

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовождение и безопасность судоходства»

МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КОМПАСА РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ»

Методические указания
к практическим занятиям
по дисциплине «Мореходная астрономия»
для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение»
(специализация «Судовождение на морских путях»)

Севастополь
СевГУ
2021

УДК 528.28:629.5.058.45(076.5)

ББК 39.471.4я73

М79

Р е ц е н з е н т :

Л.Е. Курочкин - доцент кафедры СБС

Ответственный за выпуск:

С.А. Подпорин - заведующий кафедрой СБС, канд. техн. наук, доцент

Составитель: С. А. Потапенко

М79 Мореходная астрономия. Тема II. Определение поправки компаса различными способами : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Мореходная астрономия» для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение» (специализация «Судовождение на морских путях») / Севастопольский государственный университет; сост. С. А. Потапенко. – Севастополь: СевГУ, 2021. – 33 с. – Текст : электронный.

Целью методических указаний является оказание студентам методической помощи при подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий, предусмотренных учебным планом, по дисциплине «Мореходная астрономия».

УДК 528.28:629.5.058.45(076.5)
ББК 39.471.4я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Судовождение и безопасность судоходства» Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний, протокол № 1 от 31 августа 2021 г.

© Потапенко С. А., сост., 2021
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПЗ-1	Определение поправки компаса методом моментов. Ведение «Compass Observation Book»	4
ПЗ-2	Определение поправки компаса по Полярной звезде	12
ПЗ-3	Определение поправки компаса по видимому восходу (заходу) Солнца	18
	Приложение 1	24
	Приложение 2	32

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КОМПАСА МЕТОДОМ МОМЕНТОВ. ВЕДЕНИЕ «COMPASS OBSERVATION BOOK»

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: Приобретение компетенций согласно таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП			
Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна	—	Определение поправки компаса методом моментов.	Определение поправки компаса

Объем: 2 академических часа.

Содержание:

1. Контроль знаний по предыдущей теме в виде устного опроса – 5 мин.
2. Порядок работы с Nautical Almanac и рабочие формулы – 10 мин
3. Правила ведения «Compass observation book» – 15 мин
4. Самостоятельная работа студентов – решение задач по определению поправки компаса методом моментов – 55 мин.
5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В общем случае поправку компаса рассчитывают по формуле

$$\Delta K = ИП - КП,$$

$$Compass\ error = True\ bearing - bearing$$

где *ИП* - истинный пеленг (азимут) светила в момент пеленгования;

КП - компасный пеленг светила.

Суть определения поправки компаса сводится к вычислению азимута Z_n (ИП-True bearing) светила на момент взятия компасного пеленга (КП-bearing) и сравнения этих двух величин между собой.

Метод моментов (общий метод) является основным и наиболее точным астрономическим способом определения ΔK . Для определения поправки компаса необходимо:

- взять пеленг на установившемся курсе с точностью до $\pm 0,1^\circ$ и заметить момент по хронометру с точностью до $0,5^\circ$;
- заметить и записать судовое время ОТ, компасный пеленг *bearing*;
- снять с карты счислимые координаты (φ_c, λ_c) с точностью до $0,1'$;
- вычислить истинный пеленг (ИП – Акр.) *True bearing* светила;
- вычислить поправку компаса (ΔK) по формуле $\Delta K = ИП - КП$.

Пример

01.09.02 г. ОТ=20^h38^m, рулевой правит по гирокомпасу Gyro Course =143,0°, $\varphi_c = 59^\circ 14,0' N$, $\lambda_c = 20^\circ 50,0' E$. Измерили пеленг на звезду Arcturus: Gyro Bearing = 274,8°, время по хронометру СТ= 07^h32^m06^s, поправка хронометра СЕ= +6^m20^s, курс по магнитному компасу Standard Course =139,0°, магнитное склонение с карты Variation = 1,4°W

Определить поправку гирокомпаса. Заполнить «Compass observation book». Поправку магнитного компаса определить по сличению с гирокомпасом.

	Arcturus				I line				
	I line		$\sin(Hc) = \sin(Lat) \times \sin(Dec) + \cos(Lat) \times \cos(Dec) \times \cos(LHA)$						
<i>OT</i>	20 ^h 38 ^m								
<i>N₂</i> —	-1 E		<i>Hc</i> =						
<i>GMT</i>	19 ^h 38 ^m		$\text{ctg}(Zn) = \text{tg}(Dec) \times \cos(Lat) \times \text{cosec}(LHA) - \sin(Lat) \times \text{ctg}(LHA)$						
<i>Date</i>	01.09		0,06324 = 0,34772×0,51154×1,00911–0,85926×0,13529						
<i>CT</i>	07 ^h 32 ^m 06 ^s		<i>Z</i> = 86°22,9' = N86,4°W = 273,6°						
<i>CE</i>	+6 ^m 20 ^s				II line				
<i>GMT</i>	19 ^h 38 ^m 26 ^s		$\sin(Hc) = \sin(Lat) \times \sin(Dec) + \cos(Lat) \times \cos(Dec) \times \cos(LHA)$						
<i>GHA tab</i>	265°45,9'								
<i>Incr</i>	9°38,1'		<i>Hc</i> =						
<i>v-corr</i>	—		$\text{ctg}(Zn) = \text{tg}(Dec) \times \cos(Lat) \times \text{cosec}(LHA) - \sin(Lat) \times \text{ctg}(LHA)$						
<i>GHA</i>	275°24,0'								
<i>Long</i> —	20°50,0'		<i>Z</i> =						
<i>LHA^{Aries}</i>	296°14,0'				III line				
<i>SHA</i>	146°03,7'		$\sin(Hc) = \sin(Lat) \times \sin(Dec) + \cos(Lat) \times \cos(Dec) \times \cos(LHA)$						
<i>LHA_W</i>	82°17,7'								
<i>LHA_E</i>	—		<i>Hc</i> =						
<i>v / d</i>	—		$\text{ctg}(Zn) = \text{tg}(Dec) \times \cos(Lat) \times \text{cosec}(LHA) - \sin(Lat) \times \text{ctg}(LHA)$						
<i>Dec tab</i>	—								
<i>d-corr</i>	—		<i>Z</i> =						
<i>Dec</i>	19°10,4' N				III line				
<i>Hs</i>	—		$\sin(Hc) = \sin(Lat) \times \sin(Dec) + \cos(Lat) \times \cos(Dec) \times \cos(LHA)$						
<i>i + s</i>	—								
<i>DIP</i>	—		<i>Hc</i> =						
<i>Ha</i>	—		$\text{ctg}(Zn) = \text{tg}(Dec) \times \cos(Lat) \times \text{cosec}(LHA) - \sin(Lat) \times \text{ctg}(LHA)$						
<i>Correction</i>	<i>M corr</i>	—							
	<i>^t,b</i>	—	<i>Z</i> =						
			Polaris			I line	II line	III line	IV line
			<i>Ho</i>		<i>Zn</i>				
<i>Δh_z</i>	<i>ΔK</i> = <i>III</i> – <i>KII</i>		<i>a₀</i>		<i>Course</i>				
<i>Ho</i> □	<i>III</i> =273,6°		<i>a₁</i>		<i>Zn-Cour</i>				
<i>Hc</i>	<i>KII</i> =274,8°		<i>a₂</i>		<i>V</i>				
intercept	<i>ΔK</i> = -1,2°		-1°		<i>ΔT^m</i>				
<i>Zn</i>			<i>Lat₀</i>		<i>Δh_z</i>				

DATE	G.M.T	SHIP'S POSITION		SHIP'S HEAD			BEARING		
		LAT.	LONG.	GYRO	STANDARD	STEERING	TRUE	GYRO	STANDARD
1	2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3
01.09.2002	19 ^h 38 ^m	59°14,0' N	20°50,0' E	143,0°	139,0°	143,0°	273,6°	274,8°	—

Порядок заполнения «Compass observation book»:

OBJECT	ERROR			VARIATION	DEVIATION		HEEL	REMARKS	OBSERVER
	GYRO	STANDARD	STEERING		STANDARD	STEERING			
6	7.1	7.2	7.3	8	9.1	9.2	10	11	12
Arcturus	-1,2°	+ 2,8°	-1,2°	-1,4°	+4,2°	—	0°	Centre repeater	2/O

1. DATE – гринвичская дата

2. G.M.T – гринвичское время $GMT = OT \pm \lambda_E^W$

3. SHIP'S POSITION – координаты судна

3.1. LAT. – широта

3.2. LONG. – долгота

4. SHIP'S HEAD – курс судна

1.1. GYRO – по гирокомпасу (ГКК)

1.2. STANDARD – по магнитному компасу (ККмк)

1.3. STEERING – курс компаса, по которому судно следует (ГКК или ККмк)

5. BEARING – пеленг

5.1. TRUE – истинный пеленг (ИП) рассчитанный по светилу

5.2. GYRO – пеленг по гирокомпасу (ГКП)

5.3. STANDARD – пеленг по магнитному компасу (КПмк)

6. OBJECT – ориентир по которому рассчитывается ИП (створ, светило)

7. ERROR – поправка

7.1. GYRO – гирокомпаса $ERROR_G = BEARING_T - BEARING_G$

$$ERROR_G = 273,6^\circ - 274,8^\circ = -1,2^\circ$$

7.2. STANDARD – магнитного компаса $ERROR_M = COURSE_T - COURSE_M$

$$ERROR_M = 143,0^\circ + (-1,2^\circ) - 139,0^\circ = +2,8^\circ$$

7.3. STEERING – поправка того компаса, по которому в данный момент следует судно (аналогично п. 4.3.)

8. VARIATION – магнитное склонение Земли (с карты, ECDIS)

9. DEVIATION – девиация

9.1. STANDARD – магнитного компаса $DEVIATION_M = ERROR_M - VARIATION$

$$DEVIATION_M = +2,8^\circ - (-1,4^\circ) = +4,2^\circ$$

9.2. STEERING – если судно следует по магнитному компасу, тогда значение равняется предыдущему (9.1). Если судно следует по гирокомпасу, тогда речь идет о скоростной и широтной девиациях, учет и корректировка которых производится, как правило, гирокомпасом автоматически. В этом случае – прочерк.

10. HEEL – крен судна

11. REMARKS – указывается, с какого пелоруса берется пеленг (Centre repeater, port repeater, starboard repeater)

12. OBSERVER – подпись

3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах № 706 – 735 необходимо:

Определить поправку гирокомпаса по Солнцу методом моментов. Заполнить «Compass observation book». Поправку магнитного компаса определить по сравнению с гирокомпасом.

№	Date OT	Lat Long	Body	CT CE	Gyro Bearing	Gyro Course Standard Course	Vari- ation
706	02.09. 07 ^h 18 ^m	48°21' S 150°12' W	Sun	05 ^h 20 ^m 45 ^s -2 ^m 31 ^s	72,0°	134,0° 128,0°	+1,8°
707	15.03. 09 ^h 35 ^m	39°48' S 166°33' E	Sun	10 ^h 32 ^m 12 ^s +3 ^m 04 ^s	50,0°	318,0° 320,5°	-0,6°
708	16.03. 11 ^h 13 ^m	49°27' S 121°18' E	Sun	03 ^h 07 ^m 44 ^s +5 ^m 31 ^s	15,0°	305,0° 307,5°	-2,9°
709	14.03. 17 ^h 46 ^m	49°54' N 149°50' W	Sun	03 ^h 48 ^m 22 ^s -2 ^m 09 ^s	262,1°	90,0° 94,0°	-2,1°
710	21.11. 17 ^h 46 ^m	31°37' S 50°12' W	Sun	08 ^h 51 ^m 48 ^s -5 ^m 31 ^s	257,2°	12,0° 17,0°	+1,3°
711	15.03. 17 ^h 13 ^m	36°26' N 21°54' E	Sun	04 ^h 22 ^m 49 ^s -9 ^m 23 ^s	265,0°	310,0° 317,0°	+2,5°
712	22.11. 17 ^h 09 ^m	6°27' S 88°21' E	Sun	11 ^h 12 ^m 57 ^s -3 ^m 41 ^s	248,1°	94,0° 95,5°	+1,7°
713	02.09. 17 ^h 21 ^m	31°24' N 50°18' W	Sun	08 ^h 04 ^m 48 ^s +16 ^m 31 ^s	266,4°	237,0° 241,5°	-0,9°
714	23.11. 15 ^h 46 ^m	21°05' N 62°07' E	Sun	11 ^h 47 ^m 49 ^s -1 ^m 37 ^s	242,5°	38,0° 40,5°	+1,2°
715	06.02. 07 ^h 21 ^m	46°38' S 3°21' W	Sun	07 ^h 21 ^m 39 ^s -0 ^m 15 ^s	88,3°	67,0° 64,3°	+1,8°
716	23.11. 06 ^h 21 ^m	50°04' S 121°15' E	Sun	10 ^h 19 ^m 47 ^s +1 ^m 32 ^s	98,8°	306,0° 305,5°	-2,9°

