

№ 9049

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАВИГАЦИИ И ОКЕАНОГРАФИИ



РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО АСТРОНАВИГАЦИОННОМУ ОРИЕНТИРОВАНИЮ
ПРИ ПЛАВАНИИ С ПОВРЕЖДЕННЫМИ
ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ НАВИГАЦИИ
И НА СПАСАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВАХ

1983

Настоящие рекомендации предназначены для ориентирования на море в условиях, когда не могут быть применены современные технические средства навигации, штатные мореходные инструменты и вычислительные средства. Они содержат упрощенные пособия для астронавигационных вычислений, описания простейших мореходных инструментов (которые можно изготовить из подручных материалов), а также рекомендации по ориентированию во времени, по ориентированию в направлении движения корабля или спасательного средства, по определению места корабля (спасательного средства) посредством наблюдений небесных светил. Эти рекомендации будут полезны также для независимого приближенного контроля за работой технических средств навигации, который позволит выявить сбои в их работе и предотвратить навигационные промахи, ведущие к аварийной ситуации.

Изложение рекомендаций рассчитано на все категории моряков Военно-Морского Флота, морского и рыболовного флотов, летчиков морской авиации, в том числе и на лиц, не имеющих профессиональной штурманской подготовки. Действие рекомендаций не ограничено каким-либо районом плавания, приведенные астронавигационные таблицы гарантируют достаточную точность ориентирования до 2005 года.

При плавании на спасательных средствах рекомендуется применять Комплект шлюпочных карт № 1 (карты 19—24) изд. ГУ МО, 1971.

Рекомендации составлены профессором Р. А. Скубко и Ю. П. Ереминым и проведены в морских условиях Ю. П. Ереминым, М. Ю. Шкатовым и А. И. Желтяковым.

Предложения и замечания по рекомендациям надлежит направлять в Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны по адресу: 199034, гор. Ленинград, В-34.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие положения	5
2. Навигационные звезды и их опознавание	14
3. Ориентирование во времени	15
4. Ориентирование по направлению движения	19
5. Ориентирование по широте места наблюдений	30
6. Ориентирование по долготы места наблюдений	33
7. Ориентирование по высотной линии положения	36
8. Солнечный астроориентатор	38

Приложения

Пособия для астронавигационного ориентирования	43
1. Опознавание звезд	45
Таблица 1. Навигационные звезды	45
Таблица 2. Календарные даты и местное (меридианное) среднее время T_m наблюдений звезд, показанных на рис. 1—4	46
2. Таблицы для вычисления координат звезд и Солнца	47
Таблица 3. Перевод часов, минут и секунд в градусы	47
Таблица 4. Вспомогательная величина R для вычисления звездного времени в градусах (выбирается входом по гринвичской дате без интерполирования)	48
Таблица 5. Поправка ΔR на год и на время суток в градусах	49
Таблица 6. Величина E и склонение δ Солнца на 0 ^h всемирного времени в градусах	49
3. Основные астронавигационные понятия и определения	52
4. График уравнивания времени η и моментов кульминации Солнца по местному (меридианному) времени (вкладка 1)	
5. Схема часовых поясов мира и стандартных времен (вкладка 2)	
6. Графики моментов восхода и захода Солнца (вкладка 3)	
7. Картографическая сетка В. В. Каврайского для графического решения задач морской астронавигации (поперечная равнопромежуточная азимутальная проекция) (вкладка 4)	
8. Полукруговой азимут истинного восхода и захода светила (вкладка 5)	
9. Длительность светлого (дневного) времени суток при наблюдениях со спасательного плота или шлюпки в северных широтах (вкладка 6)	

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В аварийной ситуации, при плавании с поврежденными техническими средствами навигации или при плавании на спасательных средствах, астронавигационное ориентирование обеспечивает определение времени, направления движения, поправки компаса, географических координат места с точностью, приемлемой для решения основных задач навигации или для наведения поисковых групп.

Методы астронавигационного ориентирования позволяют также осуществлять независимый контроль за работой технических средств навигации, дают возможность выявить сбой в работе и навигационные промахи, ведущие к авариям.

1.2. В открытом море трудно восстановить полностью потерянную ориентировку, поэтому в начале аварийного плавания необходимо принять все возможные меры для получения исходных сведений о географической широте и долготе своего места, а также о местонахождении ближайшей суши. Счисление своего пути далее следует вести непрерывно и тщательно либо с целью подойти к суше, либо с целью удерживаться в районе аварии в ожидании спасателей. Подробные указания по ведению навигационной прокладки и плаванию на спасательных средствах даны на шлюпочных картах (комплект № 1, карты 19—24) изд. ГУ МО, 1971.

1.3. При наличии навигационного секстана, точных часов, морского астрономического ежегодника, микрокалькулятора или таблиц высот и азимутов светил даже в аварийных условиях плавания задачи астронавигации решаются штурманом с обычной высокой точностью. При отсутствии этих средств или одного из них астронавигационное ориентирование вполне возможно: оно выполняется с помощью описанных в данных рекомендациях простых инструментов, пособий и методов, доступных лицам без специальной штурманской подготовки. Точность такого ориентирования вполне достаточна для плавания в аварийной ситуации.

1.4. Необходимые для приближенного астронавигационного ориентирования инструменты могут быть изготовлены самостоятельно из подручных средств (с использованием любой градусной шкалы — транспортира, маневренного планшета, изображенной на карте картушки и т. п.). В приложениях помещены необходимые пособия, обеспечивающие решение астронавигационных задач; координаты звезд и Солнца вычисляются при этом с достаточной для ориентирования точностью до 2005 года.

