

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**О. О. Панько**

# **Зоряне небо та небесна сфера**

Методичні рекомендації щодо виконання  
завдань для самостійної роботи

Одеса 2018

**Зоряне небо та небесна сфера: завдання для самостійної роботи.** Методичні рекомендації щодо виконання завдань для самостійної роботи. – Одеса. – 2018

Рецензенти:

- Андрієвський С. М., доктор фізико-математичних наук, професор, директор НДІ «Астрономічна обсерваторія» Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;
- Марсакова В. І., кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної фізики та астрономії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Методичні рекомендації щодо виконання завдань для самостійної роботи розраховано на студентів фізико-математичного напрямку підготовки вищих педагогічних навчальних закладів, а також вчителів загальноосвітніх шкіл та учнів, які займаються поглибленим вивченням астрономії. Методичні рекомендації розроблено з урахуванням структури навчальної програми курсу «Загальна астрономія». Для кожного завдання для самостійної роботи сформульовано мету роботи, наведено необхідні теоретичні відомості та контрольні запитання. Більшість завдань розроблено автором методичних рекомендацій. Ілюстративний матеріал, який використовується для виконання завдань, отримано з відкритих джерел мережі Internet з відповідними посиланнями.

Друкується за рішенням  
вченої ради факультету математики, фізики та  
інформаційних технологій  
Одеського національного університету  
імені І. І. Мечникова;  
протокол № 3 від 14 листопада 2017 р.

© О. О. Панько 2018

## ПЕРЕДМОВА

Завдання до самостійної роботи «Зоряне небо та небесна сфера» створено до курсу «Загальна астрономія», що входить до освітньо-професійної/освітньо-наукової програми підготовки бакалавра напряму 104 – фізика та астрономія. Завдання дозволяють студентам ознайомитися із базовими уявленнями про небесну сферу, сузір'я, основними принципами створення систем координат в астрономії та будовою зораних атласів, уявити особливості видимості світил на різних широтах та у різні пори року. Для студентів, що далі обирають спеціалізацію «астрономія», Завдання до самостійної роботи «Зоряне небо та небесна сфера» є практичною основою для засвоєння курсів «Сферична астрономія» та «Загальна астрометрія».

Відповідно до начальних програм та планів половина часу, що призначений на засвоєння матеріалу курсу, припадає саме на самостійну роботу студента. Разом з тим особливості викладання дисциплін астрономічного циклу потребують зворотного зв'язку між викладачем та студентом. Регулярне та своєчасне виконання завдань для самостійної роботи, які пропонуються у методичних рекомендаціях, дозволяють не тільки засвоїти основні уявлення зорне небо та небесну сферу, але ще й робити це на підставі спеціально відібраного спостережного матеріалу.

Завдання для самостійної роботи розташовано у методичних рекомендаціях відповідно до лекційного матеріалу, але без жорсткої прив'язки до кожної лекції. Завдання виконуються послідовно. Всі необхідні для роботи довідкові відомості наведено у тексті. Для кожного завдання на початку сформульовано ціль роботи та наведено теоретичні відомості, після яких сформульовано контрольні запитання. Власне у завданнях для виконання студенти мають можливість застосовувати теоретичні знання. Відповіді для завдань не приводяться.

Значна частина завдань виконується з використанням комп'ютерів, тому й самі методичні рекомендації призначені у першу чергу для використання як електронний ресурс. В ході виконання завдань формуються вміння, навички та компетенції відповідно до вимог програми підготовки бакалаврів. Якість виконання завдань студент може оцінити під час консультації з викладачем.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 1

### СУЗІР'Я ТА ПОЗНАЧЕННЯ ЗІР НА НЕБІ

**Завдання:** Вивчити міжнародні назви сузір'їв та відповідні скорочення назв; вивчити найменування окремих зір.

#### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Зоряне небо – це вікно, з якого ми бачимо Всесвіт. В залежності від гостроти зору спостерігача неозброєним оком в безмісячну ясну ніч можна розрізнити близько 2500 – 3000 зір над горизонтом, тобто на половині неба. Вся небесна сфера містить близько 6000 зір, видимих неозброєним оком. Вміння орієнтуватися серед величезного числа різноманітних об'єктів зоряного неба – перша практична задача науки про Всесвіт – астрономію. Воно однаково необхідне як професійному астрономові або любителю астрономії, так і кваліфікованому викладачеві цього предмету в школі.

Взаємні розташування зір на небі змінюються надзвичайно повільно. Їх можна було б помітити неозброєним оком лише протягом тисячоліть. Зорі і їх групи – сузір'я вже в глибокій старовині служили зручними орієнтирами під час подорожей і для визначення часу. Практика об'єднувати найбільш яскраві зорі в групи і фігури – сузір'я і давати їм найменування склалася також ще в старовині. Іноді невелика група зір об'єднується під загальною назвою, відмінною від назви самого сузір'я. Це так звані астеризми. Так, наприклад, всім з дитинства знайомий Великий Ківш є частиною сузір'я Великої Ведмедиці, Літній Трикутник – об'єднує найяскравіші зорі трьох сузір'їв Ліри, Лебедя та Орла. Астеризмом можна назвати й Плеяди (Стожари, Волосожари), що розташовані у сузір'ї Тельця, але це не зовсім коректно. Плеяди не є випадковим згущенням зір на небі, ця фізично пов'язана група зір відноситься до зоряних скупчень.

У сучасну епоху поняття сузір'я, що історично склалося, втратило свій первинний сенс. Зараз сузір'я – це не та або інша фігура з найбільш яскравих зір, а ділянки зоряного неба з абсолютно конкретними межами між ними. Межі сузір'їв задають у просторі тілесний кут з вершиною в центрі небесної сфери. Все, що знаходиться в межах цього тілесного кута (незалежно від відстані до об'єкта), належать до даного сузір'я. Сучасні межі сузір'їв встановлені угодою, прийнятою на з'їзді Міжнародного астрономічного союзу (МАС) в 1922 році. З'їзд відхилив пропозицію скасувати поняття сузір'їв і замінити їх стандартними чотирикутниками на небі. В ухваленому рішенні зберегти в ужитку астрономії сузір'я було увічнено спадщину стародавньої культури людей та історії розвитку астрономічних знань. На з'їзді був переглянутий список сузір'їв і межі між ними. Було скасовано 27 невдалих і залишене 88, таких, що охоплюють все небо. У ряді випадків нелегко з'ясувати з яких мотивів виникла та або інша назва сузір'я. В інших випадках з глибин століть до нас дійшли іноді вельми поетичні легенди, що послужили "підставою" для найменування сузір'я.

З 88 сучасних сузір'їв 47 були відомі ще задовго до нашої ери. Їх назви згадуються в творах ряду стародавніх авторів, таких як Гіппарх, Евдокс, Гезіод, Фалес та ін. В їх числі сузір'я: Андромеда, Близнюки, Велика Ведмедиця, Великий Пес, Водолій, Візничий, Вовк, Волопас, Волосся Вероніки, Ворон, Геркулес, Гідра, Діва, Дельфін, Дракон, Жертовник, Заєць, Змієносець, Кассіопея, Кит, Козоріг, Лебідь, Лев, Ліра, Мала Ведмедиця, Малий Кінь, Овен, Орел, Оріон, Пегас, Персей, Рак, Риби, Північна Корона, Скорпіон, Стріла, Стрілець, Телець, Терези, Трикутник, Центавр, Цефей, Чаша, Ерідан, Південний Хрест, Південна Корона, Південна Риба.

Друга група сузір'їв, вперше згадувана Байером в його атласі зоряного неба (1603 р.), в своїх назвах відобразила епоху великих географічних відкриттів, екзотику раніше невідомих країн і народів. Це – Журавель, Золота Риба, Індіанець, Летюча

Риба, Павич, Райський Птах, Тукан, Фенікс, Хамелеон, Південна Гідра, Південний Трикутник.

Третя група сузір'їв вперше зустрічається в списку Гевелія (кінець XVII ст.) – Голуб, Гончі Пси, Одноріг, Жираф, Лисичка, Малий Лев, Муха, Рись, Секстант, Щит. Четверта група сузір'їв (південна півкуля) введена Лакайлем (1752 р.) – Живописець, Мікроскоп, Насос, Октант, Піч, Різець, Сітка, Скульптор, Столова Гора, Телескоп, Циркуль, Годинник.

Зважаючи на величезність об'єкта – Всесвіт, в практиці астрономічних досліджень склався активний обмін публікаціями різних учених і обсерваторій миру. Ця обставина послужила підставою для уніфікації вживаних назв і позначень шляхом вживання латинських повних і стандартно-скорочених назв сузір'їв як міжнародних. Значення цих назв виявляється необхідним при користуванні практично будь-якою астрономічною літературою.

З початку XVII ст. (в «Уранометрії» І. Байера в 1603 р.) зорі кожного сузір'я почали позначати буквами грецького алфавіту  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , приблизно в порядку зменшення їх блиску. У 1712-1725 рр. в тритомному зоряному атласі Д. Флемстіда (Англія) зорі позначалися арабськими цифрами в межах кожного сузір'я в порядку зростання їх прямих піднесень. Ці позначення з додаванням назви сузір'я широко застосовуються і до теперішнього часу

Власні назви мають 275 яскравих зір; з них 80% були надані арабами. Частіше це були назви частин тіла тих фігур, які давали назву всьому сузір'ю. Наприклад, Бетельгейзе — «плече гіганта», Денебола — «хвіст лева», Рас-альхаг ( $\alpha$  Змієносець) — «голова» і так далі. Слабкі зорі позначаються номерами зоряних каталогів, в які вони занесені, або їх екваторіальними координатами. Вельми споживано позначення зір їх номерами в каталозі Боннського огляду неба (BD, епоха 1855 р.). Приклад: BD +4°4048 — зоря № 4048 у зоні від +4°0' до +5°0' каталогу Боннського огляду.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дати визначення поняттю сузір'я.
2. Чим сузір'я відрізняється від астеризму? Які астеризми Вам відомі?
3. Чим астеризм відрізняється від зоряного скупчення?
4. У яких сузір'ях зоря, що позначена буквою  $\alpha$ , не є найяскравішою?
5. Яка з двох зір – 1 Тау або 19 Тау – раніше сходить? Чому Ви так вважаєте?
6. Чи можуть позначення:  $\alpha$  Анд, 1 Андромеди, BD +41°4664, FK 5 869, HD 217675, HIP 113726, HR 8762, SAO 52609 належати одній і тій самій зорі? Відповідь пояснити.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Ознайомитися з додатками.
2. Виписати до робочого зошиту відповіді на контрольні запитання.
3. Навчитися орієнтуватися у стандартних позначеннях зір.
4. Вивчити латинські назви та скорочену форму назв сузір'їв з таблиці 1.1 (сузір'я, які видно на широтах України), або за бажанням з Додатку А, який містить повний перелік – 88 сузір'їв.
5. Виписати до робочого зошиту та навчитися використовувати власні імена яскравих зір з Таблиці 1.2.