717	07.02. 06 ^h 46 ^m	54°40' S 170°20' E	Sun	07 ^h 52 ^m 54 ^s -6 ^m 41 ^s	91,6°	45,0° 44,3°	+3,8°
718	21.11. 17 ^h 35 ^m	48°04' S 149°58' W	Sun	03 ^h 33 ^m 36 ^s +1 ^m 42 ^s	255,0°	119,0° 121,5°	-1,6°
719	01.09. 16 ^h 35 ^m	49°07' N 139°56' W	Sun	01 ^h 38 ^m 07 ^s -2 ^m 43 ^s	258,1°	212,0° 210,3°	+0,8°
720	23.11. 05 ^h 46 ^m	59°30' S 134°10' E	Sun	08 ^h 46 ^m 01 ^s +0 ^m 08 ^s	99,3°	300,0° 301,2°	-1,9°
721	15.03. 16 ^h 46 ^m	24°18' S 41°23' W	Sun	07 ^h 37 ^m 52 ^s +8 ^m 21 ^s	275,0°	32,0° 34,4°	-0,6°
722	14.03. 17 ^h 35 ^m	57°12' N 15°29' W	Sun	06 ^h 29 ^m 04 ^s +6 ^m 12 ^s	262,3°	185,0° 183,1°	+0,8°
723	03.09. 08 ^h 46 ^m	43°12' S 108°43' E	Sun	01 ^h 49 ^m 19 ^s -3 ^m 05 ^s	53,0°	275,0° 276,8°	+1,5°
724	07.02. 10 ^h 09 ^m	52°30' S 136°27' W	Sun	07 ^h 14 ^m 40 ^s -5 ^m 31 ^s	45,1°	44,0° 46,7°	+2,0°
725	21.11. 15 ^h 35 ^m	31°25' N 179°58' W	Sun	03 ^h 29 ^m 22 ^s +5 ^m 47 ^s	236,0°	18,0° 21,2°	-0,5°
726	02.09. 09 ^h 46 ^m	49°05' S 151°30' E	Sun	11 ^h 49 ^m 48 ^s -3 ^m 41 ^s	37,0°	315,0° 313,0°	+1,7°
727	02.09. 16 ^h 09 ^m	28°37' N 49°51' W	Sun	07 ^h 11 ^m 58 ^s -2 ^m 43 ^s	257,8°	262,0° 260,0°	+1,5°
728	08.02. 07 ^h 46 ^m	26°13' S 158°16' E	Sun	08 ^h 55 ^m 09 ^s -8 ^m 51 ^s	100,3°	198,0° 200,5°	-1,2°
729	22.11. 14 ^h 18 ^m	41°27' N 33°56' W	Sun	04 ^h 14 ^m 36 ^s +3 ^m 41 ^s	211,9°	281,0° 280,2°	-1,5°
730	01.09. 16 ^h 09 ^m	48°52' S 165°17' W	Sun	03 ^h 10 ^m 20 ^s -1 ^m 08 ^s	300,0°	112,0° 115,5°	+1,8°
731	22.11. 16 ^h 09 ^m	44°05' N 132°10' W	Sun	01 ^h 05 ^m 12 ^s +3 ^m 58 ^s	237,5°	130,0° 135,2°	-2,6°
732	22.11. 07 ^h 15 ^m	12°05' S 115°10' W	Sun	03 ^h 10 ^m 11 ^s +5 ^m 08 ^s	105,0°	98,0° 100,2°	-1,2°
733	05.09. 15 ^h 09 ^m	44°24' N 38°45' E	Sun	00 ^h 12 ^m 50 ^s -2 ^m 44 ^s	240,0°	220,0° 223,2°	+2,1°
734	22.05. 16 ^h 25 ^m	35°18' N 92°16' E	Sun	10 ^h 24 ^m 12 ^s +1 ^m 01 ^s	280,0°	68,0° 66,4°	-0,5°
735	24.02. 15 ^h 12 ^m	33°35' N 45°33' E	Sun	00 ^h 15 ^m 12 ^s -3 ^m 02 ^s	230,5°	289,0° 292,8°	-1,9°

В задачах № 736 – 765 необходимо:

Определить поправку гирокомпаса по звезде методом моментов. Заполнить «Compass observation book». Поправку магнитного компаса определить по сличению с гирокомпасом.

№	Date OT	№	Lat Long	Body	Gyro Bearing	Gyro Course Standard Course	Vari- ation
736	21.05. 23 ^h 00 ^m	9W	43°55' N 136°15' W	Regulus	265,1°	36,5° 38,0°	-1,5°
737	21.10. 00 ^h 45 ^m	10E	35°23' S 158°13' E	Procyon	70,0°	211,0° 213,0°	+0,8°
738	23.05. 00 ^h 10 ^m	11E	25°40' S 165°18' E	Altair	65,0°	134,0° 130,2°	+1,5°
739	20.10. 05 ^h 23 ^m	12E	25°45' S 165°25' E	Regulus	65,4°	35,5° 37,0°	+1,7°
740	23.05. 19 ^h 50 ^m	7W	6°20' S 118°45' W	Dubhe	0,0°	345,0° 343,5°	-1,5°
741	20.10. 22 ^h 15 ^m	7W	10°27' N 110°32' W	Vega	305,4°	76,6° 74,2°	-0,9°
742	22.05. 20 ^h 45 ^m	9W	24°50' N 152°40' W	Capella	315,2°	136,6° 140,5°	-1,3°
743	19.10. 19 ^h 20 ^m	10W	28°41' N 165°35' W	Arcturus	287,5°	115,7° 116,2°	+1,9°
744	23.05. 20 ^h 20 ^m	5W	17°20' S 78°05' W	Sirius	260,0°	98,7° 100,4°	-1,7°
745	21.10. 02 ^h 00 ^m	10E	32°36' N 134°12' E	Sirius	123,0°	198,2° 200,3°	-0,9°
746	24.05. 02 ^h 25 ^m	7E	21°26' S 105°05' E	Achernar	150,3°	46,6° 50,5°	+2,3°
747	23.05. 02 ^h 50 ^m	11E	43°20' N 148°35' E	Spica	244,6°	129,8° 131,2°	-1,2°
748	20.10. 00 ^h 15 ^m	3W	33°26' S 50°35' W	Betelgeuse	65,5°	65,5° 69,0°	+1,8°
749	19.10. 20 ^h 36 ^m	11W	31°40' S 171°15' W	Antares	250,0°	138,6° 140,0°	-1,4°
750	23.05. 22 ^h 25 ^m	11E	45°12' N 151°21' E	Pollux	290,0°	54,5° 52,2°	+2,3°
751	21.10. 04 ^h 30 ^m	3W	35°10' S 49°50' W	Regulus	60,0°	115,5° 119,0°	+1,4°
752	19.10. 20 ^h 25 ^m	11W	32°10' S 170°45' W	Rigil Kent.	210,2°	276,2° 274,6°	-1,2°
753	24.05. 03 ^h 25 ^m	10E	43°15' N 149°25' E	Arcturus	278,2°	123,6° 125,8°	-0,6°

754	22.05. 19 ^h 10 ^m	5W	5°45' N 79°39' W	Canopus	215,0°	176,7° 180,9°	-1,3°
755	21.10. 06 ^h 30 ^m	6E	73°20' N 78°30' E	Procyon	181,2°	200,3° 202,2°	+1,8°
756	24.05. 22 ^h 18 ^m	10E	42°20' N 161°40' E	Altair	100,0°	124,6° 128,0°	-1,1°
757	19.10. 19 ^h 15 ^m	8W	22°50' S 120°15' W	Vega	330,0°	65,5° 62,1°	-1,3°
758	25.05. 02 ^h 25 ^m	11E	37°25' N 155°08' E	Alpheratz	65,0°	285,4° 283,1°	+1,7°
759	19.10. 20 ^h 13 ^m	8W	25°05' S 118°40' W	Rigil Kent.	207,0°	123,4° 126,2°	+1,3°
760	22.05. 19 ^h 10 ^m	5W	16°23' N 76°15' W	Sirius	245,3°	56,2° 60,5°	-0,8°
761	22.05. 23 ^h 45 ^m	5W	16°23' N 76°15' W	Dubhe	331,2°	256,1° 260,2°	+1,5°
762	20.10. 17 ^h 05 ^m	11W	54°23' N 155°23' W	Capella	25,8°	301,5° 305,2°	+1,8°
763	23.05. 05 ^h 05 ^m	10E	31°25' N 136°24' E	Fomalhaut	144,6°	126,5° 131,0°	-1,4°
764	24.05. 00 ^h 26 ^m	8E	15°10' N 111°25' E	Deneb	46,6°	165,4° 162,1°	+1,8°
765	20.10. 01 ^h 35 ^m	10E	38°10' S 164°21' E	Alphard	88,5°	126,7° 131,8°	+1,5°

4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по предыдущей теме.
2. Разобрать порядок определения поправки компаса методом моментов по Солнцу и звезде.
3. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по определению поправки компаса методом моментов по Солнцу и звезде.
4. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.
2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей. – Владивосток, 2011. – 94 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КОМПАСА ПО ПОЛЯРНОЙ ЗВЕЗДЕ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: Приобретение компетенций согласно таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП			
Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна	—	Определение поправки по Полярной звезде	Определение поправки компаса

Объем: 2 академических часа.

Содержание:

1. Контроль знаний по предыдущей теме в виде устного опроса – 5 мин.
2. Порядок работы с Nautical Almanac и рабочие формулы – 10 мин
3. Правила ведения «Compass observation book» – 15 мин
4. Самостоятельная работа студентов – решение задач по определению поправки компаса по Полярной звезде – 55 мин.
5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В общем случае поправку компаса рассчитывают по формуле

$$\Delta K = ИП - КП,$$

$$\text{Compass error} = \text{True bearing} - \text{bearing}$$

где *ИП* - истинный пеленг (азимут) светила в момент пеленгования;
КП - компасный пеленг светила.

Суть определения поправки компаса сводится к вычислению азимута Z_n (ИП-True bearing) светила на момент взятия компасного пеленга (КП-bearing) и сравнения этих двух величин между собой.

Полярная звезда (α Ursae Minoris) описывает в суточном движении параллель весьма малого сферического радиуса $R = \Delta \approx 1^\circ (\sim 44')$ (рис. 9.1).

Вследствие этого в широтах до $35^\circ N$ азимут Полярной звезды изменяется всего от 0° до 1° NO и NW, а в широтах до $70^\circ N$ – от 0° до $2,5^\circ$

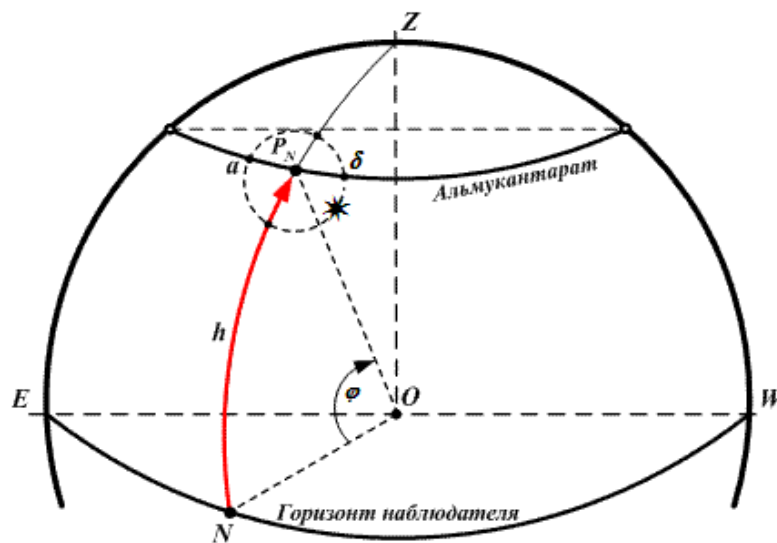


Рисунок 2.1 – Видимое суточное движение Полярной звезды

Определение поправки компаса по Полярной звезде является частным случаем и может быть выполнено лишь в северном полушарии.

Компасный пеленг Полярной звезды сравнивается с ее азимутом, рассчитанным по НА.

Этот способ применим для северных широт от 5° до 20° для пеленгования без зеркала и до 45° – с зеркалом; при больших высотах ΔK ненадежна.

При наличии яркой звезды на малой высоте следует предпочитать общий случай определения ΔK .

Полярная звезда полезна для приближенной ориентировки – можно считать ее расположенной на N.

Для определения поправки компаса необходимо:

- взять пеленг на установившемся курсе с точностью до $\pm 0,1^\circ$ и заметить момент по хронометру с точностью до 0,5°;
- заметить и записать судовое время ОТ, компасный пеленг *bearing*;
- снять с карты счислимые координаты (φ_c, λ_c) с точностью до 0,1';
- вычислить истинный пеленг (ИП – Акр.) *True bearing* светила по таблице «Polaris»;
- вычислить поправку компаса (ΔK) по формуле $\Delta K = ИП - КП$.

Пример:

02.09.2002г. Судовое время ОТ=02^h37^m, гирокомпас вышел из строя, рулевой правит по магнитному компасу Standard Course =152,0°, находясь в точке с координатами $\varphi_c = 43^\circ 59,0'N$, $\lambda_c = 29^\circ 16,0'E$, измерили компасный пеленг Полярной звезды Standard Bearing = 358,1°, магнитное склонение с карты Variation = 1,5°E.

Определить девиацию и поправку магнитного компаса. Заполнить «Compass observation book».

Решение:

Рассчитывается по NA местный часовой угол точки Овна **LHA**^{Aries}

	Polaris
	I line
OT	02 ^h 37 ^m
N₂ —	-2 E
GMT	00 ^h 37 ^m
Date	02.09
GHA tab	340°58,2'
Incr	+9°16,5'
v-corr	—
GHA	350°14,7'
Long —	+29°16,0'
LHA ^{Aries}	19°30,7'

Из таблицы “Polaris” (NA) по широте (**Lat**) $\varphi = 43^{\circ}59,0'N$ и местному часовому углу точки Овна **LHA**^{Aries} = $19^{\circ}30,7'$, используя двойную интерполяцию, выбираем азимут Полярной **Zn** = $0,4^{\circ}$.

В NA азимуты приведены уже в круговом счете.

Рассчитываем поправку компаса

$$\text{Compass error} = \text{True bearing} - \text{bearing}$$

$$\text{Compass error} = 0,4^{\circ} - 358,1^{\circ} = +2,3^{\circ}$$

DATE	G.M.T	SHIP'S POSITION		SHIP'S HEAD			BEARING		
		LAT.	LONG.	GYRO	STANDARD	STEERING	TRUE	GYRO	STANDARD
1	2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3
02.09.2002	00 ^h 37 ^m	43°59,0'N	29°16,0'E	–	152,0°	152,0°	0,4°	–	358,1°

Порядок заполнения «Compass observation book»:

OBJECT	ERROR			VARIATION	DEVIATION		HEEL	REMARKS	OBSERVER
	GYRO	STANDARD	STEERING		STANDARD	STEERING			
6	7.1	7.2	7.3	8	9.1	9.2	10	11	12
Polaris	–	+ 2,3°	+ 2,3°	+1,5°	+0,8°	+0,8°	0°	Centre repeater	2/O

3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах № 766 – 795 необходимо:

Определить девиацию и поправку магнитного компаса по Полярной звезде. Заполнить «Compass observation book».