1.5. Перед выходом в море следует укомплектовать набор пособий и инструментов, необходимых для навигации на спасательном средстве. В составе набора целесообразно иметь шлюпочную или иную карту района плавания, комплект прокладочного инструмента (транспортир, линейку, циркуль), карандаши и резинки, перочинный нож, катушку

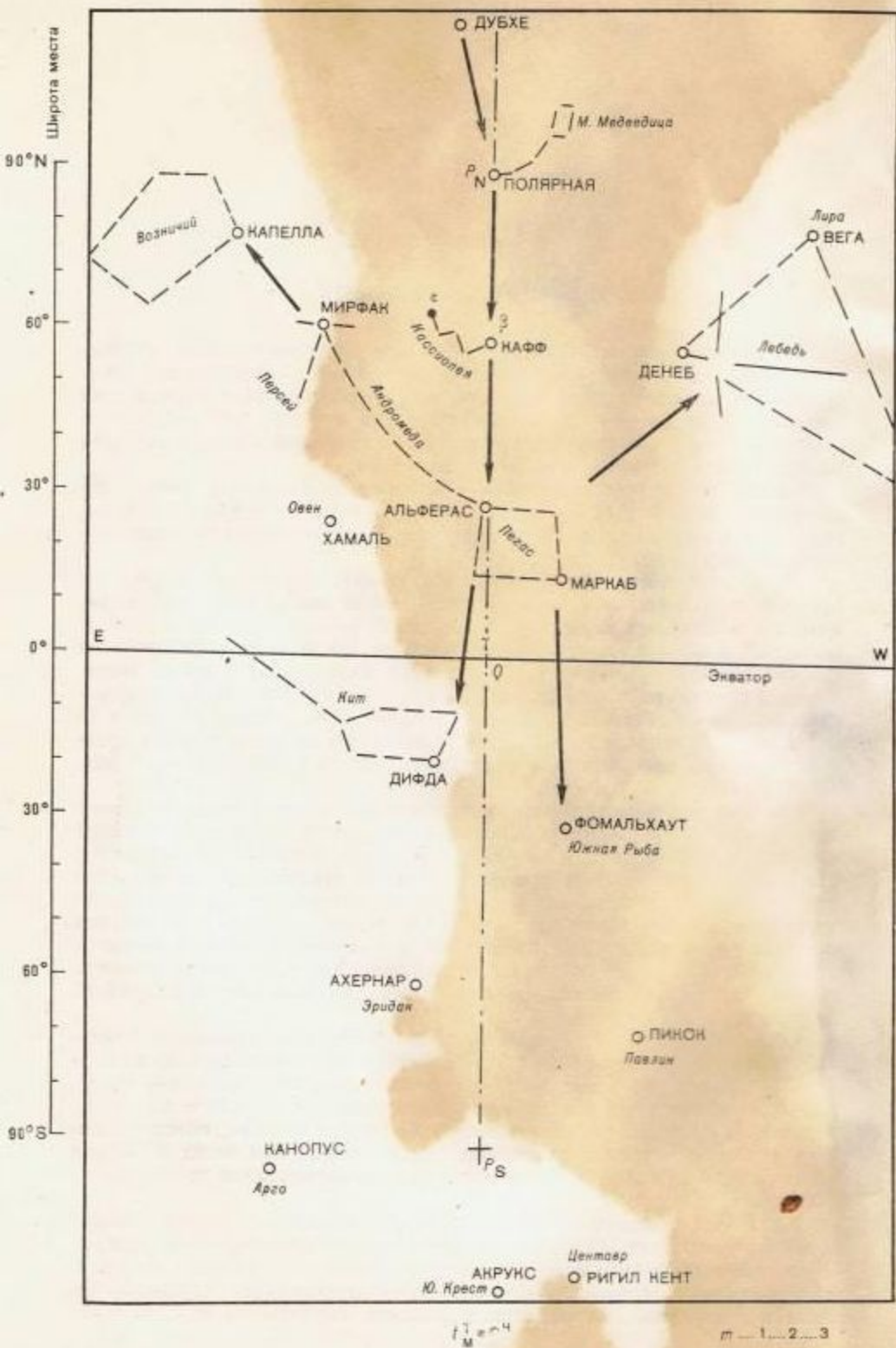


Рис. 1. Звездное небо вечером. Осень в север



ных широтах, наблюдатель смотрит на юг

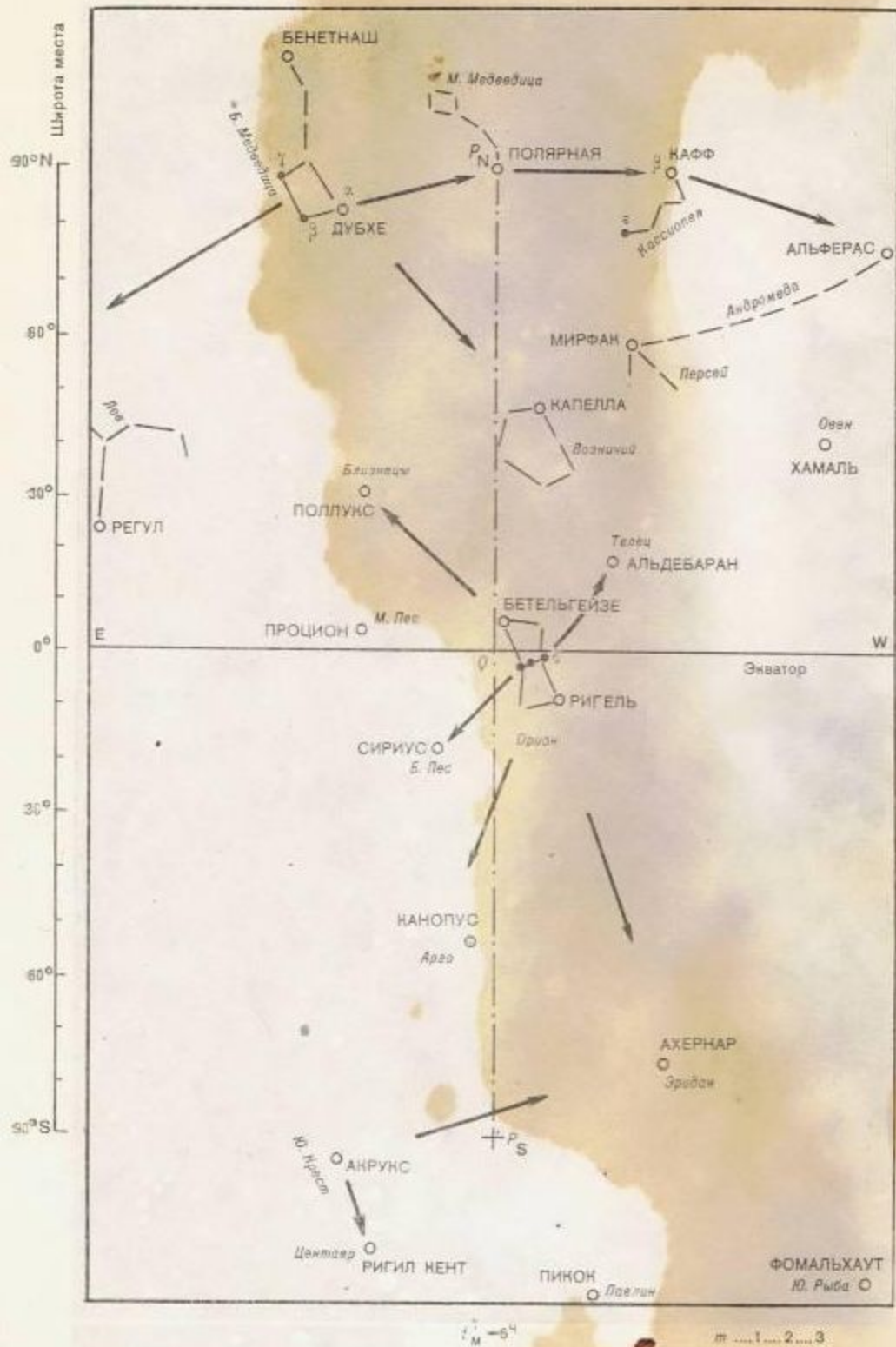
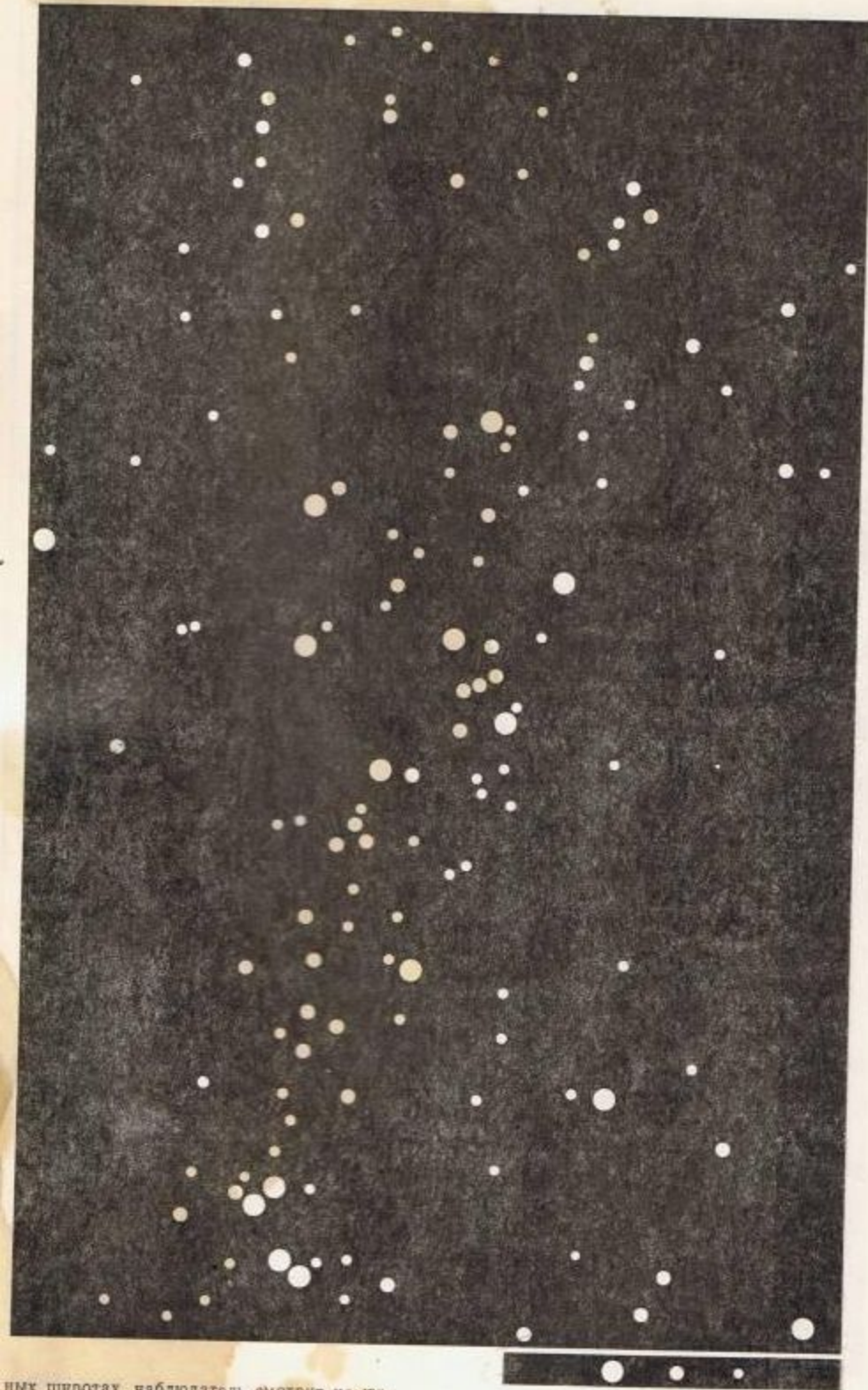
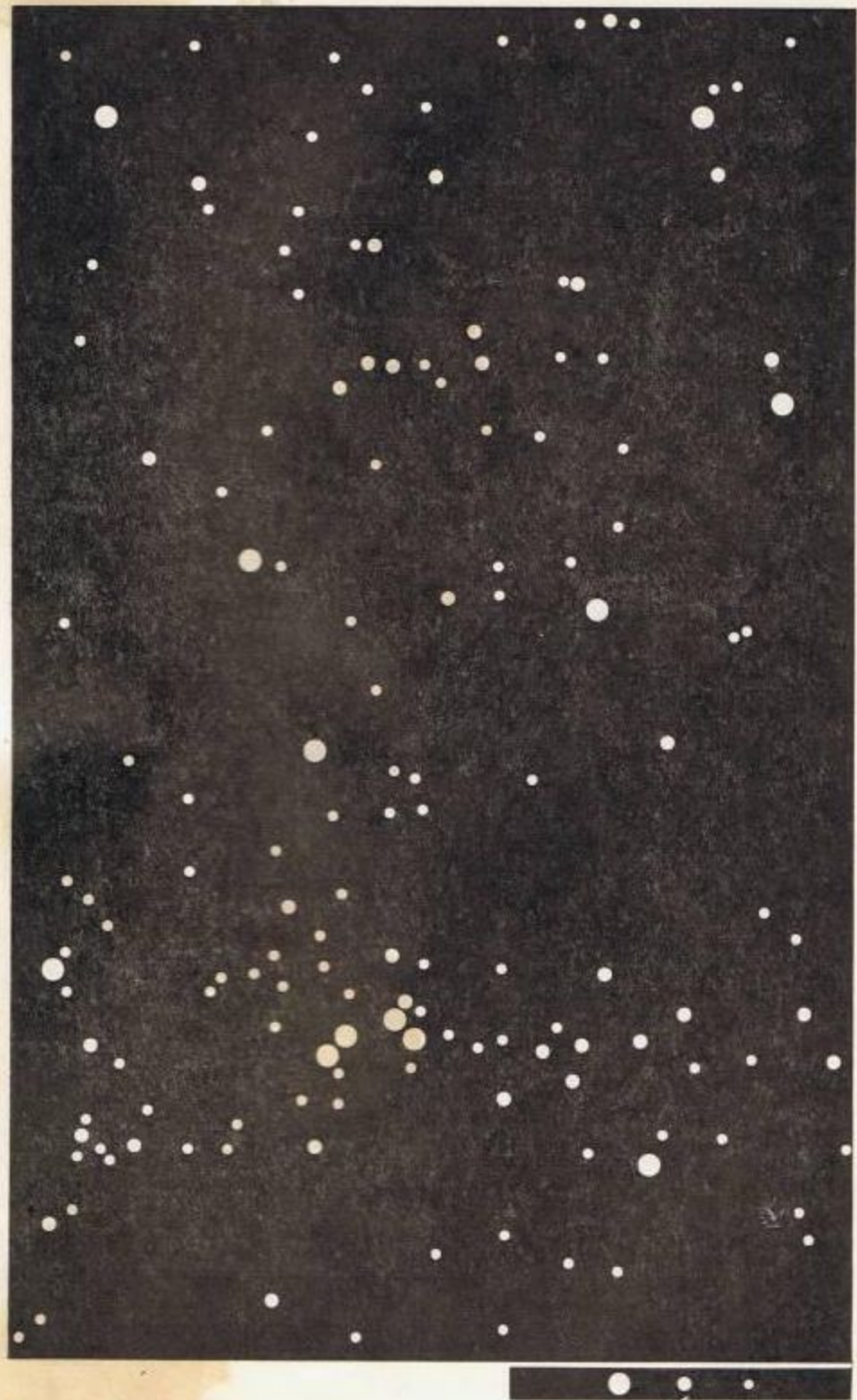