Таблиця 1.1

### НАЗВИ СУЗІР'ІВ, ЯКІ ВИДНО НА СЕРЕДНІХ ШИРОТАХ ПІНІЧНОЇ ПІВКУЛІ

Українська назва	Латинська назва	Позначення	Латинська вимова
Андромеда	Andromeda	And	андромеда
Близнята	Gemini	Gem	геміні
Велика Ведмедиця	Ursa Major	UMa	урса майор
Великий Пес	Canis Major	CMa	каніс майор
Візничий	Auriga	Aur	ауріга
Водолій	Aquarius	Aqr	акваріус
Волопас	Bootes	Boo	боотес
Волосся Вероники	Coma Berenices	Com	кома береніцес
Ворон	Corvus	Crv	корвус
Геркулес	Hercules	Her	геркулес
Гідра	Hydra	Hya	гідра
Гончі Пси	Canes Venatici	CVn	канес венатіці
Дельфін	Delphinus	Del	делфінус
Діва	Virgo	Vir	вірго
Дракон	Drako	Dra	драко
Ерідан	Eridanus	Eri	еріданус
Жиrafa	Camelopardalis	Cam	камелопардаліс
Заєць	Lepus	Lep	лепус
Змієносець	Ophiuchus	Oph	офіухус
Змія	Serpens	Ser	серпенс
Кассіопея	Cassiopeja	Cas	кассіопея
Кит	Cetus	Cet	цетус
Козоріг	Capricornus	Cap	капрікорнус
Компас	Pyxis	Pyx	піксіс
Корма	Puppis	Pup	пуппіс
Лебідь	Cygnus	Cyg	цігнус
Лев	Leo	Leo	лео
Лисичка	Vulpecula	Vul	вулпекула
Ліра	Lyra	Lyr	ліра
Мала Ведмедиця	Ursa Minor	UMi	урса мінор
Малий Кінь	Equuleus	Equ	еквулеус
Малий Лев	Leo Minor	LMi	лео мінор
Малий Пес	Canis Minor	CMi	каніс мінор
Овен	Aries	Ari	аріес
Одноріг	Monoceros	Mon	моноцерос
Орел	Aquila	Aql	аквіла
Оріон	Orion	Ori	оріон
Пегас	Pegasus	Peg	пегасус
Персей	Perseus	Per	персеус
Південна Риба	Piscis Austrinus	Psa	пісціс аустрінус
Північна Корона	Corona Borealis	CrB	корона бореаліс
Піч	Fornax	For	форнакс
Рак	Cancer	Cnc	канцер
Риби	Pisces	Psc	пісцес
Рись	Lynx	Lyn	лінкс
Секстант	Sextans	Sex	секстанс
Скорпіон	Scorpius	Sco	скорпіус

Скульптор	Sculptor	Scl	скульптор
Стріла	Sagitta	Sge	сагітта
Стрілець	Sagittarius	Sgr	сагіттаріус
Телець	Taurus	Tau	таурус
Терези	Libra	Lib	лібра
Трикутник	Triangulum	Tri	триангулум
Цефей	Cepheus	Cep	цефеус
Чаша	Crater	Crt	кратер
Щит	Scutum	Sct	скутум
Ящірка	Lacerta	Lac	лацерта

**Таблиця 1.2**

### **ВЛАСНІ ІМЕНА ДЕЯКИХ ЯСКРАВИХ ЗІРОК**

Алгеніб	$\gamma$ Peg	Канопус	$\alpha$ Car
Алголь	$\beta$ Per	Капелла	$\alpha$ Aur
Аліот	$\epsilon$ UMa	Кастор	$\alpha$ Gem
Альбірео	$\beta$ Cyg	Майя	20 Tau
Альдебаран	$\alpha$ Tau	Маркаб	$\alpha$ Peg
Альдерамін	$\alpha$ Cep	Мерак	$\beta$ UMa
Алькор	$\zeta_2$ UMa	Меропа	23 Tau
Альтаір	$\alpha$ Aql	Міра	$\alpha$ Cet
Альціона	$\eta$ Tau	Міррах	$\beta$ And
Антарес	$\alpha$ Sco	Міцар	$\zeta_1$ UMa
Арктур	$\alpha$ Boo	Плейона	28 Tau
Астеропа	21 Tau	Полярна	$\alpha$ UMi
Атлас	27 Tau	Поллукс	$\beta$ Gem
Беллатрікс	$\gamma$ Ori	Проціон	$\alpha$ CMi
Бенетнаш	$\eta$ UMa	Регул	$\alpha$ Leo
Бетельгейзе	$\alpha$ Ori	Рігель	$\beta$ Ori
Вега	$\alpha$ Lyr	Сіріус	$\alpha$ CMa
Денеб	$\alpha$ Cyg	Спіка	$\alpha$ Vir
Денебола	$\beta$ Leo	Тайгета	19 Tau
Дубхе	$\alpha$ UMa	Фомальгаут	$\alpha$ PsA
Гемма	$\alpha$ CrB	Електра	17 Tau

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 2

### ОСНОВНІ ЛІНІЇ І ТОЧКИ НЕБЕСНОЇ СФЕРИ. СИСТЕМИ КООРДИНАТ. ДОБОВИЙ РУХ НЕБЕСНОЇ СФЕРИ. КУЛЬМІНАЦІЇ СВІТИЛ

**ЗАВДАННЯ:** Ознайомлення з основними лініями та точками небесної сфери. Ознайомлення з принципами створення систем координат на небесній сфері. Вивчення добового руху світил.

#### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

##### Небесна сфера

Поняття «небесна сфера» пов'язане з тим, що при погляді на небо неозброєним оком відстані до зір оцінити неможливо. До того ж, уява про сферу як ідеальну фігуру та наводило на думку, що небесні об'єкти – зорі – повинні бути розташовані на сфері. Для задач вимірювання кутових відстаней між зорями таке наближення є корисним. З такої уяви про розташування зір на деякій сфері і походить визначення небесної сфери: це сфера довільного радіуса з центром у точці спостереження. Точка спостереження пов'язана зі спостерігачем: її положення відповідає ведучому оку спостерігача.

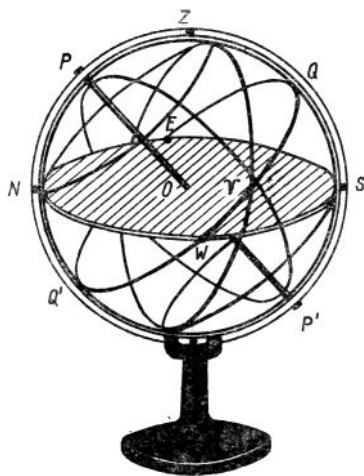


Рис.2.1. Модель небесної сфери

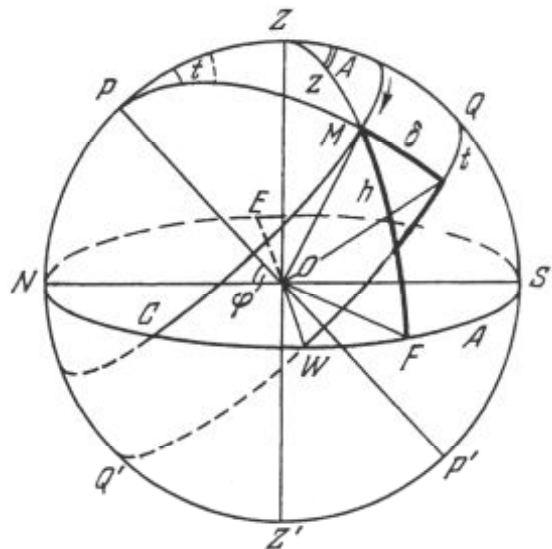


Рис.2.2. Небесна сфера. Горизонтальна та I екваторіальна системи

Всі зорі, які спостерігаються, беруть участь в рівномірному добовому обертанні зі сходу на захід, тобто в напрямі стрілки годинника для спостерігача, який дивився б на небесну сферу від Полярної зорі ( $\alpha$  Малої Ведмедиці), і їх взаємне розташування на небесній сфері з часом не змінюється.

Небесна сфера з її основними точками, лініями і площинами зображена на рис.2.2, де буквою  $O$  позначений центр сфери, тобто точка, в якій перебуває око спостерігача;  $P$  та  $P'$  – відповідно північний і південний полюси світу;  $PP'$  – вісь світу – уявна пряма, навколо якої небозвід здійснює повний оберт за добу;  $QWQ'E$  – небесний екватор – велике коло, площина якого проходить через центр сфери перпендикулярно



до осі світу. Лінією екватора небесна сфера поділяється на північну і південну півсфери;  $Z$  і  $Z'$  – zenit і надир – точки, в яких вертикальна лінія перетинається з небесною сферою;  $NESW$  – математичний горизонт – велике коло, площина якого перпендикулярна до вертикальної лінії. Небесний меридіан зображається великим колом, що проходить через полюси світу і zenit. Він перетинає математичний горизонт у точках півночі ( $N$ ) і півдня ( $S$ ).

На рис. 3 показано екліптику – велике коло небесної сфери, по якому відбувається видимий річний рух центра Сонця серед зір у напрямі проти стрілки годинника. Екліптика нахилена до небесного екватора під кутом  $\varepsilon = 23^{\circ}27'$  і перетинається з ним у точках весняного  $\Upsilon$  і осіннього  $\Omega$  рівнодень (астрологічні знаки Овна та Терез). Точки літнього та зимового сонцестоянь позначені як  $\odot$  та  $\Upsilon$  (відповідно знаками Рака та Козерога).

У теперішній час особливі точки екліптики розташовані в інших сузір'ях, це пов'язано з прецесією земної осі. Зокрема, точка весняного рівнодення знаходиться у сузір'ї Риб.

Річний рух Сонця по екліптиці, а також видиме добуве обертання сузір'їв є відповідно наслідками орбітального руху Землі навколо Сонця і обертання її навколо власної осі в напрямі проти руху стрілки годинника.

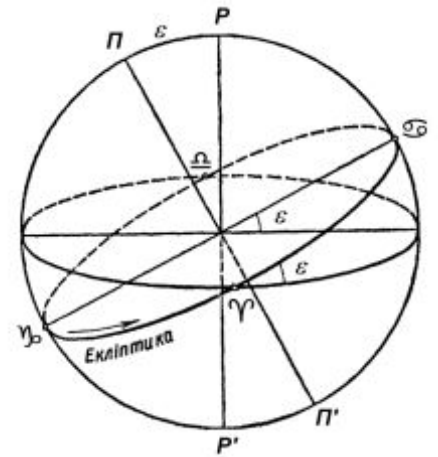


Рис. 2.3. Положення екліптики відносно небесного екватора та особливі точки екліптики

### Системи небесних координат

Системи координат на небесній сфері визначаються за єдиним алгоритмом: обирається якась виділена площина, яка призначається головною. Можна також обрати напрям, що буде головним. Головний напрям та головна площина системи координат перпендикулярні один одному. Назва системи координат пов'язана з назвою головної площини. Один з кутів, що визначає положення точки на небесній сфері, це кут між головною площиною та радіус-вектором світила, інший – двогранний кут вимірюється у головній площині. Положення будь-якого світила на небесній сфері в конкретний момент часу може бути цілком визначене цими двома кутами в будь-якій з прийнятих небесних систем координат: екваторіальній, горизонтальній, екліптичній, галактичній, супергалактичній.

**Горизонтальна система координат.** Перша, в історичному сенсі, найпростіша система координат – **горизонтальна система**, в якій положення світила на небесній сфері визначають двома сферичними координатами – висотою  $h$  і азимутом  $A$  (рис. 2.4). Головною площиною в цій системі є площина горизонту, головним напрямом – вертикальна лінія  $ZZ'$ . Велике півколо, що проходить через zenit та світило, називається *вертикалом* світила. Виходячи з цього визначення небесний меридіан можна назвати *вертикалом, який проходить через точки zenitu та надиру*. Вертикал, що проходить через точки сходу та заходу також має власну назву: *перший вертикал*.

Висота  $h$  – це кут між площиною математичного горизонту і напрямом на світило. Вона вимірюється дугою  $Mm$  (рис. 2.4) і відлічується від площини математичного горизонту. Висота  $h$  набуває значення від  $0^\circ$  до  $+90^\circ$  в сторону зеніту і від  $0^\circ$  до  $-90^\circ$  в сторону надиру.

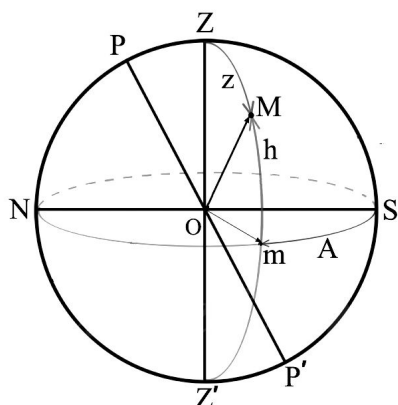


Рис. 2.4. Горизонтальна система координат

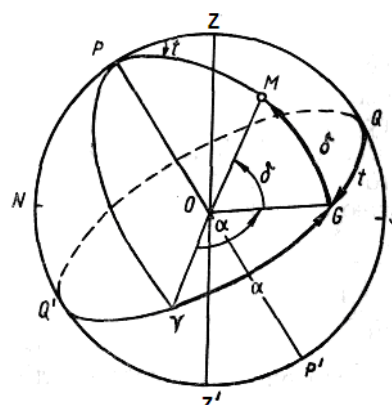


Рис. 2.5. Перша та друга екваторіальні системи координат

Для деяких задач висоту можна замінити зенітною відстанню  $z$ , тобто кутом між напрямом на зеніт та радіус-вектором світила. Очевидно, що

$$h + z = 90^\circ$$

Це співвідношення справедливе і для від'ємних висот, оскільки  $z$  приймає значення від  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .

Азимут  $A$  – це кут, утворений площинами небесного меридіана і вертикала світила. Азимут вимірюється дугою  $Sm$  математичного горизонту і відлічується в астрономії від точки півдня  $S$  в напрямі руху обертання небесної сфери.

Створити карту неба в горизонтальній системі неможливо, оскільки внаслідок обертання Землі обидві координати постійно змінюються. При всіх практичних вимірюваннях висот і азимутів світил треба відмічати за хронометром час, що відповідає відліку кожної координати.

**Екваторіальні системи координат.** В астрономії використовують дві екваторіальні системи. В першій екваторіальній системі координатами світила є схилення  $\delta$  і годинний кут  $t$ , в другій екваторіальній системі – схилення  $\delta$  і пряме піднесення  $\alpha$  (рис. 2.4). Велике півколо, що проходить через полюси світу та світило, називається колом схилення. Протягом доби світила описують на небесній сфері малі кола, площини яких паралельні площині небесного екватора. Їх називають добовими паралелями.

Схилення  $\delta$  (у сучасних каталогах *Dec* від англійського *declination*) — це кут між площиною небесного екватора і напрямом на світило; вимірюється  $\delta$  рівною йому дугою  $GM$  кола схилення. Схилення зорі не змінюється протягом доби. Додатні схилення ( $0^\circ \leq \delta \leq +90^\circ$ ) мають світила, що належать до північної півсфери, а від'ємні ( $0^\circ \geq \delta \geq -90^\circ$ ) – до південної півсфери.

Годинний кут  $t$  – це кут між площинами небесного меридіана і кола схилення світила; вимірюється  $t$  дугою  $QG$  небесного екватора від південної частини небесного меридіана в сторону видимого обертання небесної сфери (рис. 5). Годинний кут

прийнято виражати одиницями часу: годинами, хвилинами, секундами. При цьому слід пам'ятати, що  $1^h$  відповідає  $15^\circ$ ,  $1^m$  –  $15'$  і  $1^s$  –  $15''$ . За один оберт світила навколо осі світу годинний кут зростає від  $0^h$  до  $24^h$ , причому значення  $24^h$  при обчисленнях одразу перетворюють на  $0^h$ .

Остаточно прив'язує координатну сітку до небесної сфери, що обертається, друга екваторіальна система координат, в якій годинний кут замінюється на пряме піднесення. *Пряме піднесення*  $\alpha$  (у сучасних каталогах *R.A.* від англійського *right ascension*) – це кут, утворений площинами кіл схилення точки весняного рівнодення і світила; вимірюється  $\alpha$  дугою  $\gamma$   $G$  небесного екватора від точки весняного рівнодення в напрямі з заходу на схід, тобто проти руху годинникової стрілки (рис. 2.5). Різні точки небесної сфери, що не лежать на одному і тому ж колі схилення, мають неоднакові прямі сходження, які можуть набувати значення в межах від  $0^h$  до  $24^h$ .

Дві екваторіальні координати кожної зорі – схилення  $\delta$  і пряме піднесення  $\alpha$  – з часом помітно не змінюються. Для зв'язку між першою та другою екваторіальними системами використовують значення годинного кута точки весняного рівнодення. За визначенням, цей кут є зоряним часом. Тривалість зоряної доби дорівнює тривалості одного обертку землі відносно зір, а саме 23 години 56 хвилин 4,1 секунди сонячного часу.

### Кульмінації світил

Обертання Землі приводить до того, що протягом доби горизонтальні координати світила безперервно змінюються: азимут може змінюватись від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , а висота – коливається від деякого максимального значення  $h_g$  до мінімального –  $h_n$ . Обидва випадки відповідають моменту проходження світила через небесний меридіан. Явище проходження світила через небесний меридіан називається кульмінацією світила (від лат. *culmen* – верх). У верхній кульмінації світило перетинає небесний меридіан ближче до зеніту, ніж у нижній кульмінації. Відповідно до визначення годинного кута  $t$ , в момент верхньої кульмінації світила його годинний кут дорівнює  $0^h$ , в момент нижньої кульмінації світила –  $12^h$ .

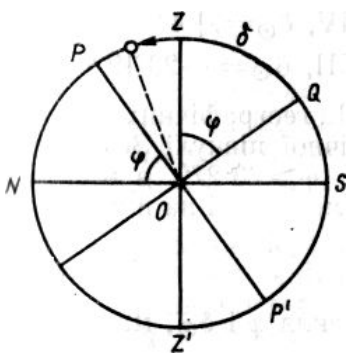


Рис. 2.6. Світило в меридіані на північ від точки зеніту

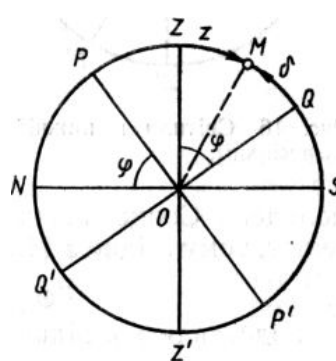


Рис. 2.7. Світило в меридіані на південь від точки зеніту

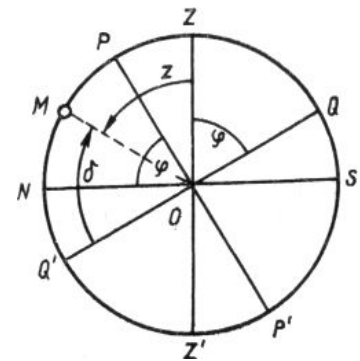


Рис. 2.8. Світило в нижній кульмінації

Схилення світила зв'язане з його зенітною відстанню в момент верхньої кульмінації та з географічною широтою місця співвідношенням:

$$\delta = \varphi \pm z,$$

в якому знак «плюс» береться для світил, що проходять меридіан на північ від зеніту (рис. 2.6), а знак «мінус» – для світил, що проходять через меридіан на південь від зеніту (рис. 2.7).

У момент нижньої кульмінації будь-якого світила (рис. 2.8) його схилення

$$\delta = 180^\circ - (\varphi + z)$$

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Вкажіть основні точки, лінії і площини небесної сфери на рисунку.
2. Що таке схилення, пряме піднесення, годинний кут світила?
3. Що таке азимут, висота, зенітна відстань світила?
4. Чому дорівнюють пряме піднесення і схилення точок весняного і осіннього рівнодень? Північного і південного полюсів світу?
5. Чому дорівнюють азимуті основних точок горизонту (SWEN)?
6. Що називають вертикалом світила? Через які точки проходить перший вертикал?
7. У яких точках Землі північний полюс світу співпадає з зенітом? з точкою півночі? з надиром?

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Підготувати вати відповіді на контрольні питання.
2. Нарисувати проекцію небесної сфери на площину:
  - а) небесного меридіана;
  - б) горизонту;
  - в) небесного екватора;
3. Довести «Теорему про висоту полюсу світу над горизонтом», тобто, що висота північного полюсу світу дорівнює широті місцевості.
4. Довести, що точки сходу та заходу відстоять від точок півночі та півдня, а також від верхньої та нижньої точок екватору на  $90^\circ$ .
5. Знайти, як пов'язані схилення та широта місцевості для
  - а) зір, що не заходять;
  - б) зір, що не сходять;
  - в) зір, що сходять та заходять.Зробити відповідні рисунки.
6. Знайти, на скільки внаслідок прецесії пересувається точка весняного рівнодення по екватору за рік, якщо час, протягом якого полюс світу описує малій круг навколо полюсу екліптики, дорівнює 26 тис. років.
7. Деяку зорю спостерігали у верхній кульмінації на зенітній відстані  $40^\circ$  та у нижній й кульмінації – на зенітній відстані  $70^\circ$ . Визначити широту місця спостереження та схилення зорі. Скільки рішень має задача?
8. Визначити зоряний час в момент, коли зоря, пряме піднесення якої дорівнює  $3^h$ , проходить нижню кульмінацію.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 3

### ВИВЧЕННЯ ЗОРЯНОГО НЕБА. ЗОРЯНІ АТЛАСИ. ВІРТУАЛЬНІ ПЛАНЕТАРІЇ

**Завдання:** Вивчити основні конфігурації сузір'їв, навчитися визначати оптимальні умови спостережень.

#### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Історію виникнення сучасних назв для окремих зоряних конфігурацій розглянуто в завданні № 1. Для вивчення відносного розташування зір на небі довгий час використовували зоряні глобуси та атласи, проте у теперішній час доцільно використовувати також віртуальні планетарії.

#### Зоряні атласи

Зоряні атласи разом зі зоряними каталогами призначені для астрономічних спостережень та виконання науково-дослідницької роботи.

Оскільки неможливо просторову поверхню – сферу відобразити без спотворень на площині, карти зоряних атласів будуються в проекціях. При цьому, як правило, карти навколополюсних областей будують у так званій центральній полярній (1), екваторіальних (2) – у центральній екваторіальній, а проміжних (3) – у центральній конічній проекції (рис. 1). Оскільки карти плоскі, а поверхня, що проєктується, сферична, зображення будь-якої ділянки неба на карті неможливе без спотворень. Характер спотворень залежить від застосованої проекції, яку обирають так, щоб суть і величину спотворень можна було врахувати при порівнянні карти і неба, але про наявність спотворень слід пам'ятати завжди.

При побудові зоряних карт може бути використана будь-яка з наступних астрономічних систем координат: екваторіальна, екліптична, галактична. Для загальних цілей найбільш зручна 2-а екваторіальна система координат.

На зоряних картах зображення зір зазвичай нанесені у вигляді кружків або інших знаків, причому діаметр кружка тим більший, чим більший блиск зорі. Шкали градацій блиску у зоряних величинах розміщують на краю карти. Змінні та подвійні (кратні) зорі, зоряні скупчення, туманності, галактики відмічаються окремими значками, значення яких вказані або на кожній карті, або в передмові до атласу. У ряді атласів відмічено межі Чумацького Шляху і найбільш яскравих туманностей.

У ряді атласів нанесені межі на назви сузір'їв, окремі зорі відмічено буквами грецького або латинського алфавітів або цифрами відповідно до загальноприйнятих позначень.

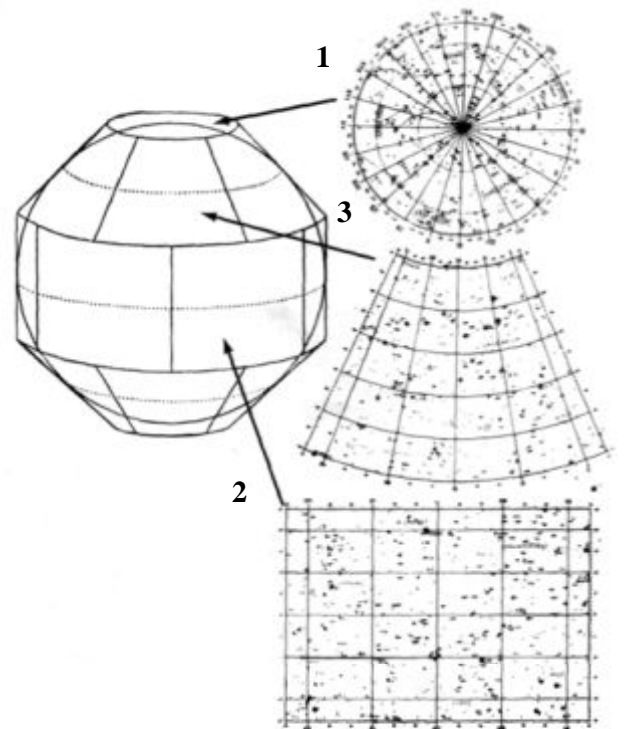


Рис.1 Види проекції при побудові карт атласу:  
(1) – центральна,  
(2) – екваторіальна,  
(3) – конічна.