№	Date OT	Lat Long	Body	Standard Bearing	Standard Course	Variation
736	06.02. 18 ^h 02 ^m	36°17' N 32°17' E	Polaris	0,9°	116,5°	1,5°W
737	07.02. 19 ^h 15 ^m	29°18' N 51°06' W	Polaris	358,1°	25,1°	0,8°W
738	08.02. 19 ^h 03 ^m	20°45' N 63°52' W	Polaris	359,6°	255,6°	0,7°E
739	13.03. 22 ^h 14 ^m	60°40' N 111°48' W	Polaris	1,3°	10,6°	1,8°E
740	16.03. 23 ^h 20 ^m	12°51' N 90°24' E	Polaris	357,2°	200,0°	1,7°W
741	15.03. 21 ^h 21 ^m	35°00' N 13°09' E	Polaris	3,4°	16,9°	1,2°E

742	06.02. 18 ^h 36 ^m	58°34' N 5°41' E	Polaris	0,8°	315,5°	1,5°E
743	07.02. 01 ^h 37 ^m	65°12' N 124°18' W	Polaris	358,0°	86,1°	1,9°W
744	08.02. 20 ^h 45 ^m	34°29' N 28°07' W	Polaris	357,9°	215,8°	1,3°E
745	21.11. 02 ^h 44 ^m	10°58' N 0°12' W	Polaris	2,1°	150,5°	1,7°W
746	01.09. 19 ^h 59 ^m	45°10' N 126°46' W	Polaris	359,2°	300,2°	1,5°E
747	02.09. 18 ^h 58 ^m	15°26' N 52°30' E	Polaris	1,6°	18,6°	2,3°W
748	03.09. 04 ^h 15 ^m	30°20' N 17°25' W	Polaris	2,0°	134,5°	2,1°E
749	01.09. 20 ^h 37 ^m	48°11' N 138°11' E	Polaris	0,2°	267,3°	1,1°E
750	02.09. 00 ^h 45 ^m	25°02' N 70°19' W	Polaris	357,8°	78,4°	1,7°W
751	20.11. 22 ^h 03 ^m	20°13' N 80°00' W	Polaris	359,0°	56,9°	1,4°E
752	21.11. 21 ^h 59 ^m	58°56' N 3°53' E	Polaris	358,5°	100,2°	3,8°W
753	22.11. 19 ^h 20 ^m	19°44' N 42°34' E	Polaris	1,3°	357,1°	2,1°E
754	14.03. 22 ^h 44 ^m	27°39' N 91°06' W	Polaris	359,7°	10,8°	2,8°W
755	15.03. 03 ^h 36 ^m	13°35' N 72°13' E	Polaris	358,8°	197,2°	1,8°W
756	13.03. 20 ^h 02 ^m	17°08' N 109°28' W	Polaris	0,5°	222,7°	1,6°E
757	16.03. 02 ^h 14 ^m	11°50' N 50°41' E	Polaris	2,1°	276,2°	2,5°W
758	06.02. 18 ^h 44 ^m	47°22' N 152°01' W	Polaris	359,9°	315,5°	1,2°W
759	07.02. 05 ^h 37 ^m	49°14' N 136°30' E	Polaris	0,6°	345,3°	3,7°E
760	08.02. 03 ^h 15 ^m	32°32' N 35°19' W	Polaris	1,1°	25,6°	3,2°W
761	22.11. 01 ^h 03 ^m	16°08' N 48°22' E	Polaris	358,2°	46,4°	2,2°W
762	02.09. 21 ^h 58 ^m	50°13' N 160°07' W	Polaris	358,6°	78,2°	1,5°E
763	03.09. 03 ^h 20 ^m	10°48' N 78°34' E	Polaris	0,7°	98,3°	2,7°E

764	21.11. 19 ^h 02 ^m	18°23' N 99°00' W	Polaris	357,0°	114,8°	1,6°W
765	23.11. 00 ^h 14 ^m	39°17' N 25°53' E	Polaris	1,0°	120,4°	3,1°E

4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по предыдущей теме.
2. Разобрать порядок определения поправки компаса по Полярной звезде.
3. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по определению поправки компаса по Полярной звезде.
4. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

3. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.
4. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей. – Владивосток, 2011. – 94 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КОМПАСА ПО ВИДИМОМУ ВОСХОДУ (ЗАХОДУ) СОЛНЦА

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: Приобретение компетенций согласно таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП			
Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна	—	Определение поправки по восходу (заходу) Солнца	Определение поправки компаса

Объем: 2 академических часа.

Содержание:

1. Контроль знаний по предыдущей теме в виде устного опроса – 5 мин.
2. Порядок работы с Nautical Almanac и рабочие формулы – 10 мин.
3. Правила ведения «Compass observation book» – 15 мин.
4. Самостоятельная работа студентов – решение задач по определению поправки компаса по восходу (заходу) Солнца – 55 мин.
5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В общем случае поправку компаса рассчитывают по формуле

$$\Delta K = ИП - КП,$$

$$Compass\ error = True\ bearing - bearing$$

где *ИП* - истинный пеленг (азимут) светила в момент пеленгования;

КП - компасный пеленг светила.

Суть определения поправки компаса сводится к вычислению азимута Z_n (*ИП-True bearing*) светила на момент взятия компасного пеленга (*КП-bearing*) и сравнения этих двух величин между собой.

Определение поправки компаса в момент видимого восхода или захода верхнего края Солнца является частным случаем и может быть выполнено лишь дважды в сутки при безоблачном горизонте.

Способ определения ΔK путем пеленгования появления (скрытия) верхнего края Солнца в моменты его восхода или захода является приближенным, особенно в высоких широтах.

Порядок работы при определении ΔK по восходу (заходу) Солнца:

- взять пеленг Солнца на установившемся курсе с точностью до $\pm 0,1^\circ$ в момент появления (или погружения) на горизонте его верхнего края;
- заметить и записать судовое время ОТ, компасный пеленг *bearing*;
- снять с карты счислимые координаты (φ_c, λ_c) с точностью до $0,1'$;
- рассчитать гринвичское время и дату – выбрать из НА склонение δ Солнца;
- из табл. 20-а или 20-б МТ-75 методом интерполяции выбрать табличное значение азимута, присвоить наименование и перевести в круговой счет Z_n ;
- рассчитать поправку компаса (ΔK) по формуле $\Delta K = ИП - КП$.

Решение выполняется с помощью таблиц 20-а, 20-б МТ-75 или 3.37 МТ-2000.

Таблицы 20а, 20б «МТ-75» содержат азимуты Солнца (*A*) полукругового счета на моменты появления или скрытия его верхнего края на линии видимого горизонта с высоты глаза наблюдателя $e = 12\text{ м}$.

Входными аргументами для входа в таблицу 20 «МТ-75» являются:

- счислимая широта (φ_c), округленная до целого градуса:
 - $\varphi_c = 0^\circ \div 20^\circ \rightarrow$ через 5° ;
 - $\varphi_c = 20^\circ \div 30^\circ \rightarrow$ через 2° ;
 - $\varphi_c = 30^\circ \div 62^\circ \rightarrow$ через 1° ;

$$\circ \quad \varphi_c = 62^\circ \div 72^\circ \rightarrow \text{через } 0,5^\circ.$$

- склонение Солнца ($\delta_\odot$), округленного до полуградуса.

Выбранному по аргументам φ_c и $\delta_\odot$, табличному значению Азимута следует приписывать наименование:

- первая буква наименования азимута одноименна с широтой;
- вторая буква наименования азимута $\rightarrow E$ – при восходе и W – при заходе.

Пример

01.09.02 г. ОТ=17^h46^m, рулевой правит по гирокомпасу Gyro Course = 15,0°, $\varphi_c = 59^\circ 27,0' N$, $\lambda_c = 135^\circ 10,0' W$. В момент видимого захода верхнего края Солнца Gyro Bearing = 286,0°.

Определить поправку гирокомпаса. Заполнить «Compass observation book».

Решение

Рассчитываем по НА гринвичское время и дату, а затем выбираем табличное значение склонения δ (Dec)

<i>OT</i>	17 ^h 46 ^m	$\longrightarrow$	<i>v / d</i>	-/-0,9'
<i>N₂</i> —	+9 W		<i>Dec tab</i>	08°01,7' N
<i>GMT</i>	02 ^h 46 ^m		<i>d-corr</i>	-0,7'
<i>Date</i>	02.09		<i>Dec</i>	08°01,0' N

Входим в таблицу 20-а МТ-75 (т.к. склонение Солнце одноименно с широтой) с ближайшими табличными значениями широты ($\varphi_T = 59^\circ$) и склонения ($\delta_T = 8^\circ 00'$) и выбираем табличный азимут Солнца $A_T = 72,6^\circ$

Далее интерполируем азимут по широте и склонению.

φ	59°	+27,0' N	A_T	72,6°	ΔA_φ	-0,2°	$\Delta A_\varphi = \frac{-0,5^\circ \times 27'}{60'} = -0,2^\circ$
δ	8°	+1,0' N	ΔA_δ	0,0°	A_c	N72,4° W	$\Delta A_\delta = \frac{-1,0^\circ \times 1,0'}{30'} = 0,0^\circ$

Полученный азимут переводим в ИП и рассчитываем поправку компаса

$$A = N 72,4^\circ W = 287,6^\circ$$

$$\text{Compass error} = \text{True bearing} - \text{Gyro bearing} = 287,6^\circ - 286,0^\circ = +1,6^\circ$$

DATE	G.M.T	SHIP'S POSITION		SHIP'S HEAD			BEARING		
		LAT.	LONG.	GYRO	STANDARD	STEERING	TRUE	GYRO	STANDARD
1	2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3
02.09.2002	02 ^h 46 ^m	59°27,0' N	135°10,0' W	15,0°	—	15,0°	287,6°	286,0°	—

Порядок заполнения «Compass observation book»:

OBJECT	ERROR			VARIATION	DEVIATION		HEEL	REMARKS	OBSERVER
	GYRO	STANDARD	STEERING		STANDARD	STEERING			
6	7.1	7.2	7.3	8	9.1	9.2	10	11	12
Sunset	+1,6°	—	+1,6°	—	—	—	0°	Centre repeater	2/O

3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах № 766 – 795 необходимо:

Определить поправку гирокомпаса по видимому восходу (заходу) Солнца. Заполнить «Compass observation book».

№	Date OT	№	Lat Long	Sun Upper Limb	Gyro Bearing	Gyro Course
766	23.05.07 ^h 38 ^m	11E	57°10' S 173°15' E	Sunrise	52,0°	18,0°
767	19.10.05 ^h 52 ^m	3W	61°13' N 29°43' W	Sunrise	110,2°	310,0°
768	24.05.04 ^h 26 ^m	4E	11°50' N 77°18' E	Sunrise	68,5°	215,0°
769	20.10.07 ^h 14 ^m	9E	12°39' N 114°09' E	Sunrise	100,0°	45,0°
770	22.05.16 ^h 43 ^m	8W	57°23' S 135°24' W	Sunset	309,1°	58,0°
771	24.05.20 ^h 02 ^m	10E	28°25' N 131°42' E	Sunset	296,2°	115,0°
772	24.05.19 ^h 51 ^m	3W	22°05' N 63°34' W	Sunset	293,0°	122,0°
773	21.10.06 ^h 25 ^m	3E	34°42' S 26°23' E	Sunrise	104,8°	300,0°
774	19.10.06 ^h 09 ^m	9W	48°15' S 153°51' W	Sunrise	105,5°	213,0°
775	24.05.16 ^h 24 ^m	3E	31°27' S 55°56' E	Sunset	294,0°	25,0°

776	23.05. 05 ^h 18 ^m	3E	44°42' N 31°28' E	Sunrise	60,2°	185,0°
777	20.10. 06 ^h 48 ^m	0	47°23' N 5°38' W	Sunrise	104,8°	216,0°
778	21.10. 19 ^h 26 ^m	5E	35°26' S 58°40' E	Sunset	256,3°	55,0°
779	23.05. 18 ^h 08 ^m	2W	24°17' S 41°37' W	Sunset	292,2°	35,0°
780	20.10. 19 ^h 09 ^m	1W	52°20' S 20°34' W	Sunset	251,0°	123,0°
781	20.10. 05 ^h 51 ^m	11E	41°22' S 153°16' E	Sunrise	104,5°	28,0°
782	19.10. 18 ^h 45 ^m	6W	49°33' S 91°26' W	Sunset	253,0°	12,0°
783	20.10. 07 ^h 05 ^m	11E	24°08' N 148°34' E	Sunrise	101,3°	230,0°
784	24.05. 05 ^h 52 ^m	5E	23°52' N 65°33' E	Sunrise	66,5°	145,0°
785	23.05. 17 ^h 20 ^m	6E	52°10' S 71°53' E	Sunset	304,5°	126,0°
786	20.10. 07 ^h 09 ^m	1E	37°12' N 0°45' E	Sunrise	100,6°	36,0°
787	23.05. 16 ^h 10 ^m	12E	57°23' S 172°56' E	Sunset	308,9°	126,0°
788	20.10. 18 ^h 14 ^m	11E	46°37' N 147°48' E	Sunset	256,2°	16,0°
789	20.10. 05 ^h 55 ^m	12E	39°22' S 167°45' E	Sunrise	104,3°	257,0°
790	22.05. 08 ^h 53 ^m	8W	52°18' S 136°51' W	Sunrise	55,1°	146,0°
791	24.05. 20 ^h 50 ^m	1E	52°40' N 3°24' E	Sunset	307,0°	127,0°
792	19.10. 06 ^h 07 ^m	3W	34°26' S 58°36' W	Sunrise	102,8°	14,0°
793	24.05. 09 ^h 14 ^m	10E	57°23' S 134°48' E	Sunrise	51,1°	125,0°
794	20.10. 16 ^h 20 ^m	12W	61°50' N 177°20' W	Sunset	247,9°	101,0°
795	19.10. 17 ^h 53 ^m	6W	6°35' N 92°26' W	Sunset	260,0°	115,0°

4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по предыдущей теме.
2. Разобрать порядок определения поправки компаса по видимому восходу (заходу) Солнца.
3. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по определению поправки компаса по видимому восходу (заходу) Солнца.
4. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.
2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей. – Владивосток, 2011. – 94 с.