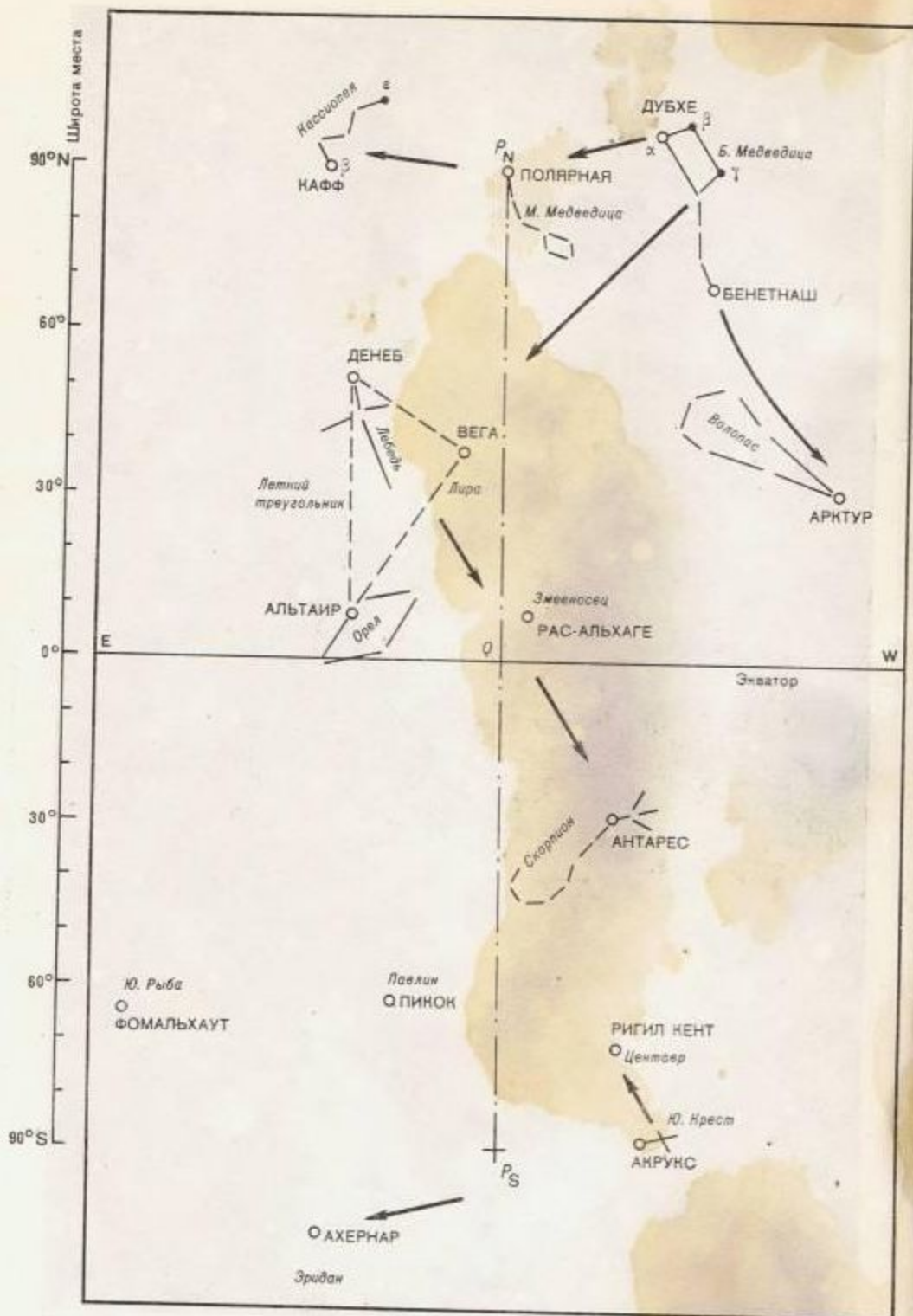
Рис. 2. Звездное небо вечером. Зима в север