У старовинних атласах, як, наприклад, в атласі Яна Гевелія «Prodromus astronomiae cum Catalogo fixarum et Firmamentum Sobiescianum», виданому в 1690 році розмішували навіть рисунки людей, тварин і предметів відповідно до назв сузір'їв.

Першу друковану зоряну карту було видано в 1515 році за гравюрами Альбрехта Дюрера у Нюрнбергу.

Різниця між сучасними та середньовічними зоряними картами не тільки у наявності або відсутності рисунків. Сучасні карти створюються відповідно розташування спостерігача всередині небесної сфери. Середньовічні карти будувалися у відповідності до зоряних глобусів, тобто у дзеркальному відображенні (Рис. 2).

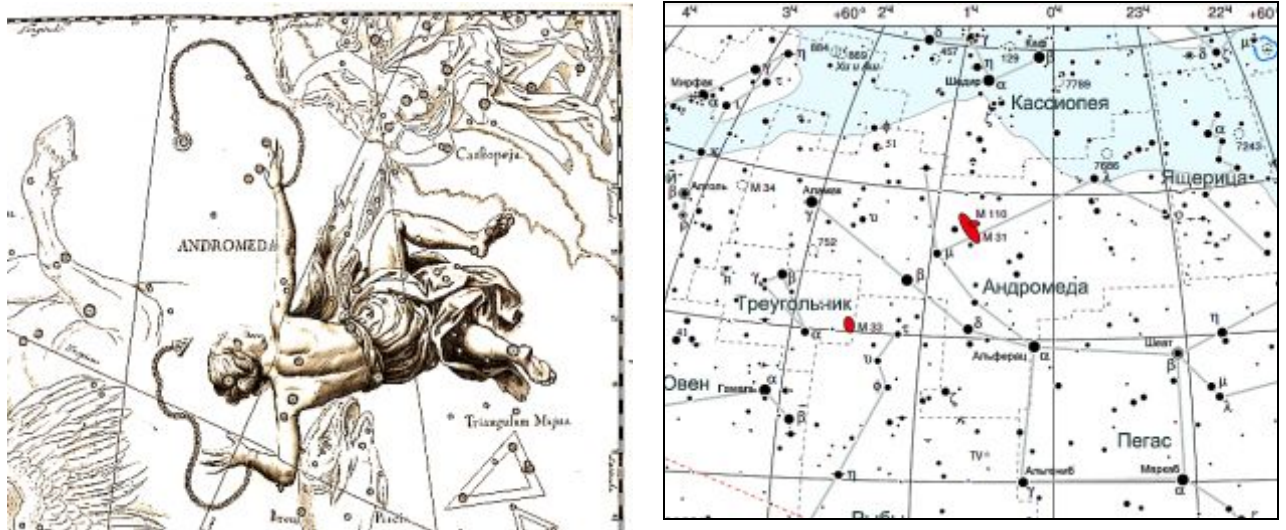


Рис. 2. Зображення області сузір'я Андромеда в атласі Яна Гевелія (ліворуч) та сучасному атласі (Ед Вазоров, www.eproject.ru). На учасній карті сузір'я Пегаса розташовано праворуч від Андромеди, на карті Гевелія – діворуч

Нанесена на карті координатна сітка другої екваторіальної (або іншої – наприклад, екліптичної) системи координат дозволяє приблизно відлічувати координати об'єктів, поміщених на карті і, навпаки, по координатах знаходити місцеположення об'єктів. Перед подібними вимірюваннями або пошуками необхідно встановити масштаб карт і ціну координатних поділок – основних і дрібніших.

Унаслідок явища прецесії екваторіальні координати світил повільно, але безперервно міняються. Цю зміну необхідно враховувати, якщо епоха рівнодення карт відрізняється від моменту користування атласом. Поправки координат можна взяти з астрономічного довідника.

Причиною виникнення прецесії є притягання Місяцем і Сонцем маси екваторіального потовщення Землі та нахил місячної орбіти і екліптики до площини екватора. Під дією сил тяжіння  $F_1$  і  $F_2$ , (рис. 3) неоднакових за величиною і напрямом, відбувається просторовий конічний рух осі обертання земної кулі навколо осі екліптики  $ПП'$  з періодом 25 770 років. Внаслідок цього руху небесний екватор повільно змінює

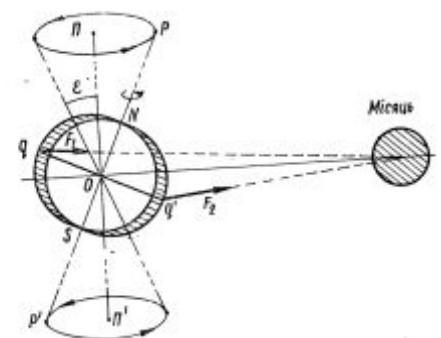


Рис.2 Схема прецесії земної осі:  
 $O$  – центр Землі;  $qq'$  – площина екватора;  
 $F_2 > F_1$ . Випадок знаходження Місяця в площині екліптики

положення в зоряному просторі, залишаючи постійним кут свого нахилу до екліптики ( $\epsilon = 23^{\circ}27'$ ), а точки рівнодень переміщуються на  $50'',2$  за рік назустріч видимому руху Сонця по екліптиці.

Епоха атласу, тобто момент, до якого відноситься положення точки весняного рівнодення і пов'язана з ним координатна сітка, вказується в передмові до атласу або прямо в назві (наприклад, Uranometria 2000, Sky Atlas 2000). У теперішній час базова епоха зоряних атласів 2000,0, проте за 10 років вже почнеться перехід до епохи 2050,0.

Атласи можуть супроводжуватися каталогами, повними або неповними. У повних каталогах приводяться точні координати на епоху атласу та інші характеристики для всіх об'єктів, нанесених на карти, в неповних – приведені тільки найцікавіші об'єкти. Для самостійної роботи пропонується використовувати компактний атлас Вазова ([www.erproject.ru](http://www.erproject.ru)), що складається з п'ятьох карт та невеликого каталогу, наведено у Додатку Б.

Інші атласи зоряного неба в pdf-форматі, які доступні для безкоштовного копіювання:

- Taki's 8.5 Magnitude Star Atlas — атлас зоряного неба, підготовлений японським аматором астрономії Тошімі Таки (Toshimi Taki).
- Mag 7 Star Atlas — атлас зоряного неба, що містить усі зорі до 7,25 зоряної величини, підготовлений Ендрю Джонсоном (Andrew L. Johnson).
- The TRIATLAS Project Second Edition (April 2008 – March 2009) — атлас зоряного неба з об'єктами до 13-ї зоряної величини, підготовлений Хосе Торресом (José Ramón Torres) і Кейсі Скелтоном (Casey Skelton).
- Herschel 800 atlas — атлас, що містить 800 пошукових мап кращих об'єктів зоряного неба з каталогу Гершеля. Автор мап – Michiel Brentjens.

### **Рухома карта зоряного неба**

Рухома карта зоряного неба або планісфера призначена для загального орієнтування при спостереженнях неба. Вона також може бути використана і для наближеного визначення часу. Основний круг рухомої карти, на який нанесено зорі, скупчення та туманності у координатній сітці другої екваторіальної системи (координати: пряме піднесення і схилення), побудовано у полярній проекції з центром у полюсі світу. У цьому випадку кола схилень виявляються прямими лініями, що проходять через центр карти, а добові паралелі – концентричними колами з тим же центром, а додатковий накладний круг дозволяє змодельювати добове обертання неба.

Звісно, в Україні використовується карта з північним полюсом світу у центрі.

Відповідно до прийнятої системи координат на карті нанесені лінії кіл схилень (зазвичай вони відповідають цілим годинам) і лінії добових паралелей (через 10, 15 або 30 градусів). Нанесені лінії оцифровано у відповідних місцях: по контуру карти для прямих піднесень і уздовж кола схилень точки весняного рівнодення для схилень. Зорі, зоряні скупчення, туманності, галактики нанесені на карту відповідно до їхніх зоряних величин та координат на епоху карти. Річний путь Сонця між зір – екліптику, також нанесено на карту. Крім прямого піднесення, на краю карти нанесено календарні дати року – у відповідності до положення Сонця відносно зір.

Накладний круг, також с центром у полюси світу має виріз, який відповідає горизонту та відокремлює видиму в якійсь час частину неба від невидимої.

Рівняння горизонту у першій екваторіальній системі визначається формулою для:

$$\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t = 0,$$

$\varphi$  – широта, для якої використовується карта, зазвичай можливо використовувати у межах  $\pm 5^\circ$ . У паперовій версії карти накладний круг має кілька ліній горизонту і треба обрати потрібний;

$\delta$  та  $t$  – координати другої екваторіальної системи;

висота  $h = 0^\circ$ .

На краю накладного круга нанесено значення середнього місцевого часу, а пряма  $0^h$ - $12^h$  ( $0^\circ$  –  $180^\circ$  для азимутів) є небесним меридіаном.

У вже готових до використання рухомих картах накладний круг виготовлено з пластику, напівпрозорому у частині «під горизонтом». У частині «над горизонтом» додатково нанесено небесний меридіан, точки півдня сходу, заходу та півночі, азимуту інших точок горизонту з кроком 5, 10 або  $15^\circ$ .

Для визначення виду неба в заданий момент часу треба сумістити відлік календарної дати на зовнішньому контурі карти та місцевий час моменту спостережень на накладному крузі. При цьому вигляд карти «над горизонтом» відповідає вигляду неба над головою, якщо зорієнтувати карту відповідно до азимута напрямку, у якому ми дивимося. Наприклад, якщо ми дивимося у сторону півдня, то потрібно тримати карту перед собою точкою півдня донизу.

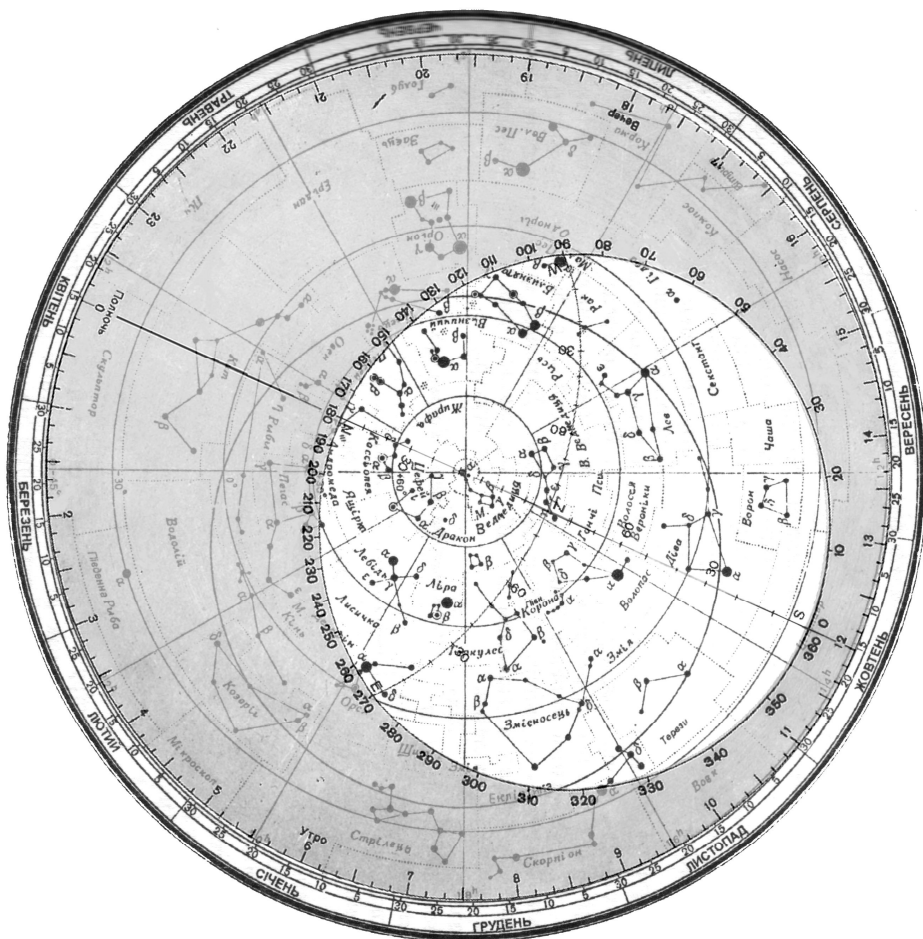


Рис. 4. Вигляд неба 15 квітня опівночі місцевого часу

Для прикладу (рис. 4) 15 квітня опівночі за місцевим часом (о 1-й годині ночі за літнім часом) поблизу зеніту буде видно сузір'я Волопас, Велика Ведмедиця, Волосся Вероніки та Гончі Пси. У південній частині неба знаходяться Діва, Ворон та Терези, на заході – Лев, Рак та Секстант, і т. ін.



