом слое. Этот метод, достаточно простой и удобный, все же не всегда дает уверенность в точности полученных наблюдений. Этот же метод, как известно, был предложен и применен Хансеном также для определения течений с дрейфующего судна.

На морях Союза для той же цели данный метод был впервые с успехом применен в 1935 г. В. В. Тимоновым¹ на Черном море. По примеру этого опыта метод в последнее время применялся также для измерения течений и дрейфа Советской научной дрейфующей станцией «Северный полюс».

Во время экспедиции в 1905 г. Хансен рекомендовал также другой, еще более простой, прием определения перемещений судна по изменениям азимута и длины обтянутого линя тяжелого лота, сброшенного поблизости от судна. Виттинг наблюдал за перемещениями судна при помощи буйа. Последний ставился на коротком, прикрепленном к якорю, тросе, на котором ставилось судно. От судна к бую проходил легкий линь, пропущенный на борт через роульс со счетчиком. Время от времени линь, если он имел слабинку, натягивался, просчитывалось показание счетчика и в это же время по компасу определялись курс судна и пеленг буйа. Затем посредством геометрического построения вычислялись перемещения судна. Недостатком этого метода является то, что в случае сноса якоря вместе с ним сносит также и буй, а поэтому определить последовательные смещения судна невозможно.

При таком способе измерения перемещений судна Шлис рекомендует закреплять буй на отдельном собственном якорю и уже от судна до буйа измерять расстояние при помощи размеченного троса или оптическим методом, т. е. замерять угол между буюм и горизонтом верхушки мачты.

Виттинг в своих работах применял и другой способ, состоящий в постановке на якорь двух буюв, соединенных между собой тросом определенной длины.

Попутно нужно сказать, что метод наблюдения за перемещением судна при помощи поставленного на якорь буйа или двух буюв является чрезвычайно простым, но в то же время несовершенным и, повидимому, не может дать удовлетворительных результатов. Так, при измерении расстояния от судна до буйа посредством линя или троса, как делал Виттинг, неизбежны значительные ошибки, так как линь имеет большой провес, а при натяжении может увлечь за собой и буй. Определенные же расстояния оптическим способом, т. е. измерение вертикального угла между буюм и горизонтом верхушки мачты, также не сможет дать точных данных, ибо измерение угла с верхушки мачты не всегда возможно и удобно, а при беспокойном состоянии моря измерить угол правильно вообще трудно. Кроме того, сам буй, имеющий некоторую слабинку троса, не стоит неподвижно, а под влиянием ветра, течения и волны перемещается и притом значительно. Так, например, если при глубине в 100 м трос, на котором прикреплен буй, имеет слабинку 3%, то максимальная ошибка в измерении расстояния от судна до буйа, каким бы способом оно ни производилось, только от одних собственных перемещений буйа составит ± 24 м. При слабине же троса в 5%, при той же глубине, максимальная ошибка составит ± 32 м. При глубине в 50 м и слабине троса в 5%, ошибка эта может составить ± 16 м. Таким образом одни перемещения буйа могут не только сильно исказить наблюдения, но и сделать их совершенно ненадежными и непригодными. Поэтому рекомендовать этот способ учета перемещений судна трудно.

¹ В. В. Тимонов руководил работами Методической партии Отдела гидрометеорологии моря Государственного гидрологического института.

Кроме Нансена и Виттинга, разрешением вопроса об учете собственных движений судна занимались и другие исследователи, но их опыты также не дали простого и удовлетворительного метода.

Из числа позднейших работ нужно отметить наблюдения для учета перемещений судна, стоящего на якоре на океанских глубинах, широко поставленные на судне «Метеор» во время Атлантической экспедиции в 1925—1927 гг. Для определения перемещений на «Метеоре» производились следующие наблюдения: 1) несколько раз в сутки определялось астрономическим путем положение судна; 2) через каждые 20 минут определялась эхо-лотом глубина; 3) через 10 минут отсчитывался курс судна; 4) каждые 30 минут наблюдались ветер, состояние поверхности моря и направление и сила волнения; 5) через каждый час измерялись направление и скорость поверхностного течения; 6) через каждые полчаса измерялся угол наклона якорного троса, т. е. угол между тросом и вертикалью, измерялся горизонтальный угол между тросом и