ных широтах, наблюдатель смотрит на юг



ных широтах, наблюдатель смотрит на юг -



$t_M = 18^h$

$m \dots 1 \dots 2 \dots 3$

Рис. 4. Звездное небо вечером. Лето в север



ных широтах, наблюдатель смотрит на юг

крепких ниток, журнал для записей и вычислений, несколько маневренных планшетов и листов миллиметровой бумаги, магнитный компас. Место хранения набора должно быть известно личному составу.

Непосредственно при погрузке на спасательное средство необходимо взять с собой точные часы с известной поправкой (лучше всего — герметичные кварцевые, электронные); желательно также иметь секстанс и транзисторный радиоприемник. При беспокойном море погрузку снаряжения лучше производить на уже спущенное на воду спасательное средство.

1.6. Для астронавигационного ориентирования достаточно последовательно выполнять настоящие рекомендации, сообразуясь с имеющимися инструментами. Эти рекомендации не являются единственно возможными для ориентирования по светилам. На их основе можно применять другие способы, пригодные в конкретных условиях плавания.

1.7. Для применения рекомендаций достаточно уметь выполнять арифметические действия с градусной и часовой мерой углов. Порядок действий указан в программированных схемах вычислений, каждая из которых проиллюстрирована примером.

1.8. Основные понятия и определения, достаточные для пользования данными рекомендациями, а также необходимые понятия из навигации даны в приложении 3.

1.9. Контроль счисления посредством астронавигационного определения места и направления движения спасательного средства должен производиться при первой же возможности. Для повышения его точности и надежности рекомендуется выполнять серии наблюдений и выводить из них средние результаты.

1.10. Знание своего места и уверенность в правильном движении к намеченной цели важны не только для безопасности мореплавания; они являются существенным фактором для укрепления морального состояния экипажа, роль которого возрастает с каждым днем аварийного плавания.

2. НАВИГАЦИОННЫЕ ЗВЕЗДЫ И ИХ ОПОЗНАВАНИЕ

2.1. Наиболее яркие и удобные для астронавигационного ориентирования звезды перечислены в табл. 1 приложения 1. Звездное небо в различные сезоны года и в разное время ночи опознается по транспарантам и картам, изображенным на рис. 1—4.

2.2. Оpozнaвание навигационных звезд производится в первую очередь по конфигурациям созвездий, в которых они расположены. Конфигурации основных созвездий показаны на транспарантах; здесь же показаны стрелками направления от легко опознаваемых опорных созвездий на другие созвездия. Созвездие, располагающееся над головой наблюдателя, опознается по положению зенита на транспаранте: оно наносится на осевом меридиане транспаранта с помощью шкалы географических широт, помещенной слева.

Дополнительными признаками для опознавания служат видимая яркость (блеск) звезды и ее цвет. Блеск звезды оценивается ее «видимой величиной» m , указанной в табл. 1. Блеск $m=0$ имеют очень яркие звезды (например, Вега и Арктур); самая яркая звезда Сириус имеет блеск $m=-2$. Звезды с блеском $m=2$ в шесть раз слабее по блеску, чем звезды с $m=0$. На картах блеск звезд показан размерами их изображений. Цвет звезд воспринимается субъективно и при наблюдениях их вблизи горизонта изменяется в красную сторону.

2.3. Порядок опознавания звезд. По календарной дате и приближенному местному времени наблюдений T_m с помощью табл. 2 приложения 1

подберите звездную карту. Например, наблюдениям 20 мая около 20^ч по местному времени соответствует рис. 3.

Ориентируясь по широте места, найдите и опознайте созвездие, расположенное над вашей головой (см. п. 2.2). Например, в $\varphi = 55^\circ \text{ N}$ над головой будет находиться созвездие Большой Медведицы.

Совместите направление осевого меридиана карты с направлением полуденной части географического меридиана места наблюдений. В северной широте φ_N точка Q должна быть расположена над точкой юга S горизонта на высоте равной $90^\circ - \varphi_N$; в южной широте φ_S точка Q должна быть расположена над точкой севера N горизонта на высоте $90^\circ - \varphi_S$. Горизонт на карте располагается в удалении на 90° от помеченной вами точки зенита Z .

Карта охватывает участок неба, лежащий на 60° (или 4°) к востоку (E) и к западу (W) от осевого меридиана. Если вы наблюдаете на один час раньше указанного в табл. 2 времени, то ваш меридиан расположен на 15° (или 1°) правее осевого меридиана карты (если наблюдаете позже — то левее), и т. п. Например, 20 мая в широте $\varphi = 55^\circ \text{ N}$ около $T_M = 21^\circ$ на юге низко над горизонтом видна Спика, выше и восточнее — Арктур, на юго-западе виден Регул.