### **Віртуальні планетарії.**

Всі віртуальні планетарії відтворюють вигляд неба для будь-якого місця на Землі (а деякі – й на інших планетах) на потрібну дату та час, та дозволяють надрукувати відповідну карту.

Найбільш вдалим планетарієм вважається Stellarium – вільний віртуальний планетарій, який працює на платформах GNU/Linux, Mac OS X та Microsoft Windows, а також є варіант програми для мобільних пристроїв. Програма використовує технології OpenGL та SDL, щоб створювати реалістичне небо у режимі реального часу. Із Stellarium можливо побачити те, що можна бачити неозброєним оком, у бінокль або маленький телескоп.

Stellarium створений французьким програмістом Фабіаном Шеро, який запустив проект влітку 2001 року. Серед розробників: Роберт Сперман, Джокейнс Гадждозіка та Джохан Меєріс, який є відповідальним за художні роботи. У останній версії Stellarium міститься інформація про більш, ніж 600 000 зір з Каталогу Гіппарха та Каталогу Tycho-2, та з додаткових каталогів з більш ніж 210 мільйонами зір; планети всієї Сонячної системи та їхні великі супутники; назви астеризмів та художні зображення сузір'їв; зображення туманностей (повний Каталог Мессьє). Stellarium реалістично відтворює Чумацький Шлях; мерехтіння зір, різні панорамні пейзажі, туман, атмосферу, схід та захід Сонця, місячні та сонячні затемнення. Програма може також показати штучні супутники Землі, деякі комети, метеорні потоки. При наведенні курсору на будь-який об'єкт відкривається вікно з повною інформацією про нього.

Інтерфейс програми реалізований 40 мовами.

Менш поширеним є комп'ютерний астрономічний атлас «Зоряні Мапи/ Cartes du Ciel» – безкоштовне програмне забезпечення для створення зоряних мап для платформ Linux, Windows та Mac OS X.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. Що таке картографічна проекція, які проекції застосовуються на зоряних атласах і в чому їх суть?
2. Як визначити ціну ділення координатної сітки карти? Масштаб карти?
3. Як визначити координати об'єкта по карті?
4. Розкажіть устрій кожного із запропонованих Вам для роботи атласів і способи нанесення в них небесних об'єктів.
5. Яка система координат і в якій проекції прийнята на рухомій карті?
6. Де і як на карті позначені одиниці прийнятих координат?
7. Як визначити по карті вид неба, якщо відомі дата і час?
8. Як визначити по карті положення Сонця в задану дату?
9. Як за допомогою рухомої карти зоряного неба приблизно визначити місцевий час спостереження ?
10. Які характеристики зорі можна знайти за допомогою Stellarium?
11. Які явища Stellarium дозволяє змодельювати?
12. Яким чином за допомогою Stellarium можна дізнатися про поточні конфігурації великих супутників планет?
13. Які координатні сітки використовуються у Stellarium?

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Підготувати відповіді на контрольні питання.
2. **Ознайомитися з будовою атласу** з Додатку Б і виписати в робочий зошит номенклатуру карт (номер карти і межі по прямому піднесенню і схиленню).
3. Визначити ціну поділок для центральної частини координатної сітки екваторіальних карт.
4. Знайти необхідну карту і по ній визначити координати, видиму зоряну величину і, якщо вони є, інші характеристики об'єктів із завдання Таблиці 3.1.
5. По вказаних координатах знайти на карті об'єкти з Таблиці 3.1.
6. Знайти на картах і виписати в зошит назви сузір'їв, по яких проходить екліптика і Чумацький Шлях.
7. Порівняти способи зображення неба на картах в декількох атласах і виписати особливості кожного атласу.

**Таблиця 3.1**

№ варіанта	ЗНАЙТИ КООРДИНАТИ
1	$\beta$ Cyg $\alpha$ CrB $\alpha$ Aur $\gamma$ PsA
2	$\gamma$ Cas $\alpha$ Ori $\beta$ Leo $\gamma$ Del
3	$\beta$ And $\beta$ Gem $\alpha$ UMa $\sigma$ Cas
4	$\gamma$ And $\delta$ Cyg $\beta$ Tau $\eta$ Aql
5	$\gamma$ Peg $\beta$ Per $\varepsilon$ UMa $\eta$ Gem
6	$\varphi$ Psc $\varepsilon$ Ari $\alpha$ Sco $\beta$ Cep

№ варіанта	ЗНАЙТИ ОБ'ЄКТ	
	$\alpha_{1950}$	$\delta_{1950}$
1	$13^{\text{h}}27^{\text{m}},8$ $8^{\text{h}}37^{\text{m}},2$ $18^{\text{h}}48^{\text{m}},2$ $5^{\text{h}}10^{\text{m}},7$	$+47^{\circ}27'$ $+20^{\circ}10'$ $+33^{\circ}18'$ $+2^{\circ}48'$
2	$22^{\text{h}}27^{\text{m}},3$ $5^{\text{h}}38^{\text{m}},2$ $1^{\text{h}}31^{\text{m}},0$ $8^{\text{h}}37^{\text{m}},2$	$+58^{\circ}10'$ $-1^{\circ}58'$ $+30^{\circ}24'$ $+20^{\circ}10'$
3	$9^{\text{h}}50^{\text{m}},7$ $21^{\text{h}}27^{\text{m}},7$ $3^{\text{h}}57^{\text{m}},9$ $14^{\text{h}}25^{\text{m}},6$	$+69^{\circ}18'$ $+11^{\circ}57'$ $+12^{\circ}21'$ $-2^{\circ}00'$
4	$22^{\text{h}}02^{\text{m}},3$ $23^{\text{h}}01^{\text{m}},3$ $13^{\text{h}}27^{\text{m}},8$ $21^{\text{h}}27^{\text{m}},6$	$+64^{\circ}23'$ $+27^{\circ}49'$ $+47^{\circ}27'$ $+48^{\circ}13'$
5	$18^{\text{h}}51^{\text{m}},8$ $16^{\text{h}}40^{\text{m}},0$ $19^{\text{h}}48^{\text{m}},6$ $2^{\text{h}}00^{\text{m}},8$	$+32^{\circ}57'$ $+36^{\circ}34'$ $+32^{\circ}47'$ $+42^{\circ}05'$
6	$0^{\text{h}}40^{\text{m}},0$ $7^{\text{h}}42^{\text{m}},5$ $18^{\text{h}}50^{\text{m}},5$ $5^{\text{h}}52^{\text{m}},5$	$+41^{\circ}00'$ $-23^{\circ}45'$ $+59^{\circ}20'$ $+7^{\circ}24'$

8. **За допомогою рухомої карти:** добитися вільного і швидкого знаходження за допомогою рухомої карти вигляду неба по даті і моменту (за бажанням роздрукувати основний та накладний круги рухомої карти з додатку В та виготовити карту самостійно).
9. Навчитися визначати час сходу, заходу і кульмінацій світил.
10. По карті визначити положення Сонця на лінії екліптики на дату свого дня народження. Пояснити, чому положення Сонця не збігається з астрологічним знаком.
11. Визначити день та час для найкращих умов спостереження об'єкту у сузір'ї Тельця, Кассіопеї, Скорпіона в Одесі.
12. Визначити за виглядом неба час у момент спостереження. Для визначення наближеного місцевого середнього часу із спостережень треба поворотом накладного круга добитися того, щоб у вирізі накладного круга була видна спостережувана в даний момент часу частина зоряного неба. При ретельному виконанні цієї роботи шуканий час – це відлік часу на накладному крузі проти дати на карті.
13. Встановити (за необхідності) **Stellarium** на комп'ютер.
14. Навчитися змінювати положення спостерігача, дату та час спостереження, засвоїти основні прийоми роботи з віртуальним планетарієм.
15. При встановленій широті Одеси зупинити обертання неба при проходженні сузір'я Оріон верхньої кульмінації (точка півдня повинна бути по центру екрана). Встановити поле зору 82-80°. Для цих параметрів Stellarium виконати завдання: для параметрів Stellarium: Одеса, поле зору 82–86°, сузір'я Оріона у верхній кульмінації, напрям – південь знайти:
  - Найяскравішу зорю у полі зору, запишіть її назву, екваторіальні координати, а також висоту і годинниковий кут.
  - Яки об'єкти каталогу Месьє знаходяться у поля зору? Визначте їхні екваторіальні координати.
  - Яка зоря із поясу Оріона розташована найближче до екватора?
  - Наскільки відрізняються висоти верхніх кульмінацій Рігеля та Бетельгейзе? Чи змінюється ця різниця, якщо спостерігач переїде до Харкова? До Львова?
  - Яка зоря: Рігель або Бетельгейзе кульмінує раніше?
  - В якому сузір'ї у полі зору міститься найбільша кількість зір, яскравіших за 3<sup>m</sup>?
  - Яка із зір, Сіріус чи Бетельгейзе мають більшу світність? Відповідь обґрунтуйте даними зі Stellarium.
16. На зображеннях неба (Додаток Г) позначити:
  - відомі сузір'я;
  - найяскравіші зорі;
  - перелічити об'єкти незоряної природи, яки видно на обох зображеннях (окремо).
  - Якому значенню схилення відповідає коло на малюнку?
  - Де і коли на Землі можна спостерігати таку картинку, що наведена на кожному з рисунків?
  - У межах якого з рисунків (1 або 2) розташований центр нашої Галактики? В якому сузір'ї? Як називається найяскравіша зоря в у цьому сузір'ї?