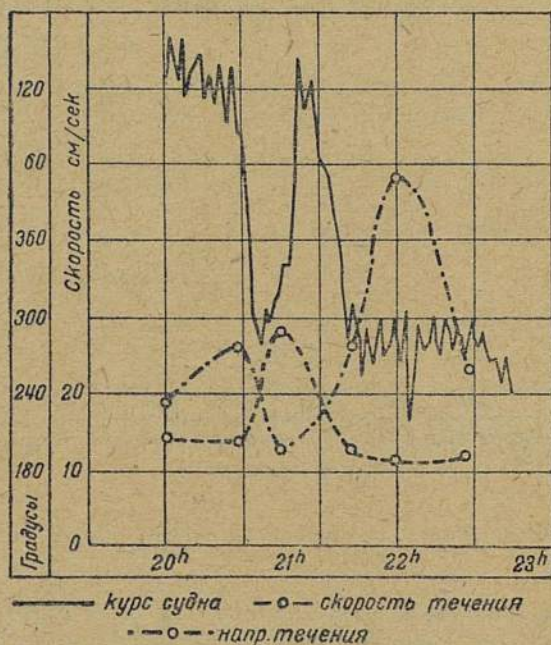


Рис. 1. Наблюдения над измерением течения в Белом море 28 августа 1938 г. на станции № 5.

направлением носа судна и по динамометру производился отсчет натяжения троса; 7) записывались моменты начала опускания и выбирания якоря; 8) фиксировались сопутствующие обстоятельства, которые могут способствовать движениям судна.

В дальнейшем производилась аналитическая обработка полученных наблюдений и вычислялись вероятные свободные перемещения судна.

Как указано выше, на морях Союза некоторые работы по учету собственных движений судна были проведены еще в 1935 г. на Черном море, а затем на Белом море в 1936 г. Работы эти также пока не дали результатов, достаточных для того, чтобы дать исчерпывающие указания для измерения перемещений судна.

Одно указание, впрочем, со всей определенностью может быть дано сейчас — указание о необходимости частой регистрации курса судна при измерении течений. Это, конечно, не дает полного представления о движениях судна, но, как показали опыты, в значительной мере освещает их, а, главное, позволяет иметь уже некоторое суждение о достоверности произведенных наблюдений над течениями и исключать наблюдения наиболее ненадежные. В самом деле, в целом ряде случаев именно быстрое и значительное изменение курса является причиной резкого искажения показания скорости, а в особенности направления течения. Примерами могут служить наблюдения, приведенные на рис. 1 и 2.

Рассматривая эти наблюдения, можно с уверенностью сказать, что разброс и рассеивание точек на кривых направления и скорости, в особенности около 21^h на обеих станциях, обуславливаются здесь движениями судна, с которыми при обработке и выводах нельзя не считаться.

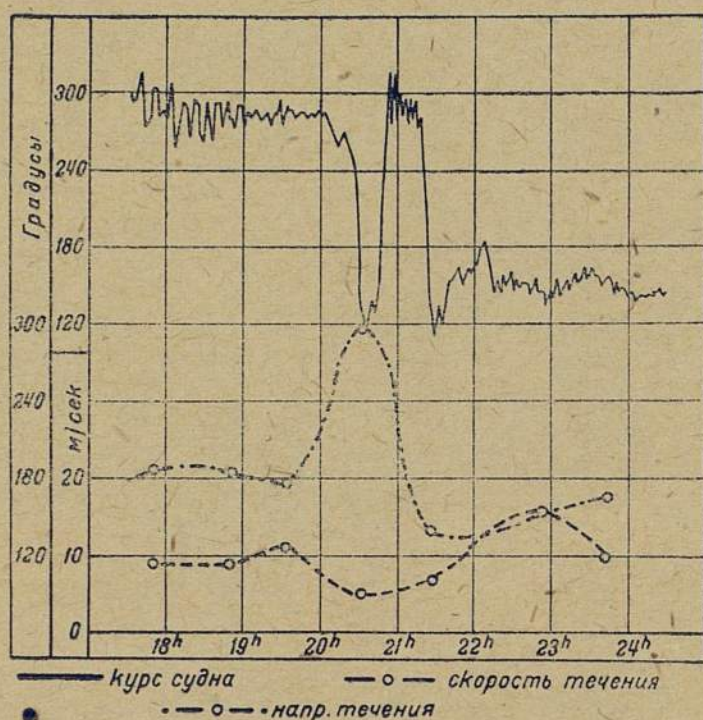


Рис. 2. Наблюдения над измерением течения на станции Средних Луд 13 сентября 1936 г.

Что касается частоты наблюдений курса, то на основании работ методической партии рекомендуется для суждения о перемещениях судна при измерении течений производить запись курса через две минуты и не реже чем через каждые четыре минуты.

При обработке же наблюдений над течениями кривые изменения направления и скорости течений по времени надлежит сопоставлять с курсограммой (кривой изменения курса по времени), на основании хода которой может быть произведены сглаживание и осереднение кривых и исключение отдельных точек.

А. Н. Яковлев

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ К СЕКСТАНУ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ НАКЛОНЕНИЯ ГОРИЗОНТА

Цель настоящей заметки — ознакомить штурманов с новым прибором для определения величины угла наклонения горизонта ($n = \angle HCE$) (рис. 1), разработанным как приспособление к секстану.