Таблица 20-а. Азимуты видимого восхода или захода верхнего края Солнца при одноименных φ и δ

Ши- рота	Склонение Солнца одноименно с широтой													Ши- рота
	0°00'	0°30'	1°00'	1°30'	2°00'	2°30'	3°00'	3°30'	4°00'	4°30'	5°00'	5°30'	6°00'	
0°	90°0	89°5	89°0	88°5	88°0	87°5	87°0	86°5	86°0	85°5	85°0	84°5	84°0	0°
5	89°9	89°4	88°9	88°4	87°9	87°4	86°9	86°4	85°9	85°4	84°9	84°4	83°9	5
10	89°8	89°3	88°8	88°3	87°8	87°3	86°8	86°3	85°8	85°3	84°8	84°2	83°7	10
15	89°7	89°2	88°7	88°2	87°7	87°2	86°6	86°1	85°6	85°1	84°6	84°0	83°5	15
20	89°6	89°1	88°6	88°1	87°5	87°0	86°5	85°9	85°4	84°9	84°3	83°8	83°3	20
22	89°6	89°1	88°5	88°0	87°5	86°9	86°4	85°8	85°3	84°8	84°2	83°7	83°1	22
24	89°6	89°0	88°5	87°9	87°4	86°8	86°3	85°7	85°2	84°6	84°1	83°5	83°0	24
26	89°5	89°0	88°4	87°9	87°3	86°7	86°2	85°6	85°1	84°5	84°0	83°4	82°8	26
28	89°5	88°9	88°4	87°8	87°2	86°7	86°1	85°5	85°0	84°4	83°8	83°3	82°7	28
30	89°4	88°9	88°3	87°7	87°1	86°6	86°0	85°4	84°8	84°2	83°7	83°1	82°5	30
31	89°4	88°8	88°3	87°7	87°1	86°5	85°9	85°3	84°8	84°2	83°6	83°0	82°4	31
32	89°4	88°8	88°2	87°6	87°0	86°4	85°8	85°3	84°7	84°1	83°5	82°9	82°3	32
33	89°4	88°8	88°2	87°6	87°0	86°4	85°8	85°2	84°6	84°0	83°4	82°8	82°2	33
34	89°4	88°7	88°1	87°5	86°9	86°3	85°7	85°1	84°5	83°9	83°3	82°7	82°1	34
35	89°3	88°7	88°1	87°5	86°9	86°3	85°7	85°0	84°4	83°8	83°2	82°6	82°0	35
36	89°3	88°7	88°1	87°4	86°8	86°2	85°6	85°0	84°4	83°7	83°1	82°5	81°9	36
37	89°3	88°6	88°0	87°4	86°8	86°1	85°5	84°9	84°3	83°6	83°0	82°4	81°7	37
38	89°2	88°6	88°0	87°3	86°7	86°1	85°4	84°8	84°2	83°5	82°9	82°3	81°6	38
39	89°2	88°6	87°9	87°3	86°6	86°0	85°4	84°7	84°1	83°4	82°8	82°1	81°5	39
40	89°2	88°5	87°9	87°2	86°6	85°9	85°3	84°6	84°0	83°3	82°7	82°0	81°3	40
41	89°2	88°5	87°8	87°2	86°5	85°8	85°2	84°5	83°9	83°2	82°5	81°9	81°2	41
42	89°1	88°5	87°8	87°1	86°4	85°8	85°1	84°4	83°7	83°1	82°4	81°7	81°0	42
43	89°1	88°4	87°7	87°0	86°4	85°7	85°0	84°3	83°6	82°9	82°2	81°6	80°9	43
44	89°1	88°4	87°7	87°0	86°3	85°6	84°9	84°2	83°5	82°8	82°1	81°4	80°7	44
45	89°0	88°3	87°6	86°9	86°2	85°5	84°8	84°1	83°4	82°7	81°9	81°2	80°5	45
46	89°0	88°3	87°6	86°8	86°1	85°4	84°7	84°0	83°2	82°5	81°8	81°1	80°3	46
47	89°0	88°2	87°5	86°8	86°0	85°3	84°6	83°8	83°1	82°4	81°6	80°9	80°1	47
48	88°9	88°2	87°4	86°7	85°9	85°2	84°4	83°7	82°9	82°2	81°4	80°7	79°9	48
49	88°9	88°1	87°4	86°6	85°8	85°1	84°3	83°5	82°8	82°0	81°2	80°5	79°7	49
50	88°9	88°1	87°3	86°5	85°7	85°0	84°2	83°4	82°6	81°8	81°0	80°3	79°5	50
51	88°8	88°0	87°2	86°4	85°6	84°8	84°0	83°2	82°4	81°6	80°8	80°0	79°2	51
52	88°8	88°0	87°1	86°3	85°5	84°7	83°9	83°1	82°3	81°4	80°6	79°8	79°0	52
53	88°7	87°9	87°1	86°2	85°4	84°6	83°7	82°9	82°1	81°2	80°4	79°5	78°7	53
54	88°7	87°8	87°0	86°1	85°3	84°4	83°6	82°7	81°8	81°0	80°1	79°3	78°4	54
55	88°6	87°8	86°9	86°0	85°1	84°3	83°4	82°5	81°6	80°7	79°9	79°0	78°1	55
56	88°6	87°7	86°8	85°9	85°0	84°1	83°2	82°3	81°4	80°5	79°6	78°7	77°8	56
57	88°5	87°6	86°7	85°8	84°8	83°9	83°0	82°1	81°1	80°2	79°3	78°4	77°4	57
58	88°5	87°5	86°6	85°6	84°7	83°7	82°8	81°8	80°9	79°9	79°0	78°0	77°0	58
59	88°4	87°4	86°5	85°5	84°5	83°5	82°6	81°6	80°6	79°6	78°6	77°6	76°6	59
60	88°3	87°3	86°3	85°3	84°3	83°3	82°3	81°3	80°3	79°3	78°3	77°2	76°2	60
61	88°3	87°2	86°2	85°2	84°1	83°1	82°1	81°0	80°0	78°9	77°9	76°8	75°8	61
62	88°2	87°1	86°1	85°0	83°9	82°8	81°8	80°7	79°6	78°5	77°5	76°4	75°3	62
62.5	88°1	87°1	86°0	84°9	83°8	82°7	81°6	80°5	79°4	78°3	77°2	76°1	75°0	62.5
63.0	88°1	87°0	85°9	84°8	83°7	82°6	81°5	80°4	79°2	78°1	77°0	75°9	74°7	63.0
63.5	88°1	86°9	85°8	84°7	83°6	82°4	81°3	80°2	79°0	77°9	76°8	75°6	74°5	63.5
64.0	88°0	86°9	85°7	84°6	83°4	82°3	81°1	80°0	78°8	77°7	76°5	75°3	74°2	64.0
64.5	88°0	86°8	85°7	84°5	83°3	82°1	81°0	79°8	78°6	77°4	76°2	75°1	73°9	64.5
65.0	87°9	86°7	85°6	84°4	83°2	82°0	80°8	79°6	78°4	77°2	76°0	74°8	73°5	65.0
65.5	87°9	86°7	85°5	84°3	83°0	81°8	80°6	79°4	78°2	76°9	75°7	74°5	73°2	65.5
66.0	87°8	86°6	85°4	84°1	82°9	81°7	80°4	79°2	77°9	76°7	75°4	74°1	72°9	66.0
66.5	87°8	86°5	85°3	84°0	82°7	81°5	80°2	78°9	77°7	76°4	75°1	73°8	72°5	66.5
67.0	87°7	86°4	85°2	83°9	82°6	81°3	80°0	78°7	77°4	76°1	74°8	73°4	72°1	67.0
67.5	87°7	86°4	85°1	83°7	82°4	81°1	79°8	78°5	77°1	75°8	74°4	73°1	71°7	67.5
68.0	87°6	86°3	84°9	83°6	82°3	80°9	79°6	78°2	76°8	75°5	74°1	72°7	71°3	68.0
68.5	87°6	86°2	84°8	83°4	82°1	80°7	79°3	77°9	76°5	75°1	73°7	72°3	70°9	68.5
69.0	87°5	86°1	84°7	83°3	81°9	80°5	79°1	77°6	76°2	74°8	73°3	71°9	70°4	69.0
69.5	87°4	86°0	84°6	83°1	81°7	80°2	78°8	77°3	75°9	74°8	72°9	71°4	69°9	69.5
70.0	87°4	85°9	84°4	82°9	81°5	80°0	78°5	77°0	75°5	74°0	72°5	70°9	69°4	70.0
70.5	87°3	85°8	84°3	82°8	81°3	79°7	78°2	76°7	75°1	73°6	72°0	70°4	68°9	70.5
71.0	87°2	85°7	84°1	82°6	81°0	79°5	77°9	76°3	74°7	73°2	71°5	69°9	68°3	71.0
71.5	87°1	85°5	84°0	82°4	80°8	79°2	77°6	76°0	74°3	72°7	71°0	69°4	67°7	71.5
72.0	87°0	85°4	83°8	82°2	80°5	78°9	77°2	75°6	73°9	72°2	70°5	68°8	67°0	72.0

Таблица 20-а. Азимуты видимого восхода или захода верхнего края Солнца при одноименных φ и δ

Ши- рота	Склонение Солнца одноименно с широтой													Ши- рота
	6°00'	6°30'	7°00'	7°30'	8°00'	8°30'	9°00'	9°30'	10°00'	10°30'	11°00'	11°30'	12°00'	
0°	84°0	83°5	83°0	82°5	82°0	81°5	81°0	80°5	80°0	79°5	79°0	78°5	78°0	0°
5	83.9	83.4	82.9	82.4	81.9	81.4	80.9	80.4	79.9	79.4	78.9	78.4	77.9	5
10	83.7	83.2	82.7	82.2	81.7	81.2	80.7	80.2	79.7	79.2	78.7	78.1	77.6	10
15	83.5	83.0	82.5	82.0	81.5	80.9	80.4	79.9	79.4	78.9	78.3	77.8	77.3	15
20	83.3	82.7	82.2	81.7	81.1	80.6	80.1	79.5	79.0	78.5	77.9	77.4	76.9	20
22	83.1	82.6	82.1	81.5	81.0	80.4	79.9	79.3	78.8	78.3	77.7	77.2	76.6	22
24	83.0	82.4	81.9	81.4	80.8	80.3	79.7	79.2	78.6	78.1	77.5	77.0	76.4	24
26	82.8	82.3	81.7	81.2	80.6	80.1	79.5	78.9	78.4	77.8	77.3	76.7	76.1	26
28	82.7	82.1	81.5	81.0	80.4	79.8	79.3	78.7	78.1	77.6	77.0	76.4	75.9	28
30	82.5	81.9	81.3	80.8	80.2	79.6	79.0	78.4	77.9	77.3	76.7	76.1	75.5	30
31	82.4	81.8	81.2	80.7	80.1	79.5	78.9	78.3	77.7	77.1	76.5	76.0	75.4	31
32	82.3	81.7	81.1	80.5	79.9	79.3	78.8	78.2	77.6	77.0	76.4	75.8	75.2	32
33	82.2	81.6	81.0	80.4	79.8	79.2	78.6	78.0	77.4	76.8	76.2	75.6	75.0	33
34	82.1	81.5	80.9	80.3	79.7	79.1	78.5	77.9	77.2	76.6	76.0	75.4	74.8	34
35	82.0	81.4	80.8	80.1	79.5	78.9	78.3	77.7	77.1	76.5	75.8	75.2	74.6	35
36	81.9	81.2	80.6	80.0	79.4	78.8	78.1	77.5	76.9	76.3	75.6	75.0	74.4	36
37	81.7	81.1	80.5	79.9	79.2	78.6	78.0	77.3	76.7	76.1	75.4	74.8	74.2	37
38	81.6	81.0	80.3	79.7	79.1	78.4	77.8	77.1	76.5	75.9	75.2	74.6	73.9	38
39	81.5	80.8	80.2	79.5	78.9	78.2	77.6	76.9	76.3	75.6	75.0	74.3	73.7	39
40	81.3	80.7	80.0	79.4	78.7	78.0	77.4	76.7	76.1	75.4	74.7	74.1	73.4	40
41	81.2	80.5	79.9	79.2	78.5	77.8	77.2	76.5	75.8	75.2	74.5	73.8	73.1	41
42	81.0	80.4	79.7	79.0	78.3	77.6	77.0	76.3	75.6	74.9	74.2	73.5	72.8	42
43	80.9	80.2	79.5	78.8	78.1	77.4	76.7	76.0	75.3	74.6	73.9	73.2	72.5	43
44	80.7	80.0	79.3	78.6	77.9	77.2	76.5	75.8	75.1	74.4	73.6	72.9	72.2	44
45	80.5	79.8	79.1	78.4	77.7	76.9	76.2	75.5	74.8	74.1	73.3	72.6	71.9	45
46	80.3	79.6	78.9	78.2	77.4	76.7	76.0	75.2	74.5	73.8	73.0	72.3	71.5	46
47	80.1	79.4	78.7	77.9	77.2	76.4	75.7	74.9	74.2	73.4	72.7	71.9	71.2	47
48	79.9	79.2	78.4	77.7	76.9	76.1	75.4	74.6	73.8	73.1	72.3	71.5	70.8	48
49	79.7	78.9	78.2	77.4	76.6	75.8	75.1	74.3	73.5	72.7	71.9	71.1	70.3	49
50	79.5	78.7	77.9	77.1	76.3	75.5	74.7	73.9	73.1	72.3	71.5	70.7	69.9	50
51	79.2	78.4	77.6	76.8	76.0	75.2	74.4	73.6	72.7	71.9	71.1	70.3	69.4	51
52	79.0	78.1	77.3	76.5	75.7	74.8	74.0	73.2	72.3	71.5	70.6	69.8	68.9	52
53	78.7	77.9	77.0	76.2	75.3	74.5	73.6	72.7	71.9	71.0	70.2	69.3	68.4	53
54	78.4	77.5	76.7	75.8	74.9	74.1	73.2	72.3	71.4	70.5	69.6	68.8	67.9	54
55	78.1	77.2	76.3	75.4	74.5	73.6	72.7	71.8	70.9	70.0	69.1	68.2	67.3	55
56	77.8	76.9	75.9	75.0	74.1	73.2	72.3	71.3	70.4	69.5	68.5	67.6	66.6	56
57	77.4	76.5	75.5	74.6	73.7	72.7	71.8	70.8	69.8	68.9	67.9	66.9	65.9	57
58	77.0	76.1	75.1	74.1	73.2	72.2	71.2	70.2	69.2	68.2	67.2	66.2	65.2	58
59	76.6	75.7	74.7	73.7	72.6	71.6	70.6	69.6	68.6	67.6	66.5	65.5	64.4	59
60	76.2	75.2	74.2	73.1	72.1	71.0	70.0	68.9	67.9	66.8	65.7	64.7	63.6	60
61	75.8	74.7	73.6	72.6	71.5	70.4	69.3	68.2	67.1	66.0	64.9	63.8	62.7	61
62	75.3	74.2	73.1	72.0	70.8	69.7	68.6	67.5	66.3	65.2	64.0	62.8	61.7	62
62.5	75.0	73.9	72.8	71.6	70.5	69.4	68.2	67.1	65.9	64.7	63.5	62.3	61.1	62.5
63.0	74.7	73.6	72.5	71.3	70.1	69.0	67.8	66.6	65.4	64.2	63.0	61.8	60.6	63.0
63.5	74.5	73.3	72.1	71.0	69.8	68.6	67.4	66.2	65.0	63.8	62.5	61.3	60.0	63.5
64.0	74.2	73.0	71.8	70.6	69.4	68.2	67.0	65.7	64.5	63.2	62.0	60.7	59.4	64.0
64.5	73.9	72.6	71.4	70.2	69.0	67.8	66.5	65.2	64.0	62.7	61.4	60.1	58.8	64.5
65.0	73.5	72.3	71.1	69.8	68.6	67.3	66.0	64.7	63.4	62.1	60.8	59.5	58.1	65.0
65.5	73.2	71.9	70.7	69.4	68.1	66.8	65.5	64.2	62.9	61.5	60.2	58.8	57.4	65.5
66.0	72.9	71.6	70.3	69.0	67.7	66.3	65.0	63.7	62.3	60.9	59.5	58.1	56.7	66.0
66.5	72.5	71.2	69.9	68.5	67.2	65.8	64.5	63.1	61.7	60.3	58.9	57.4	55.9	66.5
67.0	72.1	70.8	69.4	68.1	66.7	65.3	63.9	62.5	61.0	59.6	58.1	56.6	55.1	67.0
67.5	71.7	70.3	69.0	67.6	66.2	64.7	63.3	61.8	60.4	58.9	57.4	55.8	54.3	67.5
68.0	71.3	69.9	68.5	67.0	65.6	64.1	62.7	61.2	59.7	58.1	56.6	55.0	53.4	68.0
68.5	70.9	69.4	68.0	66.5	65.0	63.5	62.0	60.5	58.9	57.3	55.7	54.1	52.4	68.5
69.0	70.4	68.9	67.4	65.9	64.4	62.9	61.3	59.7	58.1	56.5	54.8	53.1	51.4	69.0
69.5	69.9	68.4	66.9	65.3	63.7	62.2	60.5	58.9	57.3	55.6	53.9	52.1	50.3	69.5
70.0	69.4	67.8	66.3	64.7	63.1	61.4	59.8	58.1	56.4	54.6	52.8	51.0	49.1	70.0
70.5	68.9	67.3	65.6	64.0	62.3	60.6	58.9	57.2	55.4	53.6	51.7	49.8	47.9	70.5
71.0	68.3	66.6	65.0	63.3	61.6	59.8	58.0	56.2	54.4	52.5	50.6	48.6	46.6	71.0
71.5	67.7	66.0	64.3	62.5	60.7	58.9	57.1	55.2	53.3	51.3	49.3	47.3	45.1	71.5
72.0	67.0	65.3	63.5	61.7	59.9	58.0	56.1	54.1	52.1	50.1	48.0	45.8	43.6	72.0