По опорным созвездиям можно опознать все наблюдаемые в вашем районе навигационные звезды.

3. ОРИЕНТИРОВАНИЕ ВО ВРЕМЕНИ

3.1. При отсутствии часов (или при потере информации о времени) ориентирование во времени может быть произведено по наблюдениям за расположением Солнца и некоторых звезд на небосводе.

3.2. *Определение местного солнечного времени по наблюдениям Солнца* может быть выполнено глазомерно путем приближенной оценки его часового угла (в Северном полушарии — рис. 5 «а», в Южном полушарии — рис. 5 «б»):

— установите с помощью компаса направление линии меридиана (полуденной линии) $N-S$ и оцените положение небесного местного меридиана NZS ; это направление соответствует направлению тени от вертикального шеста OZ в тот момент дня, когда она имеет наименьшую длину, а Солнце — наибольшую высоту;

— по широте места φ рассчитайте угол $90^\circ - \varphi$ и оцените положение экватора EQW на небосводе: точка Q располагается на удалении $90^\circ - \varphi$ от точки S в северной широте (или от точки N — в южной широте);

— глазомерно оцените часовой угол Солнца t — дугу экватора от точки Q до меридиана Солнца, учитывая, что дуга $QW = QE = 90^\circ$ (или 6°); точность отсчета t будет выше, если использовать циферблат часов, расположенный в плоскости экватора, и удвоить сделанный по нему отсчет;

— вычислите местное солнечное время:

$$T_M = 12^h + t_W,$$

если Солнце наблюдали к западу от меридиана места;

$$T_M = 12^h - t_E,$$

если Солнце наблюдали к востоку от меридиана места.

Пример 1. В широте $\varphi = 45^\circ \text{ N}$ из наблюдения приближенно оценили $t_W = 15^\circ = 1^h$, что показано на рис. 5 «а».

Вычислили:

$$T_M^\odot = 12^h + 1^h = 13^h.$$

Пример 2. В широте $\varphi = 55^\circ \text{ S}$ из наблюдения приближенно оценили $t_E = 1,5^h$, что показано на рис. 5 «б».

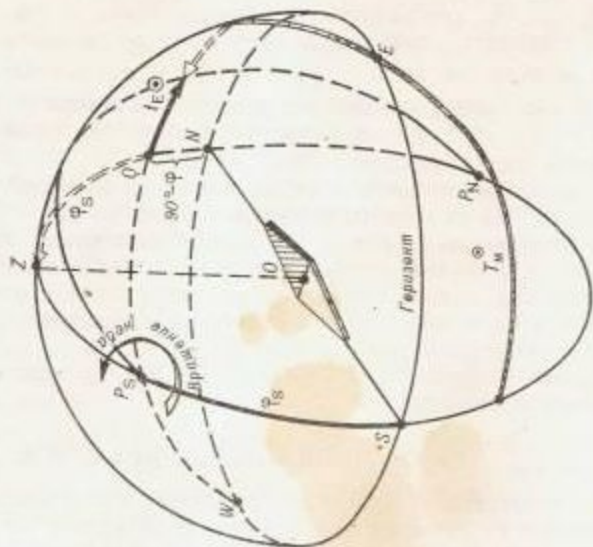
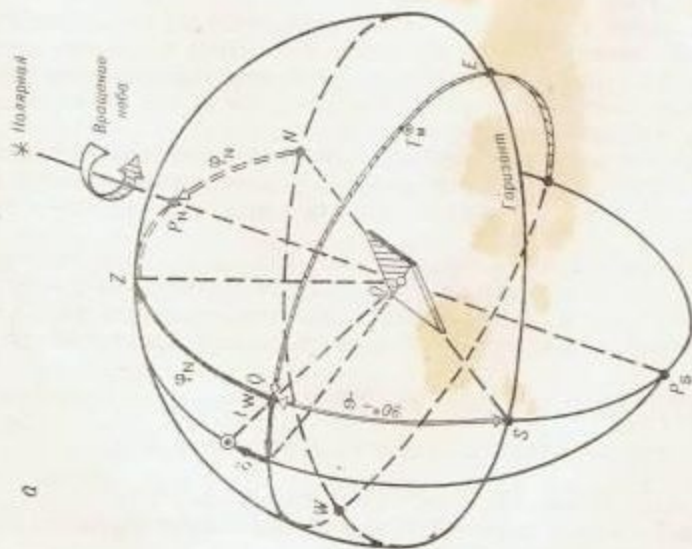


Рис. 5. Ориентирование по времени по часовому углу Солнца с помощью компаса

$$T_m^{\odot} = 12^h - 1,5^h = 10,5^h.$$

3.3. *Определение местного солнечного времени и местного среднего времени по солнечным часам.* Изготовьте экваториальные солнечные часы, как показано на рис. 6. Плоскость их циферблата совместите с плоскостью экватора, приподняв для этого ее на угол $90^\circ - \varphi$ над горизонтом (φ — широта вашего места). Ориентируясь по компасу, совместите линию циферблата 12—24 с направлением полуденной линии $N-S$ (принимая во внимание магнитное склонение в вашем районе, указанное на карте).