Необходимость опытного определения угла наклонения горизонта непосредственно в момент наблюдений ощущалась, как известно, давно. Произведенные многочисленные наблюдения показали, что величина n может значительно отступать от ее среднего значения n_0 , для которого вычислены величины общей поправки высот Солнца,¹ и звезд (то же, табл. 11), и даже менять свой знак. Так, например, для одной из точек Финского залива долговременные наблюдения показали, что в отдельные дни наблюдались резкие уклонения от средних величин, доходившие до $15'$. Произведенные автором летом 1936 г. наблюдения в Черном море показали, что даже для одного момента времени наклонение горизонта не одинаково по различным азимутам, причем отклонения от его среднего значения n_0 доходили до $5'$.

Отсюда очевидно, что поскольку при исправлении высот светил (при определении места корабля в море по способу Сомнера) мы пользуемся средним значением n_0 (табл. 9 и 11), а не истинным его значением n в момент наблюдений, постольку мы вносим и ошибку в $h_6 - h_{сч}$.

Поэтому для определения истинного значения n в момент наблюдений разными лицами были предложены в разное время приборы различных конструкций, в большинстве случаев как приспособление к секстану. Наиболее известные из них системы Блиша, Кольшюттера, Косса и предложение проф. В. В. Каврайского.² Отдельно стоит самостоятельный прибор системы Пульфриха, разработанный фирмой Цейсс, для определения наклона горизонта.

Основными недостатками первых приборов (т. е. приспособлений к секстану) являются следующие:

1. Бледность одной части изображений горизонта (полученной отражением от зеркал) по сравнению с другой частью и отсутствие приспособления для уравнивания яркостей обоих изображений.

2. Затруднительность наблюдения этими приборами при наличии качки, почему эти приборы, несмотря на всю простоту их конструкции и не получили распространения.

В приборе Пульфриха, как известно, эти недостатки устранены. Однако в наших условиях и он имеет следующие относительные недочеты:

1) некоторую сложность конструкции прибора и 2) прибор отделен от секстана. Таковы причины, лишаящие возможности пользования им.

¹ См. Мореходные таблицы, изд. 1933 г., табл. 9.

² Описание первых трех приборов приводится в труде Н. А. Сакеллари, Описание мореходных инструментов, а прибора системы Пульфриха — в «Записках по гидрографии» за 1934 г.

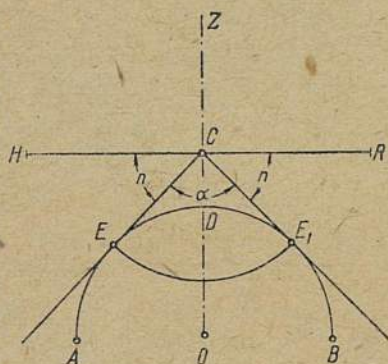


Рис. 1.

Учитывая указанное, автор нового прибора при проектировании поставил перед собою следующие основные цели:

1. Прибор должен быть принадлежностью секстана, т. е. обладать малыми габаритами и весом, с учетом, чтобы его можно было хранить даже в ящике секстана.
2. Конструкция прибора должна быть возможно проще: возможность рассогласования или расстройств прибора должна быть исключена.
3. Прибор должен позволять удобно определять наклонение горизонта в условиях корабельной службы, т. е. и при наличии качки.
4. Ввести приспособление для уравнивания яркости обоих изображений.
5. Точность, даваемая прибором, должна быть достаточной — $0',2$.
6. Прибор должен быстро одеваться на секстан, не требуя никаких выверок.

Пусть дуга ADB (рис. 1) представляет собой поверхность земного шара, $CD = d$ — высоту глаза наблюдателя, HR — плоскость истинного горизонта, проходящую через глаз наблюдателя, EE_1 — плоскость видимого горизонта и угол $n = HCE = RCE'$ — угол наклонения горизонта, соответствующий высоте глаза d .

Из рис. 1 видно, что, если измерить (через наدير) угол $ECE' = \alpha$ между правой и левой линиями видимого горизонта наблюдателя, то угол n легко определится из уравнения

$$\alpha + 2n = 180^\circ,$$

откуда

$$n = \frac{180^\circ - \alpha}{2}.$$

Вся трудность практического разрешения вопроса заключается, как видно, только в том, что надо измерить секстаном угол α , очень близкий к 180° , в то время как обычное устройство секстана позволяет измерить углы не более $140-150^\circ$.

Для возможности измерения секстаном угла α разделим его (рис. 2) на две почти равные части: на угол α_1 и угол β . Примем при этом угол α_1 равным точно 90° , тогда на долю угла β придется несколько меньше 90° (на величину $2n$).