Таблица 20-а. Азимуты видимого восхода или захода верхнего края Солнца
при одноименных φ и δ

Ши- рота	Склонение Солнца одноименно с широтой													Ши- рота
	12°00'	12°30'	13°00'	13°30'	14°00'	14°30'	15°00'	15°30'	16°00'	16°30'	17°00'	17°30'	18°00'	
0°	78°0	77°5	77°0	76°5	76°0	75°5	75°0	74°5	74°0	73°5	73°0	72°5	72°0	0°
5	77.9	77.4	76.9	76.4	75.9	75.4	74.9	74.3	73.8	73.3	72.8	72.3	71.8	5
10	77.6	77.1	76.6	76.1	75.6	75.1	74.6	74.1	73.6	73.1	72.5	72.0	71.5	10
15	77.3	76.8	76.3	75.7	75.2	74.7	74.2	73.7	73.1	72.6	72.1	71.6	71.1	15
20	76.9	76.3	75.8	75.3	74.7	74.2	73.6	73.1	72.6	72.0	71.5	71.0	70.4	20
22	76.6	76.1	75.6	75.0	74.5	73.9	73.4	72.8	72.3	71.8	71.2	70.7	70.1	22
24	76.4	75.9	75.3	74.7	74.2	73.6	73.1	72.5	72.0	71.4	70.9	70.3	69.8	24
26	76.1	75.6	75.0	74.5	73.9	73.3	72.8	72.2	71.6	71.1	70.5	69.9	69.4	26
28	75.9	75.3	74.7	74.1	73.6	73.0	72.4	71.8	71.3	70.7	70.1	69.5	69.0	28
30	75.5	74.9	74.4	73.8	73.2	72.6	72.0	71.4	70.9	70.3	69.7	69.1	68.5	30
31	75.4	74.8	74.2	73.6	73.0	72.4	71.8	71.2	70.6	70.0	69.4	68.8	68.2	31
32	75.2	74.6	74.0	73.4	72.8	72.2	71.6	71.0	70.4	69.8	69.2	68.6	68.0	32
33	75.0	74.4	73.8	73.2	72.6	72.0	71.4	70.8	70.1	69.5	68.9	68.3	67.7	33
34	74.8	74.2	73.6	73.0	72.4	71.7	71.1	70.5	69.9	69.3	68.7	68.0	67.4	34
35	74.6	74.0	73.4	72.7	72.1	71.5	70.9	70.2	69.6	69.0	68.4	67.7	67.1	35
36	74.4	73.8	73.1	72.5	71.9	71.2	70.6	70.0	69.3	68.7	68.1	67.4	66.8	36
37	74.2	73.5	72.9	72.2	71.6	71.0	70.3	69.7	69.0	68.4	67.7	67.1	66.4	37
38	73.9	73.3	72.6	72.0	71.3	70.7	70.0	69.4	68.7	68.1	67.4	66.7	66.1	38
39	73.7	73.0	72.4	71.7	71.0	70.4	69.7	69.1	68.4	67.7	67.1	66.4	65.7	39
40	73.4	72.7	72.1	71.4	70.7	70.1	69.4	68.7	68.0	67.4	66.7	66.0	65.3	40
41	73.1	72.5	71.8	71.1	70.4	69.7	69.0	68.4	67.7	67.0	66.3	65.6	64.9	41
42	72.8	72.2	71.5	70.8	70.1	69.4	68.7	68.0	67.3	66.6	65.9	65.2	64.5	42
43	72.5	71.8	71.1	70.4	69.7	69.0	68.3	67.6	66.9	66.2	65.4	64.7	64.0	43
44	72.2	71.5	70.8	70.1	69.4	68.6	67.9	67.2	66.5	65.7	65.0	64.3	63.5	44
45	71.9	71.2	70.4	69.7	69.0	68.2	67.5	66.7	66.0	65.3	64.5	63.8	63.0	45
46	71.5	70.8	70.0	69.3	68.5	67.8	67.0	66.3	65.5	64.8	64.0	63.2	62.5	46
47	71.2	70.4	69.6	68.9	68.1	67.3	66.6	65.8	65.0	64.2	63.5	62.7	61.9	47
48	70.8	70.0	69.2	68.4	67.6	66.9	66.1	65.3	64.5	63.7	62.9	62.1	61.3	48
49	70.3	69.6	68.8	68.0	67.2	66.4	65.5	64.7	63.9	63.1	62.3	61.5	60.6	49
50	69.9	69.1	68.3	67.5	66.6	65.8	65.0	64.2	63.3	62.5	61.6	60.8	59.9	50
51	69.4	68.6	67.8	66.9	66.1	65.2	64.4	63.5	62.7	61.8	61.0	60.1	59.2	51
52	68.9	68.1	67.2	66.4	65.5	64.6	63.8	62.9	62.0	61.1	60.2	59.3	58.4	52
53	68.4	67.5	66.7	65.8	64.9	64.0	63.1	62.2	61.3	60.4	59.5	58.5	57.6	53
54	67.9	67.0	66.1	65.1	64.2	63.3	62.4	61.5	60.5	59.6	58.6	57.7	56.7	54
55	67.3	66.3	65.4	64.5	63.5	62.6	61.6	60.7	59.7	58.7	57.7	56.7	55.7	55
56	66.6	65.7	64.7	63.7	62.8	61.8	60.8	59.8	58.8	57.8	56.8	55.8	54.7	56
57	65.9	65.0	64.0	63.0	62.0	60.9	59.9	58.9	57.9	56.8	55.8	54.7	53.6	57
58	65.2	64.2	63.2	62.1	61.1	60.0	59.0	57.9	56.8	55.7	54.6	53.5	52.4	58
59	64.4	63.4	62.3	61.2	60.1	59.1	58.0	56.8	55.7	54.6	53.4	52.3	51.1	59
60	63.6	62.5	61.4	60.3	59.1	58.0	56.9	55.7	54.5	53.3	52.1	50.9	49.7	60
61	62.7	61.5	60.4	59.2	58.0	56.8	55.6	54.4	53.2	52.0	50.7	49.4	48.1	61
62	61.7	60.5	59.3	58.1	56.8	55.6	54.3	53.1	51.8	50.5	49.1	47.8	46.4	62
62.5	61.1	59.9	58.7	57.5	56.2	54.9	53.6	52.3	51.0	49.6	48.3	46.9	45.4	62.5
63.0	60.6	59.3	58.1	56.8	55.5	54.2	52.9	51.6	50.2	48.8	47.4	45.9	44.5	63.0
63.5	60.0	58.7	57.5	56.2	54.8	53.5	52.1	50.7	49.3	47.9	46.4	44.9	43.4	63.5
64.0	59.4	58.1	56.8	55.5	54.1	52.7	51.3	49.9	48.4	47.0	45.5	43.9	42.3	64.0
64.5	58.8	57.4	56.1	54.7	53.3	51.9	50.5	49.0	47.5	46.0	44.4	42.8	41.1	64.5
65.0	58.1	56.8	55.4	53.9	52.5	51.1	49.6	48.0	46.5	44.9	43.3	41.6	39.9	65.0
65.5	57.4	56.0	54.6	53.1	51.7	50.2	48.6	47.0	45.4	43.8	42.1	40.3	38.5	65.5
66.0	56.7	55.3	53.8	52.3	50.8	49.2	47.6	46.0	44.3	42.6	40.8	39.0	37.1	66.0
66.5	55.9	54.4	52.9	51.4	49.8	48.2	46.5	44.9	43.1	41.3	39.5	37.5	35.5	66.5
67.0	55.1	53.6	52.0	50.4	48.8	47.1	45.4	43.6	41.8	40.0	38.0	36.0	33.8	67.0
67.5	54.3	52.7	51.1	49.4	47.7	46.0	44.2	42.4	40.5	38.5	36.4	34.3	32.0	67.5
68.0	53.4	51.7	50.0	48.3	46.6	44.8	42.9	41.0	39.0	36.9	34.7	32.4	29.9	68.0
68.5	52.4	50.7	49.0	47.2	45.3	43.5	41.5	39.5	37.4	35.1	32.8	30.3	27.6	68.5
69.0	51.4	49.6	47.8	45.9	44.0	42.0	40.0	37.9	35.6	33.2	30.7	28.0	25.0	69.0
69.5	50.3	48.5	46.6	44.6	42.6	40.5	38.4	36.1	33.7	31.1	28.4	25.3	22.0	69.5
70.0	49.1	47.2	45.3	43.2	41.1	38.9	36.6	34.1	31.5	28.8	25.7	22.3	18.2	70.0
70.5	47.9	45.9	43.8	41.7	39.4	37.1	34.6	32.0	29.2	26.0	22.6	18.5	13.3	70.5
71.0	46.6	44.5	42.3	40.0	37.6	35.1	32.4	29.6	26.4	22.9	18.7	13.4		71.0
71.5	45.1	42.9	40.6	38.2	35.6	32.9	30.0	26.8	23.2	19.0	13.6			71.5
72.0	43.6	41.2	38.8	36.2	33.4	30.4	27.2	23.6	19.3	13.8				72.0