## ДОДАТКИ

Додаток А

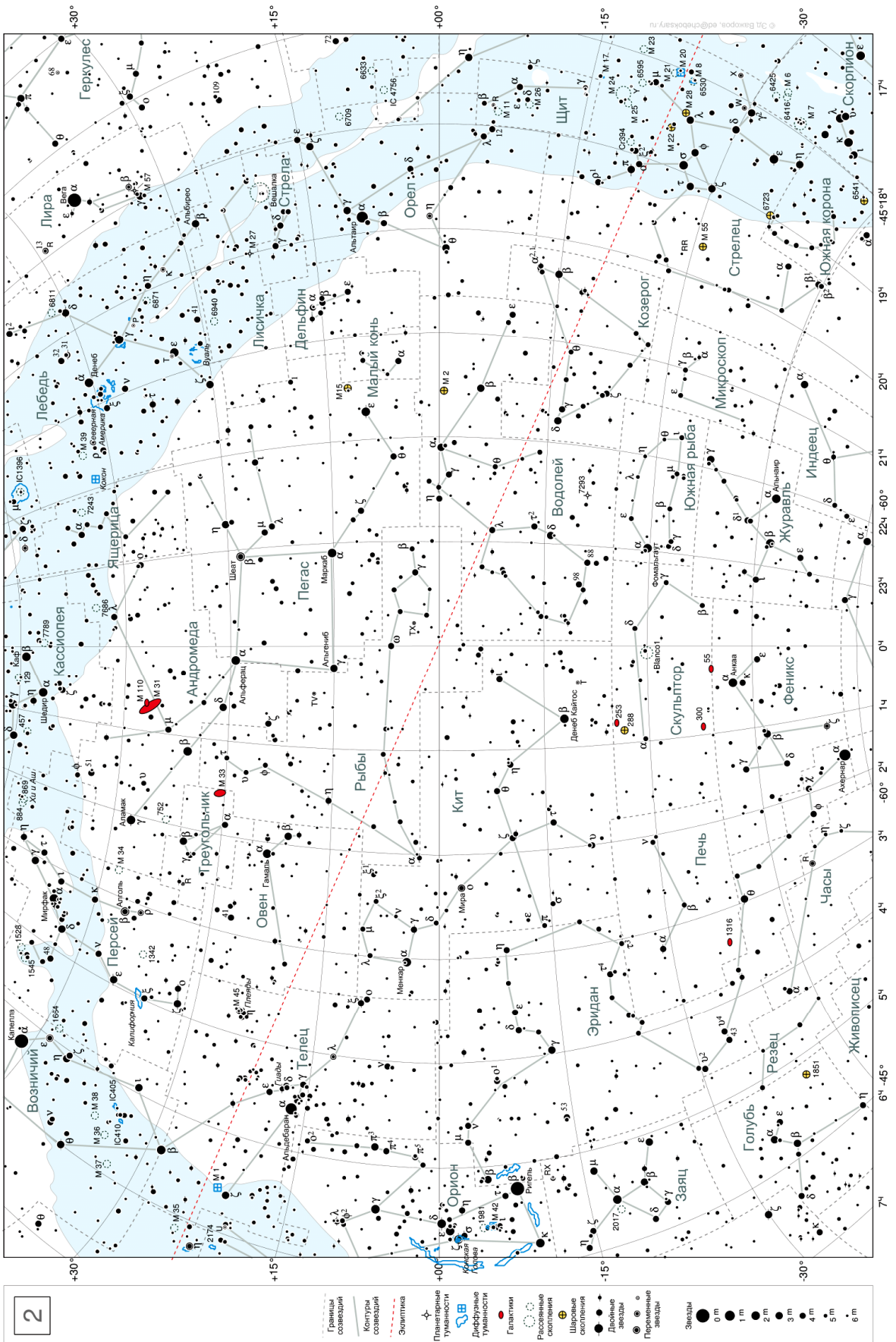
### НАЗВИ СУЗІР'ІВ

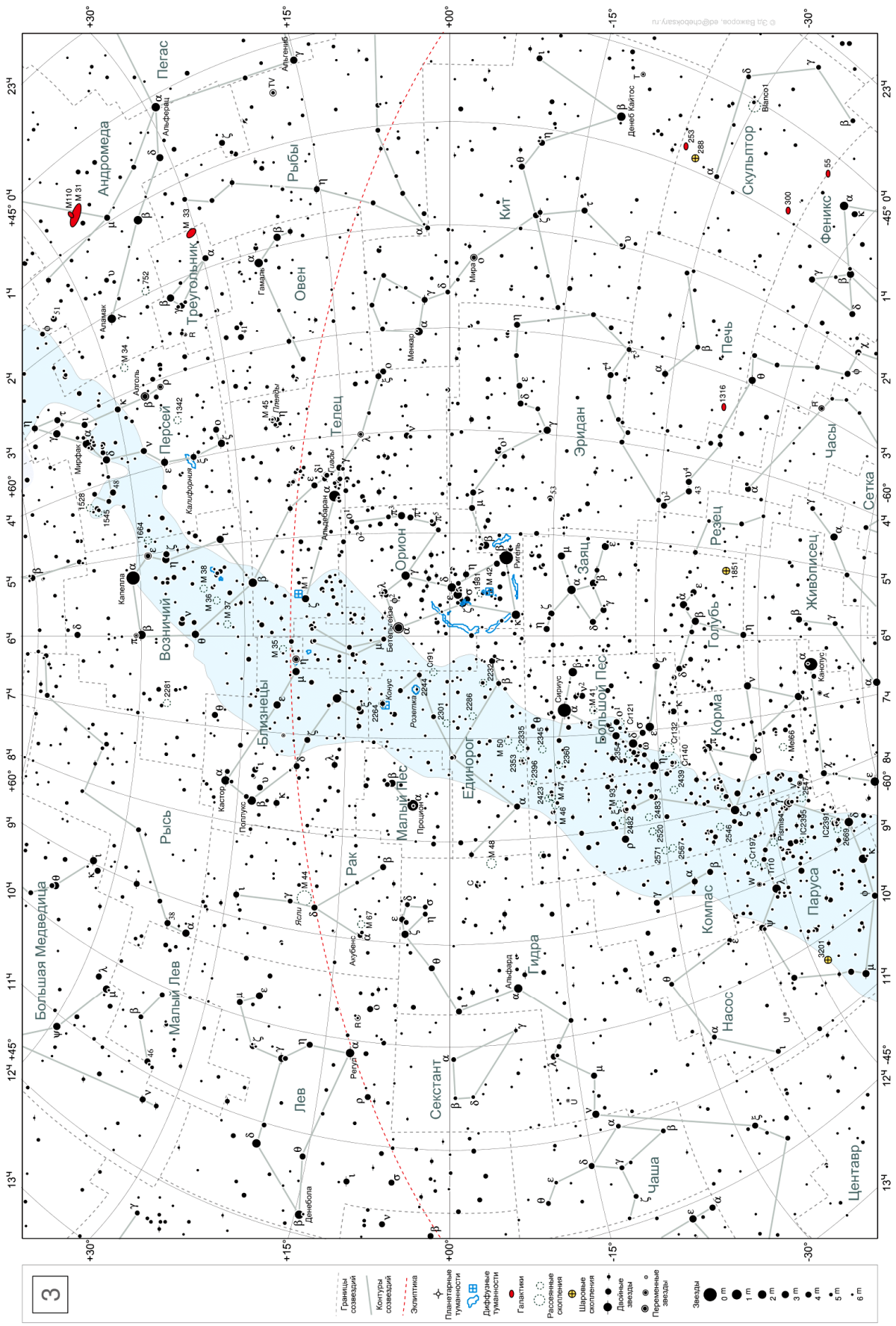
Українська назва	Латинська назва	Позначення	Латинська вимова	N/E/S
Андромеда	Andromeda	And	андромеда	N
Близнята	Gemini	Gem	геміні	E
Велика Ведмедиця	Ursa Major	UMa	урса майор	N
Великий Пес	Canis Major	CMa	каніс майор	E
Візничий	Auriga	Aur	ауріга	N
Вовк	Lupus	Lup	лупус	S
Водолій	Aquarius	Aqr	акваріус	E
Волопас	Bootes	Boo	боотес	E
Волосся Вероніки	Coma Berenices	Com	кома береніцес	E
Ворон	Corvus	Crv	корвус	E
Геркулес	Hercules	Her	геркулес	E
Годинник	Horologium	Hor	хорологіум	S
Голуб	Columba	Col	колумба	S
Гідра	Hydra	Hyd	гідра	E
Гончі Пси	Canes Venatici	CVn	канес венатіці	N
Дельфін	Delphinus	Del	делфінус	E
Діва	Virgo	Vir	вірго	E
Дракон	Drako	Dra	драко	N
Ерідан	Eridanus	Eri	еріданус	E
Жертовник	Ara	Ara	ара	S
Живописець	Pictor	Pic	піктор	S
Жирафа	Camelopardalis	Cam	камелопардаліс	N
Журавель	Grus	Gru	грус	S
Заєць	Lepus	Lep	лепус	E
Змієносець	Ophiuchus	Oph	офіухус	E
Змія	Serpens	Ser	серпенс	E
Золота Риба	Dorado	Dor	дорато	S
Індіанець	Indus	Ind	індус	S
Кассіопея	Cassiopeja	Cas	кассіопея	N
Кит	Cetus	Cet	цетус	E
Кіль	Carina	Car	каріна	S
Козоріг	Capricornus	Cap	капрікорнус	E
Компас	Pyxis	Pyx	піксіс	E
Корма	Puppis	Pup	пуппіс	E
Косинець	Norma	Nor	норма	S
Лебідь	Cygnus	Cyg	цігнус	N
Лев	Leo	Leo	лео	E
Летюча Риба	Volans	Vol	воланс	S
Лисичка	Vulpecula	Vul	вулпекула	E
Ліра	Lyra	Lyr	ліра	N
Мала Ведмедиця	Ursa Minor	UMi	урса мінор	N
Малий Кінь	Equuleus	Equ	еквулеус	E
Малий Лев	Leo Minor	Lmi	лео мінор	E
Малий Пес	Canis Minor	Cmi	каніс мінор	E
Мікроскоп	Misroscopium	Mic	мікроскопіум	S
Муха	Musca	Mus	муска	S
Насос	Antlia	Ant	антліа	S
Овен	Aries	Ari	аріес	E

Одноріг	Monoceros	Mon	моноцерос	E
Октант	Octans	Oct	октанс	S
Орел	Aquila	Aql	аквіла	E
Оріон	Orion	Ori	оріон	E
Павич	Pavo	Pav	паво	S
Паруси	Vela	Vel	вела	S
Пегас	Pegasus	Peg	пегасус	E
Персей	Perseus	Per	персеус	N
Південна Корона	Corona Australis	CrA	корона аустраліс	S
Південна Риба	Piscis Austrinus	PsA	пісціс аустрінус	E
Південний Змій	Hydrus	Hui	гідрус	S
Південний Трикутник	Triangulum Australe	TrA	триангулум аустрале	S
Північна Корона	Corona Borealis	CrB	корона бореаліс	E
Піч	Fornax	For	форнакс	E
Райський Птах	Apus	Aps	апус	S
Рак	Cancer	Cnc	канцер	E
Риби	Pisces	Psc	пісцес	E
Рись	Lynx	Lyn	лінкс	N
Різець	Caelum	Cae	келум	S
Секстант	Sextans	Sex	секстанс	E
Скорпіон	Scorpius	Sco	скорпіус	E
Скульптор	Sculptor	Scl	скульптор	E
Столова Гора	Mensa	Men	менса	S
Стріла	Sagitta	Sge	сагітта	E
Стрілець	Sagittarius	Sgr	сагіттаріус	E
Телескоп	Telescopium	Tel	телескопіум	S
Телець	Taurus	Tau	таурус	E
Терези	Libra	Lib	лібра	E
Трикутник	Triangulum	Tri	триангулум	E
Тукан	Tucana	Tuc	тукана	S
Фенікс	Phoenix	Phe	фенікс	S
Хамелеон	Chamaeleon	Cha	хамелеон	S
Південний Хрест	CruX	Cru	крукс	S
Центавр	Centaurus	Cen	центаурус	S
Цефей	Cepheus	Cep	цефеус	N
Циркуль	Circinus	Cir	циркінус	S
Чаша	Crater	Crt	кратер	E
Щит	Scutum	Sct	скутум	E
Ящірка	Lacerta	Lac	лацерта	N

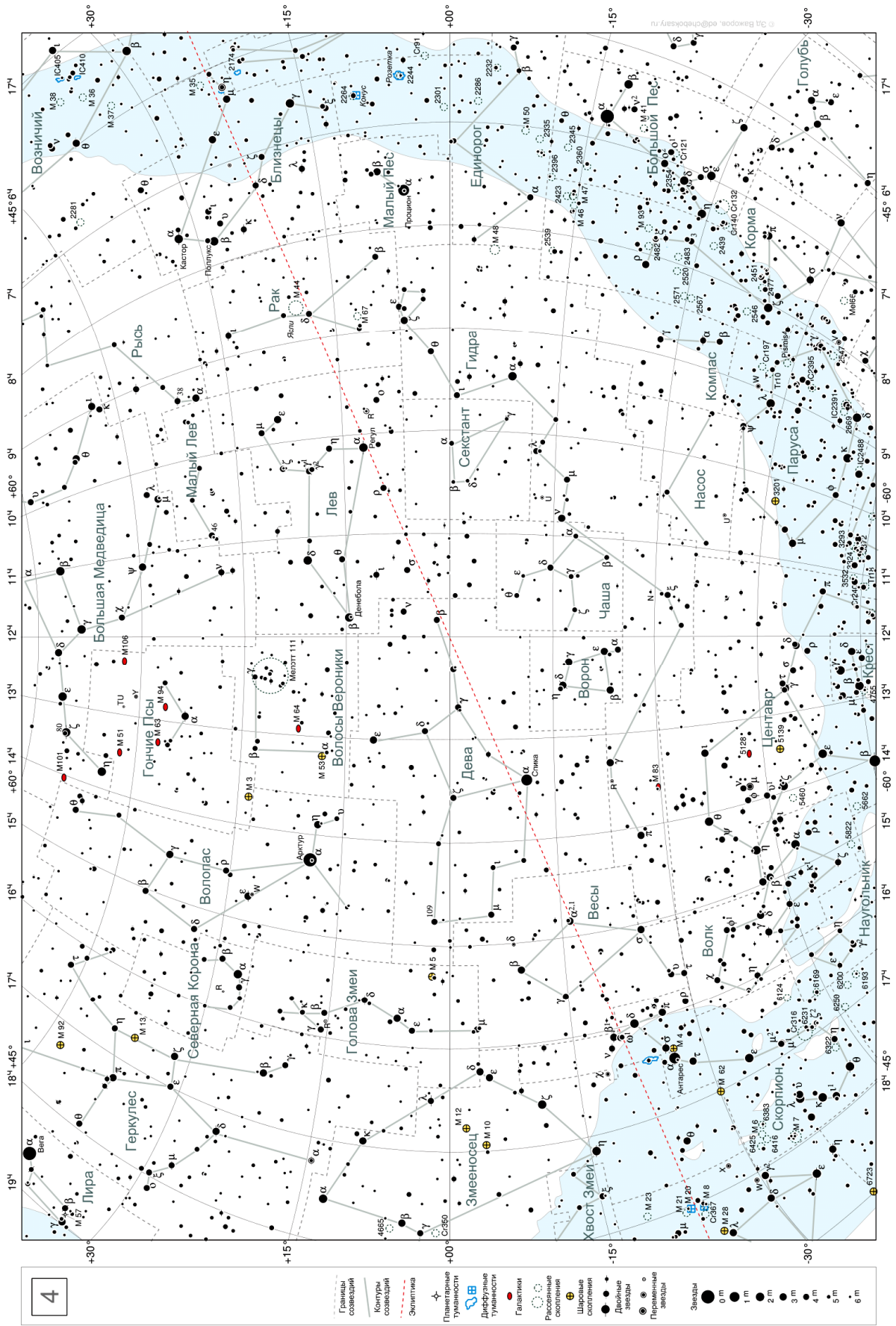
**Примітка:** у останній колонці літерою E позначені сузір'я, розташовані поблизу небесного екватора; сузір'я, розташовані на північ або на південь від екваторіальних, позначені відповідно літерами N або S.