Первый угол α_1 измеряется тем, что на пути хода лучей H' от левой половины горизонта, считая от наблюдателя (на рис. 2 луч H' показан идущим справа), вводится перед объективом трубы секстана призма полного внутреннего отражения с углом отклонения точно в 90° . Наличие ее позволяет, держа трубу секстана повернутой вертикально вниз, видеть постоянно в ее поле зрения левую половину горизонта.

Что же касается второго угла β , то он может быть удобно измерен секстаном обычным способом, как угол, величина которого значительно меньше предельного угла, измеряемого секстаном.

Таким образом, если мы поставим алидаду на отсчет около 90° и расположим трубу секстана вертикально вниз, то мы одновременно увидим в поле зрения ее (так как $\psi = 5^\circ$) правую и левую линии горизонта.

Совместив их точно между собой, получим отсчет

$$\beta = 90^\circ - 2n,$$

откуда определится наклонение горизонта

$$n = \frac{90^\circ - \beta}{2}.$$

Приспособление в целом состоит всего из трех частей:

- 1) оптической части — в виде одной целой (т. е. не склеенной) призмы полного внутреннего отражения системы Волластона;
- 2) оправы призмы, в которой призма закрепляется;
- 3) основания в виде прочной пластины, на которую устанавливается кронштейн и к которой крепится призма при помощи лапчатых захватов.

Для обеспечения призме положения, параллельного плоскости лимба секстана (достаточна точность до $0',5$), внутри оправы имеются регулировочные винтики.

Общий вес всего приспособления около 200 г; все металлические части выполнены из алюминия.

Габариты кронштейна (вместе с установленной в нем призмой) около 5×5 см.

При конструировании прибора особое внимание было обращено на возможно простое устройство оптики и на то, чтобы прибор не требовал выверки при пользовании им на корабле.

Для устранения дальнейших сомнений в вопросе о выверках упомянем о заводской выверке прибора.

При изготовлении прибора производятся две выверки:

1. Элементы призмы, т. е. все углы ее, проверяются с большой точностью (до 1") в оптической лаборатории завода; результаты проверки указываются в аттестате призмы.

Допускаемое отклонение в угле $\alpha_1 = \pm 3''$.

2. Положение призмы (относительно секстана) проверяется только в одном направлении, а именно, призма должна быть расположена параллельно плоскости лимба секстана для того, чтобы измеряемый ею угол α_1 лежал в плоскости лимба секстана. Эта проверка производится на приборе Фусса довольно грубо: с точностью до 0°,5, ибо косинусы малых углов очень близки к единице.

Положение же граней призмы, образующих прямой угол относительно направления падающих на них лучей (т. е. оси трубы), роли не играет, ибо призма Волластона подобно призме Пранделя дает всегда отклонения $\alpha = 90^\circ$, независимо от направления падающего луча.

В редком случае механического повреждения основания прибора (например, от сильного удара) правильность положения призмы можно проверить при помощи уровня или квадранта следующим образом.

При помощи квадранта секстан устанавливается (на берегу) так, чтобы плоскость лимба заняла горизонтальное положение (с точностью до 0°,25).

Если основание прибора установлено правильно, то верхняя боковая грань призмы должна занимать горизонтальное положение (с точностью до 0°,25).

Готовый прибор при пользовании им на корабле никакой выверки не требует.

Если же он потребует выверки, добиваются правильного его положения при помощи регулировочных винтов.

1. Алидада ставится на отсчет около 90° и закрепляется.

2. Прибор устанавливается на основание, для чего лапчатые захваты пропускаются через имеющееся в основании отверстие.

3. Располагают раму секстана в плоскости вертикала наблюдаемого светила так, чтобы труба секстана смотрела вертикально вниз.

4. При наблюдении в трубу будут видны левая и правая линии горизонта, несколькими разведенными линиями, пересекающимися между собой и различной яркости.

Для возможности точного сведения изображений обеих линий горизонта необходимо, во-первых, уравнять по яркости оба изображения, а во-вторых, привести их в положение, параллельное друг другу.

Первое достигается поднятием или опусканием трубы секстана над плоскостью лимба, как обычно. Второе условие достигается легким покачиванием рамы секстана в вертикальной плоскости (плоскости вертикала светила).

5. При достижении на момент параллельного положения обеих линий необходимо точно свести их в одно при помощи микрометрического винта, после чего делают отсчет по лимбу, который должен получиться обычно менее 90° (при $i \leq 1-2'$ и положительном n).

Для большей точности производится не одно наблюдение, а серия в 5 или 3 отчета, в зависимости от условий наблюдения: чем хуже условия, тем больше наблюдений.

Пример. Погрешность индекса секстана: $i = +1',6$.