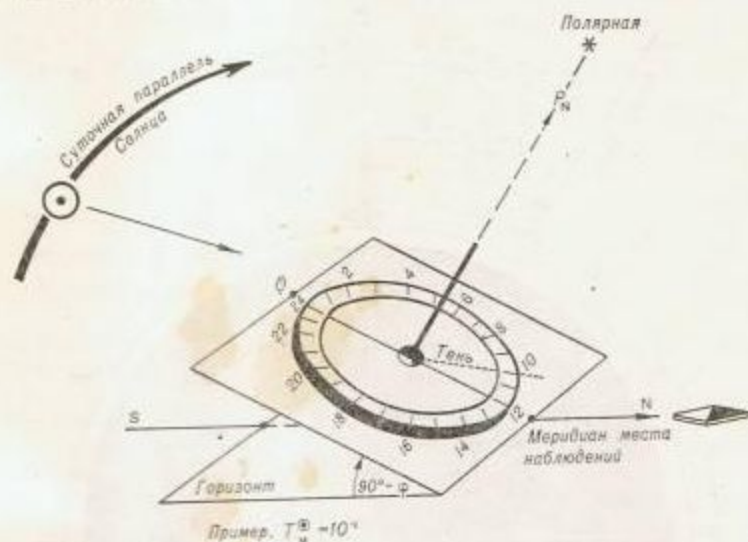


Рис. 6. Экваториальные солнечные часы с равномерной шкалой

Тень от стержня, установленного в центре циферблата, укажет местное солнечное время $T_m^{\odot}$.

Пример 3. В широте $\varphi = 60^\circ N$ точку Q циферблата солнечных часов приподняли на угол $90^\circ - \varphi = 30^\circ$ над точкой S горизонта, отсчет 12^h направили в сторону повышенного полюса P_N . Угол между линией 24—12 на циферблате и тенью равен $30^\circ = 2^h$; отсчет местного солнечного времени $T_m^{\odot} = 10^h$.

Величину уравнения времени η получим по графику приложения 4, входя в него по календарной дате и, придав его с указанным знаком к $T_m^{\odot}$, получим местное среднее время T_m .

Пример 4. 1 октября определили $\eta = -10$ мин.

По солнечным часам было $T_m^{\odot} = 10^h00^m$

Уравнение времени $\eta = -10$

Местное среднее время $T_m = 9^h50^m$

Полученное T_m может иметь погрешность до 3^m .

Местное среднее время отличается от поясного времени района плавания не более чем на 30 мин (см. приложения 3 и 5).

3.4. *Определение местного среднего времени по моменту восхода или захода Солнца.* По графикам моментов восхода и захода Солнца (приложение 6) найдите местное среднее время этого явления, входя с календарной датой и широтой места. Наблюдая вблизи уровня моря

видимый восход или заход верхнего края Солнца, установите ваши часы на соответственно вычисленный момент T_m .

Пример 5. В широте $28^\circ N$ 2 июля наблюдали восход верхнего края Солнца; установили часы по местному среднему времени $T_m = 5^h 05^m$, полученному по графику приложения 6.

В широтах до 70° погрешность T_m не будет превышать 5^m .

3.5. Определение местного среднего времени по звездам. Местное среднее время можно получить посредством глазомерной оценки часовых углов некоторых звезд:

а) найдите на небе созвездие Большой Медведицы и Полярную звезду, а также созвездие Кассиопеи (см. рис. 1—4);

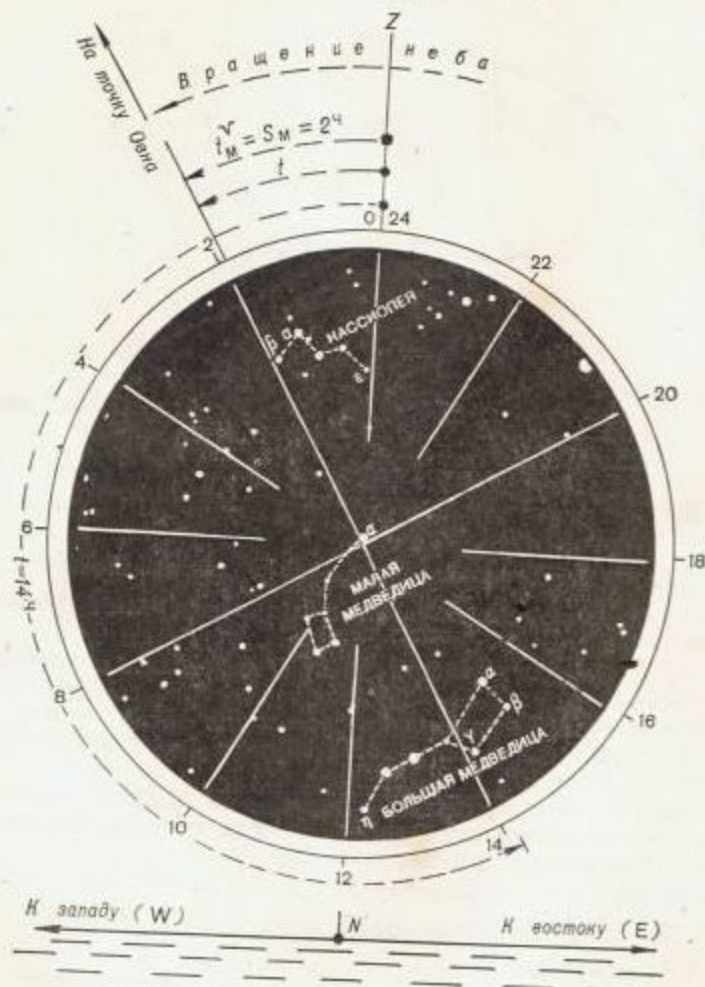


Рис. 7. Ориентирование во времени по звездам при плавании в северном полушарии

б) мысленно проведите через Полярную звезду линию ZN , перпендикулярную горизонту (рис. 7); глазомерно оцените угол между этой линией и линией, идущей от Полярной звезды к звезде Кафф (з Кассиопеи), либо от Полярной звезды к звезде Фекда (γ Большой Медведицы); в результате получится часовый угол звезды t .

Отсчет часового угла t ведите, как показано на рис. 7 (от полуденной части местного меридиана: Z — Полярная), используя в качестве масштаба углы, равные 2 ч (30°):

Кафф — Полярная — ϵ Кассиопея,
Фекда — Полярная — η Большой Медведицы,
измеряя их в сторону вращения неба (к западу);

в) если вы наблюдали звезду Кафф, то измеренный угол t равен звездному времени S_m ; если вы наблюдали звезду Фекда, то звездное время меньше угла t на 12 ч;

г) из приложения 4 по календарной дате выберите вспомогательную величину B и прибавьте ее к звездному времени; в результате получите местное время T_m . Приблизительно величина B в середине сентября равна 24^h и далее каждые сутки уменьшается на 4^h , каждые 15 суток — на 1^h и т. д.