Ши- рота	Склонение Солнца одноименно с широтой													Ши- рота
	18°00'	18°30'	19°00'	19°30'	20°00'	20°30'	21°00'	21°30'	22°00'	22°30'	23°00'	23°30'	24°00'	
0°	72°0	71°5	71°0	70°5	70°0	69°5	69°0	68°5	68°0	67°5	67°0	66°5	66°0	0°
5	71.8	71.3	70.8	70.3	69.8	69.3	68.8	68.3	67.8	67.3	66.8	66.3	65.8	5
10	71.5	71.0	70.5	70.0	69.5	69.0	68.5	68.0	67.5	66.9	66.4	65.9	65.4	10
15	71.1	70.5	70.0	69.5	69.0	68.5	67.9	67.4	66.9	66.4	65.9	65.3	64.8	15
20	70.4	69.9	69.4	68.8	68.3	67.7	67.2	66.7	66.1	65.6	65.0	64.5	64.0	20
22	70.1	69.6	69.0	68.5	67.9	67.4	66.8	66.3	65.7	65.2	64.6	64.1	63.5	22
24	69.8	69.2	68.7	68.1	67.5	67.0	66.4	65.9	65.3	64.8	64.2	63.6	63.1	24
26	69.4	68.8	68.3	67.7	67.1	66.6	66.0	65.4	64.8	64.3	63.7	63.1	62.6	26
28	69.0	68.4	67.8	67.2	66.6	66.1	65.5	64.9	64.3	63.7	63.2	62.6	62.0	28
30	68.5	67.9	67.3	66.7	66.1	65.5	64.9	64.3	63.7	63.2	62.6	62.0	61.4	30
31	68.2	67.6	67.0	66.4	65.8	65.2	64.6	64.0	63.4	62.8	62.2	61.6	61.0	31
32	68.0	67.4	66.8	66.2	65.6	64.9	64.3	63.7	63.1	62.5	61.9	61.3	60.6	32
33	67.7	67.1	66.5	65.9	65.2	64.6	64.0	63.4	62.8	62.1	61.5	60.9	60.3	33
34	67.4	66.8	66.2	65.5	64.9	64.3	63.7	63.0	62.4	61.8	61.1	60.5	59.9	34
35	67.1	66.5	65.8	65.2	64.6	63.9	63.3	62.7	62.0	61.4	60.7	60.1	59.4	35
36	66.8	66.1	65.5	64.9	64.2	63.6	62.9	62.3	61.6	61.0	60.3	59.7	59.0	36
37	66.4	65.8	65.1	64.5	63.8	63.2	62.5	61.9	61.2	60.5	59.9	59.2	58.5	37
38	66.1	65.4	64.8	64.1	63.4	62.8	62.1	61.4	60.8	60.1	59.4	58.7	58.0	38
39	65.7	65.0	64.4	63.7	63.0	62.3	61.7	61.0	60.3	59.6	58.9	58.2	57.5	39
40	65.3	64.6	63.9	63.3	62.6	61.9	61.2	60.5	59.8	59.1	58.4	57.7	57.0	40
41	64.9	64.2	63.5	62.8	62.1	61.4	60.7	60.0	59.3	58.6	57.8	57.1	56.4	41
42	64.5	63.8	63.0	62.3	61.6	60.9	60.2	59.4	58.7	58.0	57.2	56.5	55.8	42
43	64.0	63.3	62.6	61.8	61.1	60.4	59.6	58.9	58.1	57.4	56.6	55.9	55.1	43
44	63.5	62.8	62.0	61.3	60.5	59.8	59.0	58.3	57.5	56.7	56.0	55.2	54.4	44
45	63.0	62.3	61.5	60.7	60.0	59.2	58.4	57.6	56.9	56.1	55.3	54.5	53.7	45
46	62.5	61.7	60.9	60.1	59.3	58.6	57.8	57.0	56.2	55.4	54.6	53.7	52.9	46
47	61.9	61.1	60.3	59.5	58.7	57.9	57.1	56.3	55.4	54.6	53.8	52.9	52.1	47
48	61.3	60.5	59.6	58.8	58.0	57.2	56.3	55.5	54.6	53.8	52.9	52.1	51.2	48
49	60.6	59.8	59.0	58.1	57.3	56.4	55.6	54.7	53.8	52.9	52.0	51.2	50.3	49
50	59.9	59.1	58.2	57.4	56.5	55.6	54.7	53.8	52.9	52.0	51.1	50.2	49.2	50
51	59.2	58.3	57.4	56.5	55.6	54.7	53.8	52.9	52.0	51.0	50.1	49.1	48.2	51
52	58.4	57.5	56.6	55.7	54.8	53.8	52.8	51.8	50.8	49.8	48.8	47.8	47.0	52
53	57.6	56.7	55.7	54.8	53.8	52.8	51.8	50.7	49.7	48.7	47.6	46.5	45.7	53
54	56.7	55.7	54.8	53.7	52.8	51.8	50.7	49.7	48.7	47.6	46.5	45.4	44.3	54
55	55.7	54.7	53.7	52.7	51.7	50.6	49.5	48.5	47.4	46.3	45.1	44.0	42.8	55
56	54.7	53.7	52.6	51.5	50.5	49.4	48.2	47.1	46.0	44.8	43.6	42.4	41.2	56
57	53.6	52.5	51.4	50.3	49.2	48.0	46.8	45.7	44.5	43.2	42.0	40.7	39.4	57
58	52.4	51.3	50.1	48.9	47.7	46.5	45.3	44.1	42.8	41.5	40.2	38.8	37.4	58
59	51.1	49.9	48.7	47.5	46.2	44.9	43.6	42.3	40.9	39.5	38.1	36.6	35.1	59
60	49.7	48.4	47.1	45.8	44.5	43.1	41.8	40.3	38.9	37.4	35.8	34.2	32.6	60
61	48.1	46.8	45.4	44.0	42.6	41.2	39.7	38.1	36.6	34.9	33.2	31.5	29.6	61
62	46.4	45.0	43.5	42.0	40.5	39.0	37.3	35.7	33.9	32.1	30.2	28.2	26.1	62
62.5	45.4	44.0	42.5	40.9	39.4	37.7	36.0	34.3	32.5	30.6	28.5	26.4	24.0	62.5
63.0	44.5	42.9	41.4	39.8	38.1	36.4	34.7	32.8	30.9	28.9	26.6	24.3	21.7	63.0
63.5	43.4	41.8	40.2	38.6	36.8	35.0	33.2	31.2	29.1	26.9	24.6	22.0	19.0	63.5
64.0	42.3	40.7	39.0	37.2	35.4	33.5	31.6	29.5	27.2	24.8	22.2	19.2	15.8	64.0
64.5	41.1	39.4	37.7	35.8	33.9	31.9	29.8	27.5	25.1	22.4	19.4	15.9	11.4	64.5
65.0	39.9	38.1	36.2	34.3	32.3	30.1	27.9	25.4	22.7	19.7	16.1	11.6		65.0
65.5	38.5	36.7	34.7	32.7	30.5	28.2	25.7	23.0	19.9	16.3	11.7			65.5
66.0	37.1	35.1	33.0	30.8	28.5	26.0	23.2	20.1	16.5					66.0
66.5	35.5	33.4	31.2	28.8	26.3	23.5	20.4	16.7	12.0					66.5
67.0	33.8	31.6	29.2	26.6	23.8	20.6	16.9	12.1						67.0
67.5	32.0	29.6	26.9	24.1	20.9	17.1	12.3							67.5
68.0	29.9	27.3	24.4	21.1	17.3	12.4								68.0
68.5	27.6	24.7	21.4	17.5	12.6									68.5
69.0	25.0	21.7	17.7	12.7										69.0
69.5	22.0	18.0	12.9											69.5
70.0	18.2	13.1												70.0
70.5	13.3													70.5
71.0														71.0
71.5														71.5
72.0														72.0

Таблица 20-б. Азимуты видимого восхода или захода верхнего края Солнца при разноименных φ и δ

Ши- рота	Склонение Солнца разноименно с широтой													Ши- рота
	0°00'	0°30'	1°00'	1°30'	2°00'	2°30'	3°00'	3°30'	4°00'	4°30'	5°00'	5°30'	6°00'	
0°	90°0	90°5	91°0	91°5	92°0	92°5	93°0	93°5	94°0	94°5	95°0	95°5	96°0	0°
5	89.9	90.4	90.9	91.4	91.9	92.4	92.9	93.4	93.9	94.4	94.9	95.4	95.9	5
10	89.8	90.3	90.8	91.4	91.9	92.4	92.9	93.4	93.9	94.4	94.9	95.4	95.9	10
15	89.7	90.3	90.8	91.3	91.8	92.3	92.8	93.4	93.9	94.4	94.9	95.4	96.0	15
20	89.6	90.2	90.7	91.2	91.8	92.3	92.8	93.4	93.9	94.4	95.0	95.5	96.0	20
22	89.6	90.2	90.7	91.2	91.8	92.3	92.8	93.4	93.9	94.5	95.0	95.5	96.1	22
24	89.6	90.1	90.7	91.2	91.8	92.3	92.9	93.4	93.9	94.5	95.0	95.6	96.1	24
26	89.5	90.1	90.6	91.2	91.8	92.3	92.9	93.4	94.0	94.5	95.1	95.7	96.2	26
28	89.5	90.1	90.6	91.2	91.8	92.3	92.9	93.5	94.0	94.6	95.2	95.7	96.3	28
30	89.4	90.0	90.6	91.2	91.8	92.3	92.9	93.5	94.1	94.6	95.2	95.8	96.4	30
31	89.4	90.0	90.6	91.2	91.8	92.3	92.9	93.5	94.1	94.7	95.3	95.8	96.4	31
32	89.4	90.0	90.6	91.2	91.8	92.3	92.9	93.5	94.1	94.7	95.3	95.9	96.5	32
33	89.4	90.0	90.6	91.2	91.8	92.4	93.0	93.5	94.1	94.7	95.3	95.9	96.5	33
34	89.4	90.0	90.6	91.2	91.8	92.4	93.0	93.6	94.2	94.8	95.4	96.0	96.6	34
35	89.3	89.9	90.5	91.2	91.8	92.4	93.0	93.6	94.2	94.8	95.4	96.0	96.7	35
36	89.3	89.9	90.5	91.2	91.8	92.4	93.0	93.6	94.2	94.9	95.5	96.1	96.7	36
37	89.3	89.9	90.5	91.2	91.8	92.4	93.0	93.7	94.3	94.9	95.5	96.2	96.8	37
38	89.2	89.9	90.5	91.2	91.8	92.4	93.1	93.7	94.3	95.0	95.6	96.2	96.9	38
39	89.2	89.9	90.5	91.2	91.8	92.4	93.1	93.7	94.4	95.0	95.7	96.3	96.9	39
40	89.2	89.8	90.5	91.2	91.8	92.5	93.1	93.8	94.4	95.1	95.7	96.4	97.0	40
41	89.2	89.8	90.5	91.2	91.8	92.5	93.1	93.8	94.5	95.1	95.8	96.5	97.1	41
42	89.1	89.8	90.5	91.2	91.8	92.5	93.2	93.8	94.5	95.2	95.9	96.5	97.2	42
43	89.1	89.8	90.5	91.2	91.8	92.5	93.2	93.9	94.6	95.3	95.9	96.6	97.3	43
44	89.1	89.8	90.5	91.2	91.9	92.5	93.2	93.9	94.6	95.3	96.0	96.7	97.4	44
45	89.0	89.7	90.5	91.2	91.9	92.6	93.3	94.0	94.7	95.4	96.1	96.8	97.5	45
46	89.0	89.7	90.4	91.2	91.9	92.6	93.3	94.0	94.8	95.5	96.2	96.9	97.6	46
47	89.0	89.7	90.4	91.2	91.9	92.6	93.4	94.1	94.8	95.6	96.3	97.0	97.8	47
48	88.9	89.7	90.4	91.2	91.9	92.7	93.4	94.2	94.9	95.7	96.4	97.2	97.9	48
49	88.9	89.7	90.4	91.2	91.9	92.7	93.5	94.2	95.0	95.8	96.5	97.3	98.0	49
50	88.9	89.6	90.4	91.2	92.0	92.7	93.5	94.3	95.1	95.9	96.6	97.4	98.2	50
51	88.8	89.6	90.4	91.2	92.0	92.8	93.6	94.4	95.2	96.0	96.8	97.6	98.4	51
52	88.8	89.6	90.4	91.2	92.0	92.8	93.6	94.5	95.3	96.1	96.9	97.7	98.5	52
53	88.7	89.6	90.4	91.2	92.0	92.9	93.7	94.5	95.4	96.2	97.0	97.9	98.7	53
54	88.7	89.5	90.4	91.2	92.1	92.9	93.8	94.6	95.5	96.3	97.2	98.0	98.9	54
55	88.6	89.5	90.4	91.2	92.1	93.0	93.9	94.7	95.6	96.5	97.4	98.2	99.1	55
56	88.6	89.5	90.4	91.3	92.1	93.0	93.9	94.8	95.7	96.6	97.5	98.4	99.3	56
57	88.5	89.4	90.4	91.3	92.2	93.1	94.0	94.9	95.9	96.8	97.7	98.6	99.6	57
58	88.5	89.4	90.3	91.3	92.2	93.2	94.1	95.1	96.0	97.0	97.9	98.9	99.8	58
59	88.4	89.4	90.3	91.3	92.3	93.3	94.2	95.2	96.2	97.1	98.1	99.1	100.1	59
60	88.3	89.3	90.3	91.3	92.3	93.3	94.3	95.3	96.3	97.3	98.3	99.4	100.4	60
61	88.3	89.3	90.3	91.4	92.4	93.4	94.5	95.5	96.5	97.6	98.6	99.6	100.7	61
62	88.2	89.3	90.3	91.4	92.4	93.5	94.6	95.6	96.7	97.8	98.9	99.9	101.0	62
62.5	88.1	89.2	90.3	91.4	92.5	93.6	94.6	95.7	96.8	97.9	99.0	100.1	101.2	62.5
63.0	88.1	89.2	90.3	91.4	92.5	93.6	94.7	95.8	96.9	98.0	99.1	100.3	101.4	63.0
63.5	88.1	89.2	90.3	91.4	92.6	93.7	94.8	95.9	97.0	98.2	99.4	100.4	101.6	63.5
64.0	88.0	89.2	90.3	91.4	92.6	93.7	94.9	96.0	97.2	98.3	99.5	100.6	101.8	64.0
64.5	88.0	89.1	90.3	91.5	92.6	93.8	95.0	96.1	97.3	98.5	99.6	100.8	102.0	64.5
65.0	87.9	89.1	90.3	91.5	92.7	93.9	95.0	96.2	97.4	98.6	99.8	101.0	102.2	65.0
65.5	87.9	89.1	90.3	91.5	92.7	93.9	95.1	96.3	97.5	98.8	100.0	101.2	102.4	65.5
66.0	87.8	89.1	90.3	91.5	92.8	94.0	95.2	96.5	97.7	98.9	100.2	101.4	102.7	66.0
66.5	87.8	89.0	90.3	91.5	92.8	94.1	95.3	96.6	97.8	99.1	100.4	101.6	102.9	66.5
67.0	87.7	89.0	90.3	91.6	92.9	94.1	95.4	96.7	98.0	99.3	100.6	101.9	103.2	67.0
67.5	87.7	89.0	90.3	91.6	92.9	94.2	95.5	96.8	98.1	99.5	100.8	102.1	103.5	67.5
68.0	87.6	89.0	90.3	91.6	93.0	94.3	95.6	97.0	98.3	99.7	101.0	102.4	103.7	68.0
68.5	87.6	88.9	90.3	91.6	93.0	94.4	95.7	97.1	98.5	99.9	101.3	102.6	104.0	68.5
69.0	87.5	88.9	90.3	91.7	93.1	94.5	95.9	97.3	98.7	100.1	101.5	102.9	104.4	69.0
69.5	87.4	88.9	90.3	91.7	93.1	94.6	96.0	97.4	98.9	100.3	101.8	103.2	104.7	69.5
70.0	87.4	88.8	90.3	91.7	93.2	94.7	96.1	97.6	99.1	100.6	102.0	103.5	105.0	70.0
70.5	87.3	88.8	90.3	91.8	93.3	94.8	96.3	97.8	99.3	100.8	102.3	103.9	105.4	70.5
71.0	87.2	88.7	90.3	91.8	93.3	94.9	96.4	98.0	99.5	101.1	102.6	104.2	105.8	71.0
71.5	87.1	88.7	90.3	91.8	93.4	95.0	96.6	98.2	99.8	101.4	103.0	104.6	106.2	71.5
72.0	87.0	88.7	90.3	91.9	93.5	95.1	96.8	98.4	100.0	101.7	103.3	105.0	106.7	72.0