Серия наблюдений угла наклонения горизонта дала следующие результаты:

89°52',3
89°52',5
89°52',7

Найти угол наклонения горизонта.

Решение.

а) Рассчитываем средний результат:

$\alpha_{\text{ср}} = 89^\circ 52',5;$

б) исправляем его величиной i :

$$\alpha'_{cp} = 89^\circ 52' 5 + 1' 6 = 89^\circ 54' 1;$$

в) рассчитываем n :

$$2n = 90^\circ - \alpha'_{cp} = 90^\circ - 89^\circ 54' 1 = +5' 9.$$

Лабораторные испытания опытного образца показали, что прибор в целом отвечает всем требованиям, предъявленным к нему при проектировании.

Таким образом, можно считать, что этот прибор по сравнению с аналогичными заграничными (системы Блиша, Кольшюттера и Косса), а также по сравнению с проектом проф. Каврайского имеет следующие преимущества перед ними:

1. Позволяет определять наклонение горизонта даже на качке.
2. Яркость обоих изображений горизонта значительно выше, чем у заграничных. Это достигнуто следующими мерами:
а) размеры призмы взяты очень малые, тогда как у Блиша длина призмы около 10 см;

б) применена призма полного внутреннего отражения;

в) призма системы Волластона с острыми и тонкими очертаниями меньше закрывает объектив трубы, чем призма Пранделя, что несколько увеличивает освещенность отраженного изображения;

г) призма состоит всего из одного куска стекла; помимо того, что это дает яркость изображения, это еще упрощает и изготовление и выверку призмы.

3. Прибор позволяет производить уравнивание яркости изображений.

По сравнению с прибором Пульфриха приспособление несколько ему уступает (поскольку оно является не самостоятельным прибором, а только приспособлением к секстану) в следующем:

а) в удобстве выполнения наблюдения (ибо вес прибора Пульфриха значительно менее, чем вес секстана с приспособлением, да и держать прибор Пульфриха удобнее);

б) в быстроте производства наблюдений и чтения отсчетов.

Однако относительными преимуществами приспособления перед прибором Пульфриха все же остается, во-первых, то, что приспособление представляет собой не отдельный прибор, а принадлежность секстана, что делает обязательным определение наклона горизонта при каждом астрономическом наблюдении секстаном в море, и во-вторых, приспособление избавляет от импорта.

С. С. Агафонов

ПЛОВУЧЕСТЬ МОРСКОГО ЛЬДА

В последнее время часто приходится перевозить по морскому льду грузы, а также производить выгрузку на лед. В то же время почти неизвестно, какой груз можно выгружать на лед, не подвергая его опасности потопления.

Рассмотрим в первом приближении вопрос о пловучести морского льда.

Пловучесть морского льда зависит от его плотности, причем зависимость существует здесь обратная: чем плотнее лед, тем меньше его пловучесть, и обратно. Но это справедливо только в отношении зимнего льда. Под таким названием условимся понимать всякий лед, который совершенно не подвергался процессу таяния. Лед же, вся масса которого была охвачена процессом таяния, будем называть весенним льдом. Зависимость пловучести весеннего льда от его плотности — прямая, т. е. чем лед плотнее, тем больше его пловучесть; лед малой плотности имеет малую пловучесть. Сказанное подтверждаем примерами.

Плотность зимнего льда бывает от 0,900 до 0,924; если на 1 куб. дм льда с плотностью 0,900 положить груз в 100 г, он потеряет пловучесть; 1 куб. дм льда с плотностью 0,924 теряет пловучесть от груза в 5 г и т. д. Весенний лед имеет плотность от 0,900 до 0,839; понижение плотности весеннего льда происходит вследствие таяния льда и образования пустот, заполняемых водой. Если ввести поправку на объем, занятый водой в единице объема весеннего льда, то его плотность будет лежать в пределах 0,977—0,993, т. е. на 1 куб. дм льда достаточно положить груз в 7 г и лед потеряет свою пловучесть. Практически такой лед не пригоден ни для передвижения по нему, ни для размещения груза на нем.

Из определений плотности полярного морского льда следует, что максимальная плотность льда бывает 0,924, а минимальная — 0,839.

На основании указанных данных и составлена «Таблица предельных нагрузок на поверхность морского льда». При пользовании данной таблицей нужно, однако,

иметь в виду, что в ней дан предельный вес груза, который можно положить на соответствующий лед и в зависимости от того, какой запас пловучести желают получить, нужно соответственно уменьшать вес груза, указанный в таблице. Для мертвого неподвижного груза достаточно уменьшение указанного в таблице веса на 10%.