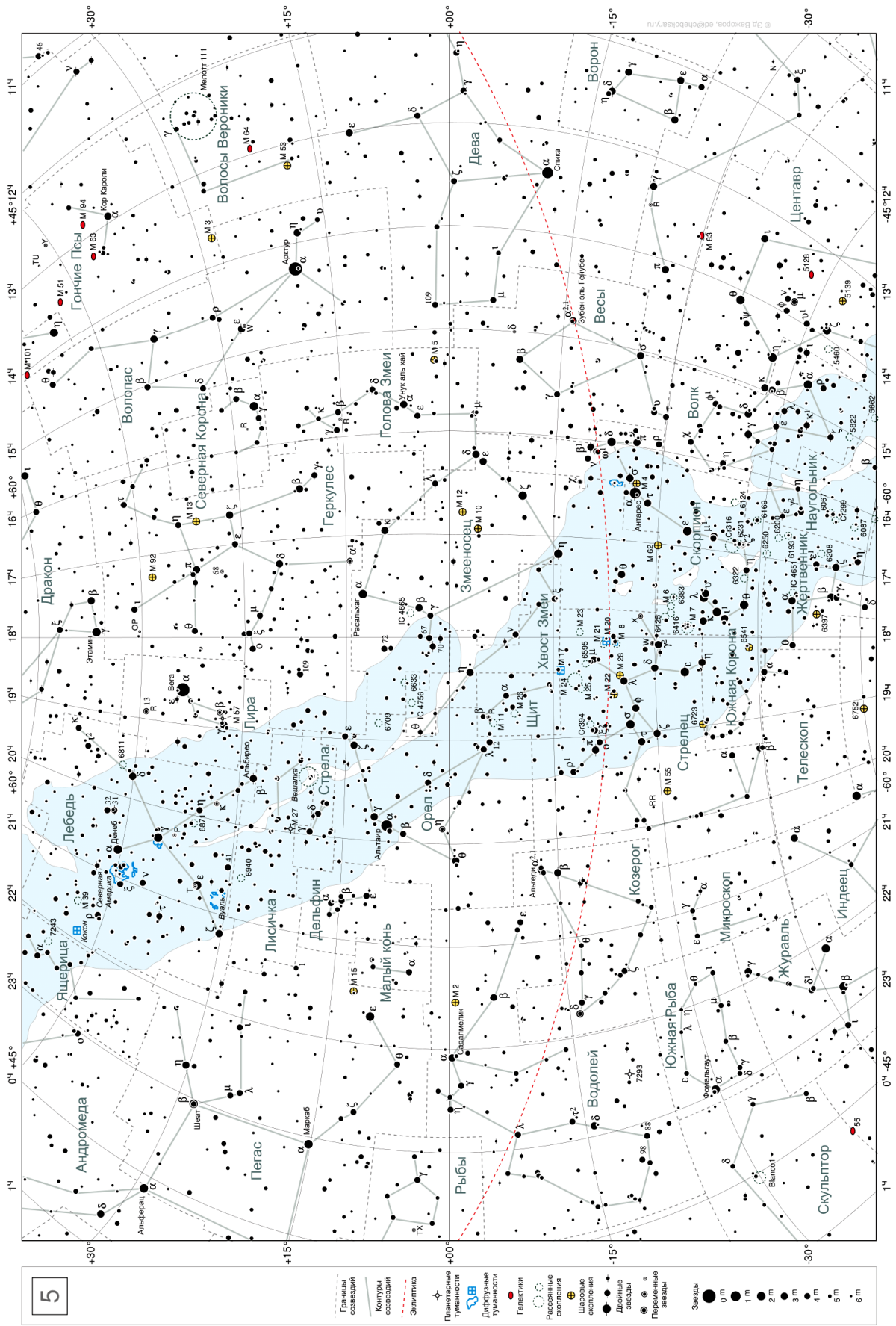












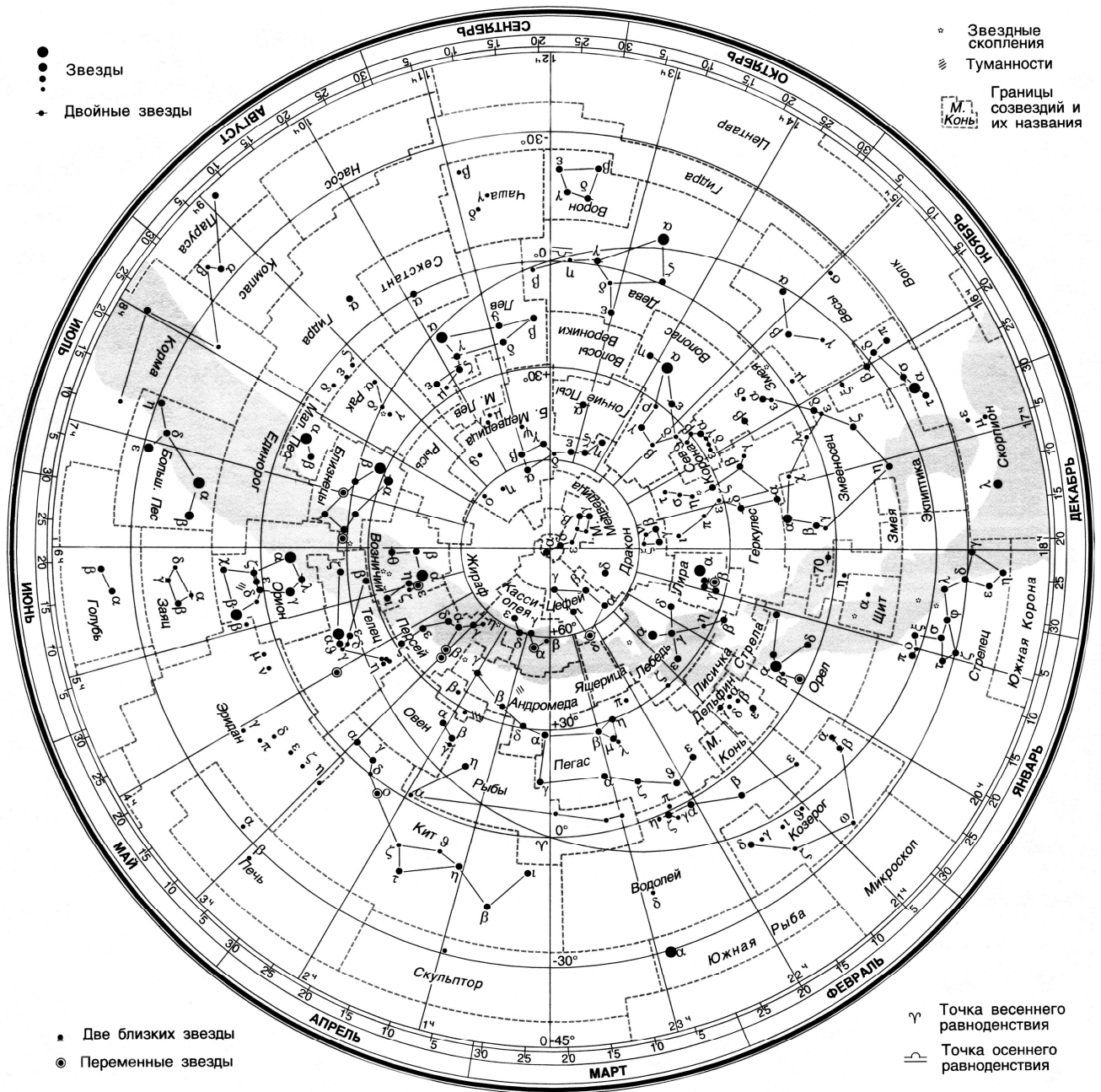
© Д. Вакров, ed@chvkav.ru

5

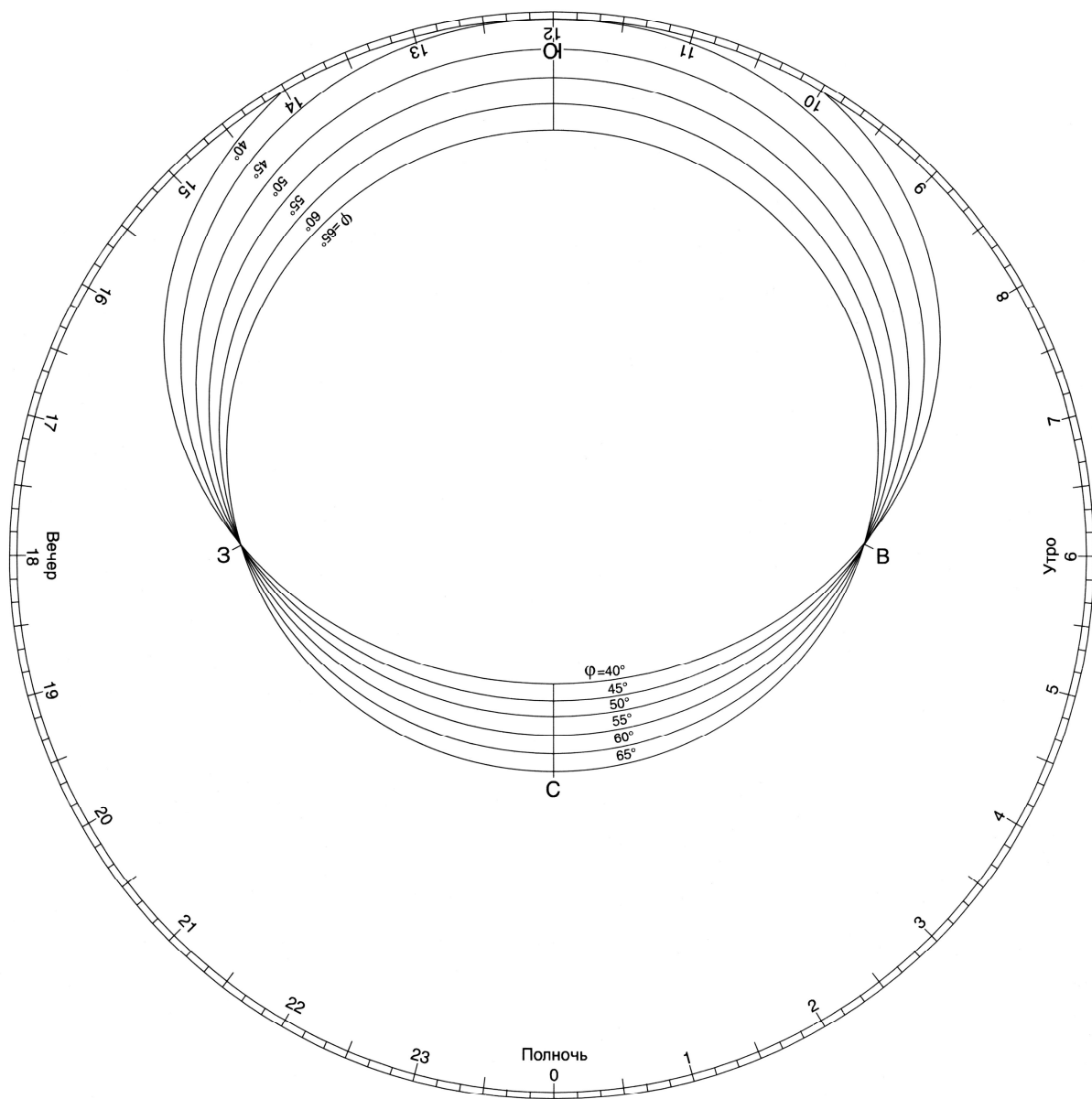
- Границы созвездий
- Контур созвездия
- Элиптики
- Планетарные туманности
- Диффузные туманности
- Галактики
- Расширяющиеся скопления
- Шаровые скопления
- Двойные звезды
- Переменные звезды
- Звезды
- 0 m
- 1 m
- 2 m
- 3 m
- 4 m
- 5 m
- 6 m