Пример 6. Наблюдали в широте $\varphi = 60^\circ N$ 22 декабря:

	звезду Кафф	звезду Фекда
Измеренный угол t	2^h	14^h
(рис. 7)		-12
Звездное время S_m	2	2^h
Величина B из приложения 4	$+18$	$+18$
Местное время T_m	20^h	20^h

При тщательных измерениях среднее время по звездам оценивается с погрешностью до 10 мин.

3.6. Определение момента полудня по среднему времени и поправки часов. Момент полудня соответствует моменту наименьшей солнечной тени от вертикально установленного шеста. Момент полудня будет зарегистрирован точнее, если по часам заметить моменты наступления тени равной длины до и после полудня, и затем осреднить результаты. Местное среднее время в момент полудня находится из приложения 4 по графику η и шкале T_m слева. Например, 16 декабря: $T_m = 11^h56^m$ и если по часам полдень зарегистрирован в 12^h10^m , то ваши часы идут на 14 мин впереди верного местного среднего времени T_m (поправка часов $\Delta t_c = -14^m$).

4. ОРИЕНТИРОВАНИЕ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯ

4.1. Направление движения можно непосредственно определять по наблюдениям светила (рис. 8), если известен его истинный пеленг (азимут в круговом счете) в момент наблюдений. Если имеется компас, то по наблюдениям светила определяется его поправка как разность истинного и компасного пеленгов светила в один и тот же момент времени. Ориентирование по направлению и определение поправки компаса будут тем точнее, чем ближе к горизонту наблюдалось светило.

4.2. Управлять движением по намеченному пути надлежит удерживая светило на необходимом курсовом угле левого борта ($KУ$ л. б.) или правого борта ($KУ$ п. б.). Истинный курс вычисляется по формуле

$$IK = ИП + KУ \text{ л.б. или } IK = ИП - KУ \text{ п.б.}$$

Путь получим после исправления истинного курса величиной дрейфа и сноса. Снос оценивается исходя из указанного на карте течения и результатов нескольких астронавигационных определений места. О величине угла дрейфа можно судить по отклонению кильватерной струи от диаметральной плоскости судна (плавсредства).

Порядок действий	Содержание и правила выполнения	Решение
8	Вычислить гринвичский часовой угол: $8 = 4 + 5 + 6 + 7$	$t_{гр} = 507,9^\circ$
9	Отнять 360° , если сумма более 360°	-360°
10	Гринвичский часовой угол: $10 = 8 - 9$	$t_{гр} = 147,9^\circ$
11	Прибавить восточную долготу места или отнять западную долготу λ	$+152,1 \text{ E}$
12*	Западный часовой угол: $12 = 10 \pm 11$	$t_M = 300,0 \text{ W}$
13	Если западный часовой угол более 180° , то вычислить восточный часовой угол звезды: $t_E = 360^\circ - t_W$	$t_M = 60,0 \text{ E}$
14	Вычислить угол времени: $Q' = 180^\circ \pm t_E^W$	$Q' = 120,0^\circ$
15	Выбрать из табл. 1 склонение звезды	$\delta = 12,0^\circ \text{ N}$
16**	По картографической сетке (приложение 7) определяем истинный пеленг звезды	$ИП = 100^\circ$
17	Вычислить курсовой угол: $KУ = ИП - ИК$	$KУ = -30^\circ \text{ (л. 6.)}$

* Если при выполнении этого действия вычитаемое (N_c или λ) больше уменьшаемого, то последнее надо предварительно увеличить на 24 ч или на 360° . Могут быть три варианта получения гринвичской даты:

— если в п. 3 получилось $T_{гр}$ менее 24^h , то гринвичская дата равна календарной дате на корабле;

— если в п. 3 получилось $T_{гр}$ более 24^h , то гринвичская дата больше корабельной на один сутки (увеличив дату, следует отнять 24^h из $T_{гр}$);

— если в п. 3 намечается отрицательная величина, то следует придать 24^h к T_c и произвести вычитание, после чего для получения гринвичской даты надо уменьшить корабельную дату на сутки.

** Правила вычисления истинного пеленга светила по картографической сетке (ключ к пользованию сеткой см. в приложении 7 слева внизу):

— по углу времени Q' и склонению δ (см. п. 14 и 15) нанесите место светила в положение 1;

— вычислите угол поворота, равный в северной широте $90^\circ - \varphi$, а в южной широте $90^\circ + \varphi$; в примере 7 имеем $90^\circ - 40,1^\circ = 49,9^\circ$;

— с помощью циркуля или калыки переместите светило на угол поворота в положение 2 (как это показано на рис. приложения 7);

— в точке пересечения меридиана сетки $P_N - 2 - P_S$ и полуденной линии $N - S$ прочитайте истинный пеленг светила (в примере 7 получилось $ИП = 100^\circ$).

В условиях примера 7 для движения курсом 130° звезду Регул следует удерживать на курсовом углу 30° левого борта.

Если с поста управления рулем наблюдения избранной для ориентирования звезды оказались по какой-либо причине затруднены, то, приведя ее на вычисленный курсовой угол, подберите другую звезду, расположенную по носу и удобно наблюдаемую на малой высоте.

Пример 8. 23 мая 1984 г. в Атлантическом океане ориентировка во времени восстановлена по наблюдению момента захода Солнца (см. п. 3.4). Находясь в точке с координатами $\varphi = 39,1^\circ \text{ N}$, $\lambda = 36,7^\circ \text{ W}$, на какой курсовой угол необходимо привести звезду Арктур, чтобы в момент по местному среднему времени $T_M = 20^h 04^m$ следовать по направлению пути $ПУ = 62^\circ$. Дрейф от ветра 270° силою в 3 балла принят равным 10° (рис. 8).