Таблица предельных нагрузок на поверхность морского льда

Толщина льда (в см)	Предельная нагрузка (в кг)	
	зимний лед	весенний лед
	на 1 кв. м	на 1 кв. м
10	7,6	0,8
20	15,2	1,6
30	22,8	2,4
40	30,4	3,2
50	38,0	4,0
60	45,6	4,8
70	53,2	5,6
80	60,8	6,4
90	68,4	7,2
100	76,0	8,0
110	83,5	8,8
120	91,2	9,6
130	98,8	10,4
140	106,4	11,2
150	114,0	12,0
160	121,6	12,8
170	129,2	13,6
180	136,8	14,4
190	144,4	15,2
200	152,0	16,0
300	228,0	24,0

В. С. Назаров

ИЗ ИСТОРИИ ЭКСПЕДИЦИЙ ПАХТУСОВА НА НОВУЮ ЗЕМЛЮ

Ниже помещаются копии найденных в делах архива бывшего Архангельского военного порта (закрыт в 1861 г.) документов, относящихся к экспедициям Пахтусова на Новую Землю: первой — в 1832—1833 гг. и второй — в 1834—1835 гг.

Инициатива возобновления забытых морских торговых путей XVI и XVII столетий из Белого моря в реки Обь и Енисей принадлежала ученому «форшмейстеру» Клокову, проживавшему в 30-х годах минувшего столетия в Архангельске и разработавшему для этого соответствующий проект.

В то же самое время с проектом описи восточного берега Новой Земли выступил Пахтусов. Клоков, познакомившись с Пахтусовым, встретил с его стороны горячее сочувствие своим планам и нашел в нем того человека, которому безбоязненно, с надеждой на успех, можно было поручить выполнение задуманного предприятия.

Архангельский купец Вильгельм Брант с сыном принял на себя субсидирование экспедиции и подал 14 апреля 1832 г. заявление, копию которого мы ниже печатаем.

Второй документ — прошение промышленников Еремина и Челузгина — рисует первую их встречу с Пахтусовым в Маточкином Шаре в июне 1835 г., а потом и вторую — в июле того же года, когда они обнаружили Пахтусова около его судна, которое было раздавлено льдами. Из этого документа видно, какую

огромную помощь оказали Еремин и Челузгин Пахтусову, выручив его из беды и дав ему для продолжения описанных работ свой большой карбас, на котором ранее они делали «дальние разъезды для промысла моржей».

Ни на одном из этих документов, адресованных адмиралу Галлу, резолюций последнего нет.

П. И. Башмаков

*Его Высокопревосходительству Господину
Архангельскому губернатору, Главному
Архангельского порта командиру, Адмиралу
и кавалеру Роману Романовичу Галлу*

Коммерции советника, Архангельского 1-й гильдии купца Вильгельма
Бранта с сыном

ПРОШЕНИЕ¹

По преданиям, собранным историками и географами, известно, что жители Архангельской губернии имели свои торговые сношения посредством мореплавания в 16-м и 17-м столетиях с жителями северной Азии при реках Оби и Енисея. Впоследствии времени плавания их от препятствующих льдов в Карском море и других естественных трудностей совершенно прекратились, и в 18-м столетии известны только морские экспедиции по повелению Императрицы Анны Иоанновны, которые описали берега от города Архангельска к востоку до Шалопотского мыса; партикулярным же иждивением хотя и были деланы Архангельскими купцами Лобановым и Барминими покушения к возобновлению тех прежних сношений с берегами соседственной Сибири, но оне были неудачны и после сего прошло уже слишком 60 лет, как никто более не предпринимал туда из Архангельска плавания.

Советник Правления Северного Округа Корабельных лесов ученый форшмейстер 9-го класса Клоков, видя из описаний, что неудачи последних плаваний на иждивениях Лобанова и Бармина произошли от разных препятствующих причин, из коих главные были неудобность и неблагонадежность судов, на которых предпринимались эти поиски, — составил проект, как лучше и ближе достигнуть можно морским путем до устья реки Енисея с тем, чтобы присоединить к этому и описание берегов: восточного Новой Земли и Карского моря, каковой проект сообщив нам для входу в торговые сношения с Тобольскою, Енисейскою и прочими за Уральскими губерниями, отыскал при том и желающих начальствовать сими экспедициями и выполнить цель оных.