Таблица 20-б. Азимуты видимого восхода или захода верхнего края Солнца при разноименных φ и δ

Ши- рота	Склонение Солнца разноименно с широтой													Ши- рота
	6°00'	6°30'	7°00'	7°30'	8°00'	8°30'	9°00'	9°30'	10°00'	10°30'	11°00'	11°30'	12°00'	
0°	96°0	96°5	97°0	97°5	98°0	98°5	99°0	99°5	100°0	100°5	101°0	101°5	102°0	0°
5	95.9	96.4	96.9	97.4	97.9	98.4	99.0	99.5	100.0	100.5	101.0	101.5	102.0	5
10	95.9	96.4	96.9	97.4	98.0	98.5	99.0	99.5	100.0	100.5	101.0	101.5	102.0	10
15	96.0	96.5	97.0	97.5	98.0	98.5	99.1	99.6	100.1	100.6	101.1	101.6	102.2	15
20	96.0	96.6	97.1	97.6	98.2	98.7	99.2	99.8	100.3	100.8	101.4	101.9	102.4	20
22	96.1	96.6	97.2	97.7	98.2	98.8	99.3	99.9	100.4	100.9	101.5	102.0	102.6	22
24	96.1	96.7	97.2	97.8	98.3	98.9	99.4	100.0	100.5	101.1	101.6	102.2	102.7	24
26	96.2	96.8	97.3	97.9	98.4	99.0	99.5	100.1	100.7	101.2	101.8	102.3	102.9	26
28	96.3	96.9	97.4	98.0	98.6	99.1	99.7	100.3	100.8	101.4	102.0	102.5	103.1	28
30	96.4	97.0	97.5	98.1	98.7	99.3	99.8	100.4	101.0	101.6	102.2	102.7	103.3	30
31	96.4	97.0	97.6	98.2	98.8	99.3	99.9	100.5	101.1	101.7	102.3	102.9	103.4	31
32	96.5	97.1	97.7	98.2	98.8	99.4	100.0	100.6	101.2	101.8	102.4	103.0	103.6	32
33	96.5	97.1	97.7	98.3	98.9	99.5	100.1	100.7	101.3	101.9	102.5	103.1	103.7	33
34	96.6	97.2	97.8	98.4	99.0	99.6	100.2	100.8	101.4	102.0	102.6	103.2	103.9	34
35	96.7	97.3	97.9	98.5	99.1	99.7	100.3	100.9	101.6	102.2	102.8	103.4	104.0	35
36	96.7	97.3	98.0	98.6	99.2	99.8	100.4	101.1	101.7	102.3	102.9	103.5	104.2	36
37	96.8	97.4	98.0	98.7	99.3	99.9	100.6	101.2	101.8	102.4	103.1	103.7	104.3	37
38	96.9	97.5	98.1	98.8	99.4	100.0	100.7	101.3	102.0	102.6	103.2	103.9	104.5	38
39	96.9	97.6	98.2	98.9	99.5	100.2	100.8	101.5	102.1	102.8	103.4	104.1	104.7	39
40	97.0	97.7	98.3	99.0	99.6	100.3	101.0	101.6	102.3	102.9	103.6	104.3	104.9	40
41	97.1	97.8	98.4	99.1	99.8	100.4	101.1	101.8	102.4	103.1	103.8	104.5	105.1	41
42	97.2	97.9	98.6	99.2	99.9	100.6	101.3	101.9	102.6	103.3	104.0	104.7	105.3	42
43	97.3	98.0	98.7	99.4	100.1	100.7	101.4	102.1	102.8	103.5	104.2	104.9	105.6	43
44	97.4	98.1	98.8	99.5	100.2	100.9	101.6	102.3	103.0	103.7	104.4	105.1	105.8	44
45	97.5	98.2	98.9	99.7	100.4	101.1	101.8	102.5	103.2	103.9	104.7	105.4	106.1	45
46	97.6	98.4	99.1	99.8	100.5	101.3	102.0	102.7	103.5	104.2	104.9	105.6	106.4	46
47	97.8	98.5	99.2	100.0	100.7	101.5	102.2	102.9	103.7	104.4	105.2	105.9	106.7	47
48	97.9	98.7	99.4	100.2	100.9	101.7	102.4	103.2	103.9	104.7	105.5	106.2	107.0	48
49	98.0	98.8	99.6	100.3	101.1	101.9	102.7	103.4	104.2	105.0	105.8	106.5	107.3	49
50	98.2	99.0	99.8	100.5	101.3	102.1	102.9	103.7	104.5	105.3	106.1	106.9	107.7	50
51	98.4	99.2	100.0	100.8	101.6	102.4	103.2	104.0	104.8	105.6	106.4	107.2	108.0	51
52	98.5	99.3	100.2	101.0	101.8	102.6	103.5	104.3	105.1	105.9	106.8	107.6	108.4	52
53	98.7	99.5	100.4	101.2	102.1	102.9	103.7	104.6	105.4	106.3	107.1	108.0	108.9	53
54	98.9	99.8	100.6	101.5	102.3	103.2	104.1	104.9	105.8	106.7	107.5	108.4	109.3	54
55	99.1	100.0	100.9	101.7	102.6	103.5	104.4	105.3	106.2	107.1	108.0	108.9	109.8	55
56	99.3	100.2	101.1	102.0	102.9	103.9	104.8	105.7	106.6	107.5	108.4	109.4	110.3	56
57	99.6	100.5	101.4	102.3	103.3	104.2	105.2	106.1	107.0	108.0	108.9	109.9	110.8	57
58	99.8	100.8	101.7	102.7	103.6	104.6	105.6	106.5	107.5	108.5	109.5	110.4	111.4	58
59	100.1	101.1	102.0	103.0	104.0	105.0	106.0	107.0	108.0	109.0	110.0	111.0	112.1	59
60	100.4	101.4	102.4	103.4	104.4	105.5	106.5	107.5	108.6	109.6	110.6	111.7	112.8	60
61	100.7	101.7	102.8	103.8	104.9	105.9	107.0	108.1	109.1	110.2	111.3	112.4	113.5	61
62	101.0	102.1	103.2	104.3	105.4	106.5	107.6	108.7	109.8	110.9	112.0	113.1	114.3	62
62.5	101.2	102.3	103.4	104.5	105.6	106.7	107.9	109.0	110.1	111.2	112.4	113.5	114.7	62.5
63.0	101.4	102.5	103.6	104.7	105.9	107.0	108.2	109.3	110.5	111.6	112.8	114.0	115.2	63.0
63.5	101.6	102.7	103.9	105.0	106.2	107.3	108.5	109.6	110.8	112.0	113.2	114.4	115.6	63.5
64.0	101.8	102.9	104.1	105.3	106.4	107.6	108.8	110.0	111.2	112.4	113.6	114.9	116.1	64.0
64.5	102.0	103.2	104.4	105.5	106.7	107.9	109.2	110.4	111.6	112.8	114.1	115.3	116.6	64.5
65.0	102.2	103.4	104.6	105.8	107.1	108.3	109.5	110.8	112.0	113.3	114.6	115.8	117.1	65.0
65.5	102.4	103.7	104.9	106.1	107.4	108.6	109.9	111.2	112.5	113.7	115.0	116.4	117.7	65.5
66.0	102.7	103.9	105.2	106.5	107.7	109.0	110.3	111.6	112.9	114.2	115.6	116.9	118.3	66.0
66.5	102.9	104.2	105.5	106.8	108.1	109.4	110.7	112.0	113.4	114.7	116.1	117.5	118.9	66.5
67.0	103.2	104.5	105.8	107.1	108.5	109.8	111.2	112.5	113.9	115.3	116.7	118.1	119.5	67.0
67.5	103.5	104.8	106.1	107.5	108.9	110.2	111.6	113.0	114.4	115.8	117.3	118.7	120.2	67.5
68.0	103.7	105.1	106.5	107.9	109.3	110.7	112.1	113.5	115.0	116.4	117.9	119.4	120.9	68.0
68.5	104.0	105.4	106.9	108.3	109.7	111.1	112.6	114.1	115.5	117.0	118.6	120.1	121.6	68.5
69.0	104.4	105.8	107.2	108.7	110.2	111.6	113.1	114.6	116.2	117.7	119.3	120.8	122.4	69.0
69.5	104.7	106.2	107.6	109.1	110.6	112.2	113.7	115.2	116.8	118.4	120.0	121.6	123.3	69.5
70.0	105.0	106.5	108.1	109.5	111.1	112.7	114.3	115.9	117.5	119.1	120.8	122.5	124.2	70.0
70.5	105.4	107.0	108.5	110.1	111.7	113.3	114.9	116.6	118.2	119.9	121.6	123.4	125.1	70.5
71.0	105.8	107.4	109.0	110.6	112.3	113.9	115.6	117.3	119.0	120.7	122.5	124.3	126.1	71.0
71.5	106.2	107.9	109.5	111.2	112.9	114.6	116.3	118.0	119.8	121.6	123.4	125.3	127.2	71.5
72.0	106.7	108.3	110.0	111.8	113.5	115.3	117.0	118.8	120.7	122.6	124.5	126.4	128.4	72.0

Таблица 20-б. Азимуты видимого восхода или захода верхнего края Солнца при разноименных φ и δ