Паперова рухома карта зоряного неба

Основний круг

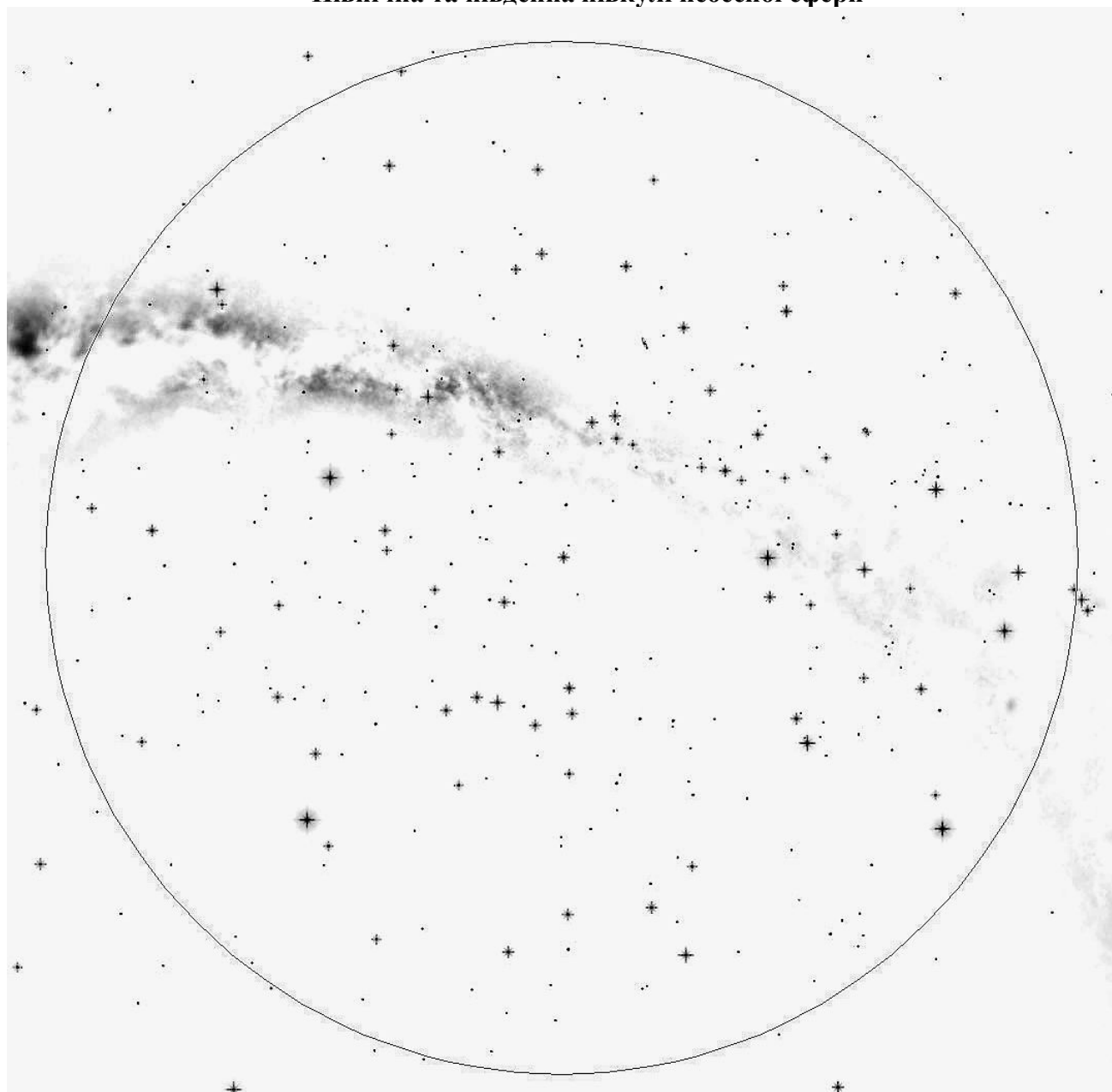


## Накладний круг з конурами горизонту для різних широт

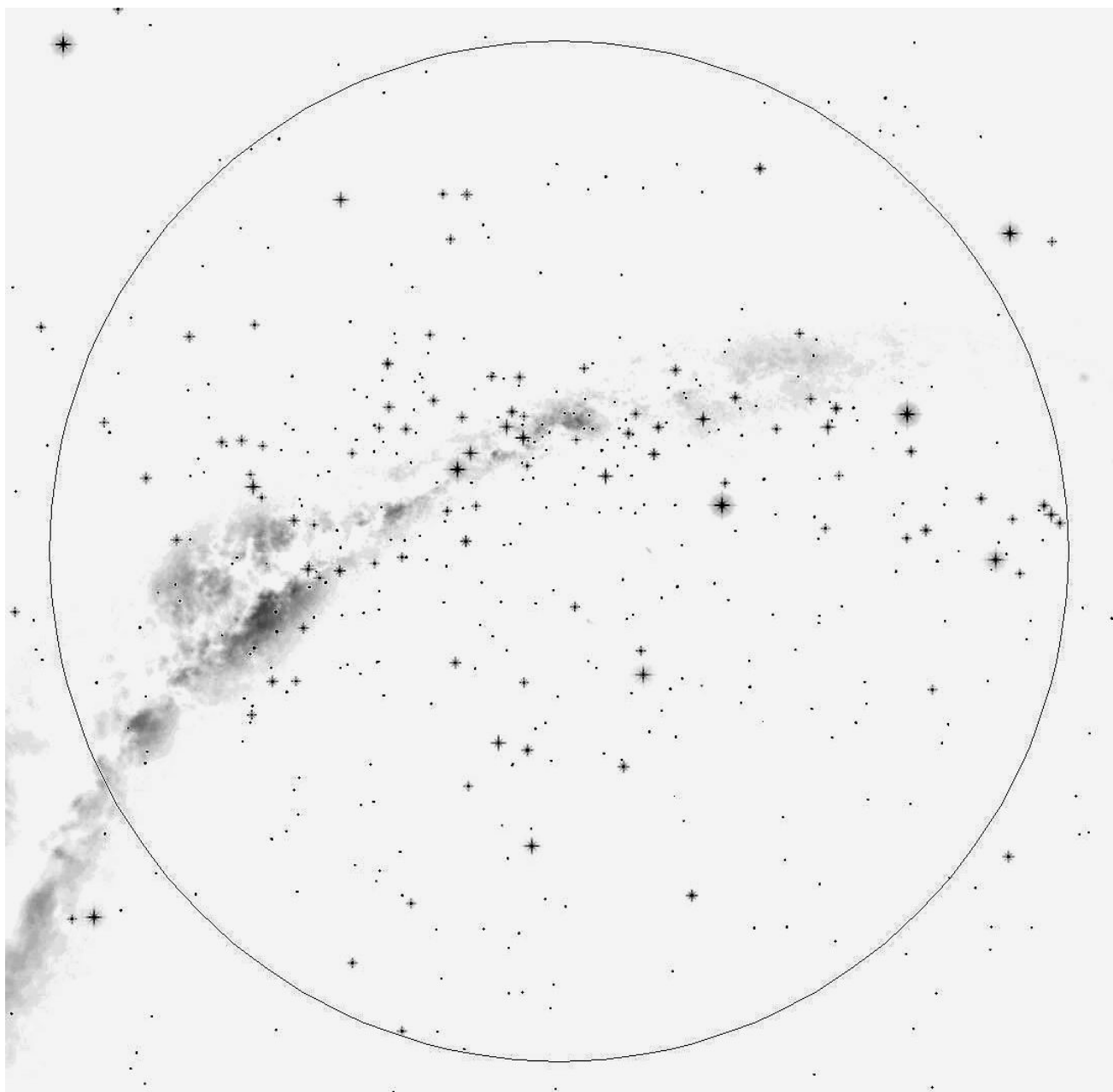


Для використання цієї карти краще надрукувати обидва круги на цупкому папері.

**Північна та південна півкулі небесної сфери**



**1. Північна півкуля**



## 2. Південна півкуля

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андрієвський С. М., Климишин І. А. Курс загальної астрономії. – Одеса: Астропринт, 2007. – 480 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://lexikoukr.ho.ua/lumber/scien\\_astronomy/Andrievsky\\_Klymyshyn\\_Kurse\\_Astro.html](http://lexikoukr.ho.ua/lumber/scien_astronomy/Andrievsky_Klymyshyn_Kurse_Astro.html)
2. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. – М., УРСС, 2004 г.
3. Климишин І. А., Гарбузов Г. О., Мурніков Б. О., Кабанова Т. І. Астрономія. – Одеса: Астропринт, 2012. – 352 с.
4. Кузьменков С. Г., Сокол І. В. Сонячна система: збірник задач / Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 2007. – 168 с.
5. Кузьменков С. Г. Зорі: астрофізичні задачі з розв'язанням / Навчальний посібник. – Київ: Освіта України, 2010. – 206 с.
6. Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии. – М., УРСС, 2002 г..
7. Рей Г. Звезды. – М.: Мир, 1969 г.
8. Астрономічний енциклопедичний словник / за загальною ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. – Львів: Львів, 2003. – 548 с.
9. Климишин І. А. Астрономія. – Львів: Світ, 1993. – 384 с.
10. Чепрасов В. Г. Практикум з курсу загальної астрономії – Київ, 1976.
11. Одесский астрономический календарь, поточний рік.

## Інформаційні ресурси

1. <http://www.chair.astro-observ.odessa.ua/literature.php>
2. «Открытая астрономия» Полный интерактивный курс астрономии для учащихся школ, лицеев, гимназий, колледжей, студентов технических вузов. ООО «Физикон», 2002
3. Український астрономічний портал. <http://www.astrosvit.in.ua/mapy/mapy-karty-i-atlasy-zorianoho-neba>
4. [Taki's 8.5 Magnitude Star Atlas](#) — атлас зоряного неба, підготовлений японським аматором астрономії Тошімі Таки (Toshimi Taki).
5. [Mag 7 Star Atlas](#) — атлас зоряного неба, що містить усі зорі до 7,25 зоряної величини, підготовлений Ендрю Джонсоном (Andrew L. Johnson).
6. [The TRIATLAS Project Second Edition](#) (April 2008 – March 2009) — атлас зоряного неба з об'єктами до 13-ї зоряної величини, підготовлений Хосе Торресом (José Ramón Torres) і Кейсі Склтоном (Casey Skelton).
7. [Herschel 800 atlas](#) — атлас, що містить 800 пошукових мап кращих об'єктів зоряного неба з каталогу Гершеля. Автор мап Michiel Brentjens.
8. Атлас и каталог. Ед Важов [www.eproject.ru](http://www.eproject.ru)