Находя предложение Советника Клокова, ежели исполнение оного увенчается счастливым успехом, действительно полезным для означенного края, который имеет ныне только сухопутные сношения с Европейскою Россиею, — и разделяя его соревнование к пользе общественной и распространению и улучшению Сибирской торговли, плоды коей доставят средства мирным жителям Азиатской России к благоденствию, — мы намереваемся отправить своим иждивением к восточному берегу Новой Земли, в Карскую губу и к устью реки Енисея для узнания удобности плавания по Карскому и Сибирскому морям, три мореходных судна, препоруча исполнение сих экспедиций изъявившим по приглашению Советника Клокова на то желание: 24 Флотского экипажа Лейтенанту Кротову, Корпуса Флотских Штурманов Подпоручикам Пахтусову и Казакову и Кондуктору Крапивину, почему на основании указа 9-го апреля 1802 года, мнения Государственного Совета Высочайше утвержденного 12 февраля 1830 года и приказа Г. Начальника Главного Морского Штаба Его Императорского Величества 9 сентября 1831 года за № 86-м имеем честь покорнейше просить Ваше Высокопревосходительство об исходатайствовании сим лицам начальственного разрешения на вышеупомянутое предприятие, которое не токмо для торговых сношений, но и для географических открытий и описания столь мало известного еще края, весьма будет полезно.

Вильгельм Брант с сыном

Апреля 14 дня 1832 г.

¹ Печатается с оригинала, без исправления орфографии. (Редакция.)

*Его Высокопревосходительству Господину
Адмиралу, Архангельскому военному Губер-
натору, управляющему и Гражданскою
частью и разных орденов Кавалеру Роману
Романовичу Галлу*

*Сумского посада мещан Афанасия
Еремина и Ивана Челузгина*

ПОКОРНЕЙШЕЕ ПРОШЕНИЕ ¹

В минувшую 1835 г. навигацию будучи на собственном нашем судне на Новой Земле для промысла рыбы Гольцев и зверей моржей и белуг, по приходе-же нашем к Новой земле Случилось пристать Карбасом к месту называемому маточкиному шару, где увидевши на берегу лежащую Лопату, пешню да и шепу то и разсудили, что в сем месте должны находиться Люди а при том как мы известны что оставался в зимовку с двумя Казенными Судами Г. Пахтусов, и 21 числа июня при тихой и ясной погоде пойдя Афанасий Еремин с Двумя работниками узнавать людей прошед около 10 верст берегом в маточкин шар где река Чиракина, в коей увидели избу и дошли к оной и Совершенно узнали что находится Г. пахтусов с командою и из числа оной, по его пахтусова объявлению, по зиме два Матроса померли, а прочие живы иблагополучны, то пригласив его пахтусова с двумя матрозами к себе на судно для узнания отнего где более бывает моржей зверей, но не долго побыв нанашем судне с ехав насвое и следовал на оном кнастоящему зимовью; после чего, 2 числа июля мы вышедши своим судном изшару и достигнув к месту митюшеву, куда также прибыли прежде нас на судне и Г. Пахтусов, и Судно его Лежало на якоре, откуда стога дня как мы аравно и пахтусов имели направление к губы Митюшихи, у коей в тумане 3 июля иразошлись и куда имел направление пахтусов нам неизвестно; А 7-го числа тогоже месяца прибыли мы к месту называемому полуостров Адмиралтейства и до 18 числа находились при оном Становище, и имели разъезды намалых карбасах, в 19-е число перешед судном к острову Панкратьеву и все лежащие около сего острова прочие острова окружены были льдом даже нигде невозможно было из трубы усмотреть воды, от чего пришли в самое сумнительное положение дабы окружающие льды невозпрепятствовали нашему обращению в свое место жительство, и присем положении направив зрительную трубу, по берегу вдаль из коей Едва мог Еремин заметить показывающегося подобно как человек что то такое рубит и подошедши к тому месту увидевши парусную палатку и на берегу опрокинутое верхом Судно где инашли Г. пахтусова со своей командою Состоящую в 11 человеках в Самом несчастном положении имеемое у них Судно льдами растерло алюди спаслись, итребовали от нас помощи, предоставлением его с Командою надругое Казенное Судно находящееся в Маточкином шару, вчем мы отказать неосмелились ибо оне все неимели провизии и судно их другое находилось в расстоянии 350 верст, также и неимев надежных при себе Карбасов накаких-бы можно сне расстояние переехать, приказав нам оставить промысел, и обещав что Казна вам за все за плотит безобидно, почему немедля нимало сданным мне от пахтусова двумя человеками прибыв Еремин на свое судно, и отправив к тому месту, Где потерял пахтусов свое судно и свой большой карбаз для перевозу Команды и с Экипажем на наше судно, что успели кончить благополучно, но после чего Случилось быть противные ветры недозволившие долго отправиться с Командою означенное место, то мы и потеряв немалое время, попущением промыслов рыбы гольцев, а также зверей моржей и примного трудном нашем противными ветрами следовании к маточкину шару, достигнув около 10 числа Августа перешед на казенное Судно вытребовав от нас большой Карбас для описи восточного берега, накоем имели мы дальние разъезды для промысла моржей исверх того приказал в помощь ему еще доставить и лодку, каковое приказание и исполнили вточности, доставив к нему маточкиным шаром на восточную сторону берега своими работниками от куда и возвратились ксвоему судну сданными отнего пахтусова Конвертами для доставления в Архангельск приняв к себе на судно кондуктора Цивольку, с находящимися при нем четырех матросами коих мы и доставили в Сумский Посад благополучно, а потому и осмеливаемся Вашему Высокопревосходительству изясняем онаших обстоятельствах благоразсмотреть; и покорнейше просим благодарную особу Вашу заупущенное нами более шесть недель употребленное

¹ Печатается с оригинала, без исправления орфографии. (Редакция.)