Ши- рота	Склонение Солнца разноименно с широтой													Ши- рота
	12°00'	12°30'	13°00'	13°30'	14°00'	14°30'	15°00'	15°30'	16°00'	16°30'	17°00'	17°30'	18°00'	
0°	102.0	102.5	103.0	103.5	104.0	104.5	105.0	105.5	106.0	106.5	107.0	107.5	108.0	0°
5	102.0	102.5	103.0	103.5	104.0	104.5	105.0	105.5	106.0	106.5	107.0	107.5	108.0	5
10	102.0	102.5	103.0	103.5	104.0	104.6	105.1	105.6	106.1	106.6	107.1	107.6	108.1	10
15	102.2	102.7	103.2	103.7	104.2	104.8	105.3	105.8	106.3	106.8	107.4	107.9	108.4	15
20	102.4	103.0	103.5	104.0	104.6	105.1	105.6	106.2	106.7	107.2	107.8	108.3	108.8	20
22	102.6	103.1	103.6	104.2	104.7	105.3	105.8	106.3	106.9	107.4	108.0	108.5	109.1	22
24	102.7	103.3	103.8	104.4	104.9	105.5	106.0	106.6	107.1	107.7	108.2	108.8	109.3	24
26	102.9	103.5	104.0	104.6	105.1	105.7	106.2	106.8	107.4	107.9	108.5	109.1	109.6	26
28	103.1	103.7	104.2	104.8	105.4	105.9	106.5	107.1	107.7	108.2	108.8	109.4	109.9	28
30	103.3	103.9	104.5	105.1	105.6	106.2	106.8	107.4	108.0	108.6	109.1	109.7	110.3	30
31	103.4	104.0	104.6	105.2	105.8	106.4	107.0	107.6	108.2	108.7	109.3	109.9	110.5	31
32	103.6	104.2	104.8	105.4	106.0	106.5	107.1	107.7	108.3	108.9	109.5	110.1	110.7	32
33	103.7	104.3	104.9	105.5	106.1	106.7	107.3	107.9	108.5	109.1	109.7	110.3	111.0	33
34	103.9	104.5	105.1	105.7	106.3	106.9	107.5	108.1	108.7	109.3	110.0	110.6	111.2	34
35	104.0	104.6	105.2	105.9	106.5	107.1	107.7	108.3	109.0	109.6	110.2	110.8	111.4	35
36	104.2	104.8	105.4	106.0	106.7	107.3	107.9	108.6	109.2	109.8	110.4	111.1	111.7	36
37	104.3	105.0	105.6	106.2	106.9	107.5	108.1	108.8	109.4	110.1	110.7	111.3	112.0	37
38	104.5	105.2	105.8	106.4	107.1	107.7	108.4	109.0	109.7	110.3	111.0	111.6	112.3	38
39	104.7	105.4	106.0	106.7	107.3	108.0	108.6	109.3	109.9	110.6	111.3	111.9	112.6	39
40	104.9	105.6	106.2	106.9	107.6	108.2	108.9	109.6	110.2	110.9	111.6	112.2	112.9	40
41	105.1	105.8	106.5	107.1	107.8	108.5	109.2	109.8	110.5	111.2	111.9	112.6	113.3	41
42	105.3	106.0	106.7	107.4	108.1	108.8	109.5	110.2	110.8	111.5	112.2	112.9	113.6	42
43	105.6	106.3	107.0	107.7	108.4	109.1	109.8	110.5	111.2	111.9	112.6	113.3	114.0	43
44	105.8	106.5	107.2	108.0	108.7	109.4	110.1	110.8	111.5	112.3	113.0	113.7	114.4	44
45	106.1	106.8	107.5	108.3	109.0	109.7	110.4	111.2	111.9	112.6	113.4	114.1	114.9	45
46	106.4	107.1	107.8	108.6	109.3	110.1	110.8	111.6	112.3	113.0	113.8	114.6	115.3	46
47	106.7	107.4	108.2	108.9	109.7	110.4	111.2	112.0	112.7	113.5	114.3	115.0	115.8	47
48	107.0	107.7	108.5	109.3	110.1	110.8	111.6	112.4	113.2	113.9	114.7	115.5	116.3	48
49	107.3	108.1	108.9	109.7	110.5	111.2	112.0	112.8	113.6	114.4	115.2	116.0	116.9	49
50	107.7	108.5	109.3	110.1	110.9	111.7	112.5	113.3	114.1	115.0	115.8	116.6	117.4	50
51	108.0	108.9	109.7	110.5	111.3	112.2	113.0	113.8	114.7	115.5	116.4	117.2	118.1	51
52	108.4	109.3	110.1	111.0	111.8	112.7	113.5	114.4	115.2	116.1	117.0	117.8	118.7	52
53	108.9	109.7	110.6	111.4	112.3	113.2	114.1	114.9	115.8	116.7	117.6	118.5	119.4	53
54	109.3	110.2	111.1	112.0	112.9	113.8	114.7	115.6	116.5	117.4	118.3	119.2	120.2	54
55	109.8	110.7	111.6	112.5	113.4	114.4	115.3	116.2	117.2	118.1	119.1	120.0	121.0	55
56	110.3	111.2	112.2	113.1	114.1	115.0	116.0	116.9	117.9	118.9	119.9	120.9	121.9	56
57	110.8	111.8	112.8	113.8	114.7	115.7	116.7	117.7	118.7	119.7	120.7	121.8	122.8	57
58	111.4	112.4	113.4	114.4	115.4	116.5	117.5	118.5	119.6	120.6	121.7	122.7	123.8	58
59	112.1	113.1	114.1	115.2	116.2	117.3	118.3	119.4	120.5	121.6	122.7	123.8	124.9	59
60	112.8	113.8	114.9	116.0	117.1	118.1	119.2	120.4	121.5	122.6	123.8	124.9	126.1	60
61	113.5	114.6	115.7	116.8	118.0	119.1	120.2	121.4	122.6	123.8	124.9	126.2	127.4	61
62	114.3	115.4	116.6	117.8	118.9	120.1	121.3	122.5	123.8	125.0	126.2	127.5	128.8	62
62.5	114.7	115.9	117.1	118.3	119.5	120.7	121.9	123.1	124.4	125.7	126.9	128.2	129.6	62.5
63.0	115.2	116.3	117.6	118.8	120.0	121.2	122.5	123.8	125.0	126.3	127.7	129.0	130.4	63.0
63.5	115.6	116.8	118.1	119.3	120.6	121.8	123.1	124.4	125.7	127.1	128.4	129.8	131.2	63.5
64.0	116.1	117.3	118.6	119.9	121.2	122.5	123.8	125.1	126.5	127.8	129.2	130.7	132.1	64.0
64.5	116.6	117.9	119.2	120.5	121.8	123.1	124.5	125.8	127.2	128.7	130.1	131.6	133.1	64.5
65.0	117.1	118.4	119.8	121.1	122.4	123.8	125.2	126.6	128.0	129.5	131.0	132.5	134.0	65.0
65.5	117.7	119.0	120.4	121.7	123.1	124.5	126.0	127.4	128.9	130.4	131.9	133.5	135.1	65.5
66.0	118.3	119.6	121.0	122.4	123.9	125.3	126.8	128.3	129.8	131.3	132.9	134.6	136.2	66.0
66.5	118.9	120.3	121.7	123.2	124.6	126.1	127.6	129.2	130.7	132.4	134.0	135.7	137.4	66.5
67.0	119.5	121.0	122.4	123.9	125.4	127.0	128.5	130.1	131.8	133.4	135.1	136.9	138.7	67.0
67.5	120.2	121.7	123.2	124.7	126.3	127.9	129.5	131.1	132.8	134.6	136.3	138.2	140.1	67.5
68.0	120.9	122.4	124.0	125.6	127.2	128.8	130.5	132.2	134.0	135.8	137.6	139.6	141.6	68.0
68.5	121.6	123.2	124.8	126.5	128.1	129.8	131.6	133.4	135.2	137.1	139.0	141.1	143.2	68.5
69.0	122.4	124.1	125.7	127.4	129.2	130.9	132.7	134.6	136.5	138.5	140.5	142.7	144.9	69.0
69.5	123.3	125.0	126.7	128.4	130.2	132.1	134.0	135.9	137.9	140.0	142.2	144.5	146.9	69.5
70.0	124.2	125.9	127.7	129.5	131.4	133.3	135.3	137.3	139.4	141.7	144.0	146.4	149.0	70.0
70.5	125.1	126.9	128.8	130.7	132.6	134.6	136.7	138.9	141.1	143.5	145.9	148.6	151.4	70.5
71.0	126.1	128.0	130.0	131.9	134.0	136.1	138.2	140.5	142.9	145.5	148.1	151.0	154.2	71.0
71.5	127.2	129.2	131.2	133.3	135.4	137.6	140.0	142.4	144.9	147.7	150.6	153.8	157.5	71.5
72.0	128.4	130.4	132.6	134.7	137.0	139.3	141.8	144.4	147.2	150.2	153.4	157.1	161.5	72.0

Ши- рота	Склонение Солнца разноименно с широтой													Ши- рота
	18°00'	18°30'	19°00'	19°30'	20°00'	20°30'	21°00'	21°30'	22°00'	22°30'	23°00'	23°30'	24°00'	
0°	108°0	108°5	109°0	109°5	110°0	110°5	111°0	111°5	112°0	112°5	113°0	113°5	114°0	0°
5	108.0	108.5	109.0	109.5	110.0	110.5	111.0	111.5	112.0	112.5	113.0	113.5	114.0	5
10	108.1	108.6	109.1	109.6	110.1	110.7	111.2	111.7	112.2	112.7	113.2	113.7	114.2	10
15	108.4	108.9	109.4	109.9	110.5	111.0	111.5	112.0	112.5	113.1	113.6	114.1	114.6	15
20	108.8	109.4	109.9	110.4	111.0	111.5	112.0	112.6	113.1	113.7	114.2	114.7	115.3	20
22	109.1	109.6	110.1	110.7	111.2	111.8	112.3	112.9	113.4	114.0	114.5	115.0	115.6	22
24	109.3	109.9	110.4	111.0	111.5	112.1	112.6	113.2	113.7	114.3	114.9	115.4	116.0	24
26	109.6	110.2	110.7	111.3	111.9	112.4	113.0	113.6	114.1	114.7	115.3	115.8	116.4	26
28	109.9	110.5	111.1	111.7	112.2	112.8	113.4	114.0	114.5	115.1	115.7	116.3	116.9	28
30	110.3	110.9	111.5	112.1	112.7	113.2	113.8	114.4	115.0	115.6	116.2	116.8	117.4	30
31	110.5	111.1	111.7	112.3	112.9	113.5	114.1	114.7	115.3	115.9	116.5	117.1	117.7	31
32	110.7	111.3	111.9	112.5	113.1	113.7	114.3	114.9	115.5	116.2	116.8	117.4	118.0	32
33	111.0	111.6	112.2	112.8	113.4	114.0	114.6	115.2	115.8	116.5	117.1	117.7	118.3	33
34	111.2	111.8	112.4	113.0	113.7	114.3	114.9	115.5	116.1	116.8	117.4	118.0	118.6	34
35	111.4	112.1	112.7	113.3	113.9	114.6	115.2	115.8	116.5	117.1	117.7	118.4	119.0	35
36	111.7	112.3	113.0	113.6	114.2	114.9	115.5	116.2	116.8	117.4	118.1	118.7	119.4	36
37	112.0	112.6	113.3	113.9	114.6	115.2	115.9	116.5	117.2	117.8	118.5	119.1	119.8	37
38	112.3	112.9	113.6	114.2	114.9	115.6	116.2	116.9	117.5	118.2	118.9	119.5	120.2	38
39	112.6	113.2	113.9	114.6	115.2	115.9	116.6	117.3	117.9	118.6	119.3	120.0	120.7	39
40	112.9	113.6	114.3	114.9	115.6	116.3	117.0	117.7	118.4	119.0	119.7	120.4	121.1	40
41	113.3	113.9	114.6	115.3	116.0	116.7	117.4	118.1	118.8	119.5	120.2	120.9	121.6	41
42	113.6	114.3	115.0	115.7	116.4	117.1	117.9	118.6	119.3	120.0	120.7	121.4	122.2	42
43	114.0	114.7	115.4	116.2	116.9	117.6	118.3	119.0	119.8	120.5	121.2	122.0	122.7	43
44	114.4	115.1	115.9	116.6	117.3	118.1	118.8	119.6	120.3	121.1	121.8	122.6	123.3	44
45	114.9	115.6	116.3	117.1	117.8	118.6	119.3	120.1	120.9	121.6	122.4	123.2	124.0	45
46	115.3	116.1	116.8	117.6	118.4	119.1	119.9	120.7	121.5	122.2	123.0	123.8	124.6	46
47	115.8	116.6	117.3	118.1	118.9	119.7	120.5	121.3	122.1	122.9	123.7	124.5	125.3	47
48	116.3	117.1	117.9	118.7	119.5	120.3	121.1	121.9	122.8	123.6	124.4	125.3	126.1	48
49	116.9	117.7	118.5	119.3	120.1	121.0	121.8	122.6	123.5	124.3	125.2	126.1	126.9	49
50	117.4	118.3	119.1	120.0	120.8	121.7	122.5	123.4	124.3	125.1	126.0	126.9	127.8	50
51	118.1	118.9	119.8	120.6	121.5	122.4	123.3	124.2	125.1	126.0	126.9	127.8	128.7	51
52	118.7	119.6	120.5	121.4	122.3	123.2	124.1	125.0	125.9	126.9	127.8	128.8	129.7	52
53	119.4	120.3	121.2	122.2	123.1	124.0	125.0	125.9	126.9	127.9	128.8	129.8	130.8	53
54	120.2	121.1	122.1	123.0	124.0	124.9	125.9	126.9	127.9	128.9	129.9	130.9	132.0	54
55	121.0	122.0	122.9	123.9	124.9	125.9	126.9	128.0	129.0	130.0	131.1	132.2	133.3	55
56	121.9	122.9	123.9	124.9	125.9	127.0	128.0	129.1	130.2	131.3	132.4	133.5	134.6	56
57	122.8	123.8	124.9	126.0	127.0	128.1	129.2	130.3	131.5	132.6	133.8	134.9	136.1	57
58	123.8	124.9	126.0	127.1	128.2	129.4	130.5	131.7	132.9	134.1	135.3	136.5	137.8	58
59	124.9	126.0	127.2	128.3	129.5	130.7	131.9	133.1	134.4	135.7	137.0	138.3	139.6	59
60	126.1	127.3	128.5	129.7	130.9	132.2	133.4	134.7	136.1	137.4	138.8	140.2	141.7	60
61	127.4	128.6	129.9	131.2	132.5	133.8	135.2	136.5	137.9	139.4	140.9	142.4	144.0	61
62	128.8	130.1	131.4	132.8	134.2	135.6	137.0	138.5	140.0	141.6	143.2	144.9	146.6	62
62.5	129.6	130.9	132.3	133.7	135.1	136.6	138.1	139.6	141.2	142.8	144.5	146.2	148.1	62.5
63.0	130.4	131.8	133.2	134.6	136.1	137.6	139.2	140.8	142.4	144.1	145.9	147.7	149.7	63.0
63.5	131.2	132.6	134.1	135.6	137.1	138.7	140.3	142.0	143.7	145.5	147.4	149.3	151.4	63.5
64.0	132.1	133.6	135.1	136.6	138.2	139.9	141.5	143.3	145.1	147.0	149.0	151.1	153.3	64.0
64.5	133.1	134.6	136.1	137.8	139.4	141.1	142.9	144.7	146.6	148.6	150.7	153.0	155.5	64.5
65.0	134.0	135.6	137.3	138.9	140.7	142.4	144.3	146.2	148.3	150.4	152.7	155.2	157.9	65.0
65.5	135.1	136.8	138.4	140.2	142.0	143.9	145.8	147.9	150.1	152.4	154.9	157.6	160.7	65.5
66.0	136.2	137.9	139.7	141.5	143.4	145.4	147.5	149.7	152.1	154.6	157.4	160.5	164.2	66.0
66.5	137.4	139.2	141.1	143.0	145.0	147.1	149.3	151.7	154.3	157.1	160.3	164.0	169.0	66.5
67.0	138.7	140.6	142.5	144.6	146.7	149.0	151.4	154.0	156.8	160.0	163.9	168.8		67.0
67.5	140.1	142.1	144.1	146.3	148.6	151.0	153.6	156.5	159.8	163.6	168.7			67.5
68.0	141.6	143.7	145.9	148.2	150.6	153.3	156.2	159.5	163.4	168.5				68.0
68.5	143.2	145.4	147.8	150.3	153.0	155.9	159.3	163.2	168.4					68.5
69.0	144.9	147.3	149.9	152.6	155.6	159.0	163.0							69.0
69.5	146.9	149.5	152.2	155.3	158.7	162.8	168.1							69.5
70.0	149.0	151.8	154.9	158.4	162.5	167.9								70.0
70.5	151.4	154.6	158.1	162.3	167.8									70.5
71.0	154.2	157.8	162.0	167.6										71.0
71.5	157.5	161.8												71.5
72.0	161.5	167.2												72.0

[illegible]

МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КОМПАСА
РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ»

*Методические указания
к практическим занятиям*

Составитель: Потапенко Сергей Александрович

В авторской редакции

Изд. № 194/2021. Объем 2,25 п.л. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,205.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»