вспомоществование Г. Пахтусову и Команде его время без промысла, всравнение с прочими потерями не менее как две тысячи рублей, и отколь сие будет исходатайствовать нам нижайшим за понесенный нами убыток и доставление казенных Людей и пропитание их надлежащее удовлетворение, и остаемся вожидании милостивой резолюции Февраля 7 дня 1836 г. прошение писал со слов просителей Сумской мещанин Иван Вязьмин.

К Сему прошению велением отца своего родного Афанасия Еремина-занеумением его грамоты сын родной Александр Еремин руку приложил.

К сему прошению прошением мещанина Ивана Челузгина занеумением его грамоты поличному прошению Сумский мещанин Николай Демидов руку приложил.

ОПЕЧАТКИ, ЗАМЕЧЕННЫЕ В СБОРНИКЕ „СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ“

В выпуске V, в статье Киреева, „Экспериментальный способ определения дрейфа“

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
15	Пример	6. lg I	6. lg l
15	Пример	16 . . . (в углах)	16 . . . (в узлах)
21	11	гидрографических	гидрологических

В выпуске VII, в статье Киреева, „Поправка на отклонение лотлиния от вертикали“

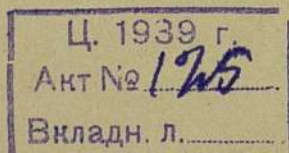
11	11—17 сверху	Но даже . . .	Всю фразу надо зачеркнуть.
13	13	Здесь же вопрос об измерении сравнительно небольших глубин, примерно не свыше 500 м, существенных даже	Здесь же идет речь об измерении сравнительно небольших глубин, примерно не свыше 500 м, и существенных далее
13	8 снизу	—	Нумерация вертикальных граф от № 1 по № 23 включительно.
18	Головка табл. 1	—	Кг
18	Табл. 1, графа 11	кг (4) $\div p_0 - y_k - (9)$	y_k (4) $\div p_0 - (9)$
20	2 сверху	табл. 1	табл. 2
22	Рис. 5	ИИ ₁	UU ₁
24	Сноска	См., например, Ф. Л. Миддендорф. Рангоут и такелаж судов. Изд. Отд. торгового мореплавания, Петербург, 1912; Бернард Лоу, Остойчивость и равновесие плавающих тел. Перев. с нем., изд. К. Л. Риккера, Петербург, 1905.	См., например, Ф. Л. Миддендорф. Рангоут и такелаж судов. Перев. с нем., изд. К. Л. Риккера, Петербург, 1905; А. П. Шершов. Устройство и теория корабля. Изд. Отд. Торгового мореплавания, Петербург, 1912; Бернард Лоу. Остойчивость и равновесие плавающих тел, 1917 г.
27	14 сверху	$\frac{dN}{ds} = p_0 \cdot \frac{dy}{ds} = 0 \quad (25)$	$\frac{dN}{ds} - p_0 \cdot \frac{dy}{ds} = 0 \quad (25)$
29	11	r	φ
32	3	так как	то есть
32	20	толщиной	толще
40	2—в верхнем пределе первого интеграла во второй части равенства	α_s	α_0
40	11 снизу	$y = l \cdot k (\alpha_0)$	$y = l \cdot K (\alpha_0)$
40	2	(44)	(45)
42	12 сверху	(47)	(48)
43	1 снизу	(44)	(45)
44	11 сверху	(45)	(46)
44	14	(44)	(45)
44	17	(44)	(45)
45	4	x	x_0
45	9	100	1000
49	22	но на отсчете $l = 600$ м	но на отсчете $l = 600$ м угол x_0

Технический редактор *А. А. Соловейчик.*

Корректор *М. Т. Иванова.*

Сдано в набор 13 ноября 1938 года. Подписано к печати 28 марта 1939 года.
Бумага 72×105. Печ. л. 4³/₄. Бум. л. 2¹/₈. Уч.-авт. л. 6¹/₄. 110000 тип. зн. в б. л.
Леноблгорлит № 1375. Тираж 750. Издание № 40. Инд. П 48. Заказ № 3093.

Типография „Коминтерн“. Ленинград, Красная ул., 1.





1953

Цена 4 руб.

544 8

35-19

104-11

125