

О. Ф. Новак

ЗБІРНИК ЗАДАЧ І ЗАПИТАНЬ З АСТРОНОМІЇ

для загальноосвітніх навчальних закладів

Навчальний посібник

2-ге видання, доповнене



ТЕРНОПІЛЬ
НАВЧАЛЬНА КНИГА — БОГДАН

ББК 22.3я721
Н 72

Рецензенти:
учитель фізики та астрономії СЗШ №282 м. Київ
Л. В. Галаганюк;
старший науковий співробітник астрономічної обсерваторії
Київського національного університету ім. Т. Шевченка, кандидат фізико-математичних наук
А. М. Казанцев;
доктор фізико-математичних наук, професор Київського національного університету ім. Т. Шевченка
В. Г. Кручиненко;
голова громадської організації “Київський планетарій”
І. П. Крячко;
директор астрономічної обсерваторії, доцент кафедри астрофізики
Львівського національного університету ім. І. Франка, кандидат фізико-математичних наук
Б. С. Новосядлий

Новак О. Ф.

Н 72 Збірник задач і запитань з астрономії для загальноосвітніх навчальних закладів : навч. посіб. / О. Ф. Новак. — 2-ге вид., доповн. — Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2013. — 304 с. : іл.

ISBN 978-966-10-2673-4

Посібник відповідає чинній програмі з астрономії для середніх загальноосвітніх шкіл, ліцеїв, коледжів та гімназій. Крім традиційних розрахункових задач, містить багато теоретичних запитань, задач-рисуноків, графічних задач і завдань, пов'язаних зі спостереженням небесних тіл і явищ. Їхня тематика охоплює всі розділи астрономії, що вивчають у загальноосвітніх навчальних закладах.

Увесь комплекс задач і запитань розчленовано на чотири відмінні за специфікою профільні групи. Це універсальний, гуманітарний, природничо-математичний і технологічний профілі.

Для учителів фізики й астрономії, учнів та абітурієнтів.

ББК 22.3я721

*Охороняється законом про авторське право.
Жодна частина цього видання не може бути використана
в будь-якому вигляді без дозволу автора чи видавництва*

Передмова

Зміст пропонованого збірника задач з астрономії для загальноосвітніх навчальних закладів відповідає вимогам програми Міністерства освіти і науки України.

Посібник зорієнтований на нині діючі у загальноосвітніх навчальних закладах базові підручники з астрономії І. А. Климишина й І. П. Крячка та підручник з астрономії М. П. Пришляка, що відповідають вимогам навчальної програми Міністерства освіти і науки України.

Основа його змісту становить матеріал астрофізичного й світоглядного характеру. Не применшується також роль традиційних, класичних розділів астрономії, які мають велике практичне значення для людства. Це, передусім, сферична астрономія, де зосереджена більшість розрахункових задач збірника. На конкретному матеріалі розкривається значення науки в житті суспільства, акцентується увага на зв'язку навчання з життям, практикою сучасного виробництва.

Враховуючи світоглядно-пізнавальну мету астрономії та обмежену кількість годин на її вивчення, обсяг розрахункових задач і практичних завдань, пов'язаних із спостереженнями неба та описом інструментів, що використовуються при цьому, значно скорочено. Їх вистачає у підручниках і методичних посібниках з астрономії і нема потреби в їх дублюванні. Натомість збільшена кількість задач-питань теоретичного, світоглядно-пізнавального й культурологічного змісту. Перед учнями ставляться узагальнені питання-проблеми, відповідь на які вимагає не переповідання готових міркувань і висновків підручника або оголошених учителем, а творчих пошуків і зусиль, глибокого розуміння суті явищ і вміння застосувати знання на практиці. Опрацювавши задачі і питання самостійно, учень порівнює свої результати й висновки з відповідями, наведеними в збірнику.

ISBN 978-966-10-2673-4

© Навчальна книга – Богдан, 2013

Широко практикуються завдання, пов'язані з вимірюваннями на рисунках і фотографіях, задачі-рисунки та різний ілюстративний матеріал. Це наближує навчальний процес безпосередньо до об'єктів пізнання, допомагає формувати науковий світогляд учнів, унаочнюючи висновки теорії.

Посібник слугуватиме для закріплення і перевірки знань учнів, створення проблемних ситуацій на уроці і як засіб мотивації учнів до самостійного поглибленого вивчення астрономії.

Збірник різнопрофільний, містить чотири відмінні завдання з урахуванням специфіки й спрямованості кожного профілю — універсального, гуманітарного, природничо-математичного й технологічного. Умови задач і відповіді до них позначені двома цифрами: римськими — номери розділів; арабськими — чергові номери задач відповідного профілю.

Безперечно, якоїсь принципової різниці між профільними орієнтаціями не існує. Найскладніші задачі, пов'язані з математичними формулами й обчисленнями, віднесені до природничо-математичного профілю, менш трудомісткі — до універсального, решта (з профільною специфікою) — до інших двох. У роботі з учнями конкретного профілю вчитель може використовувати окремі задачі та завдання інших профілів, особливо на факультативах, гуртках і в системі МАН. Це також дає змогу здійснити диференційований підхід у навчанні, що створює найкращі умови для розвитку творчої активності учнів.

Увесь матеріал посібника розділено на 22 розділи. Розміщення матеріалу в розділах відповідає його черговості в програмі з астрономії і підручниках. Тексти завдань розташовані не в порядку зростання їх складності (як в інших посібниках), а в порядку програмних вимог. Тому завдання можна розв'язувати не обов'язково в тій послідовності, в якій вони йдуть у збірнику, а вибірково.

Задачі й вправи підвищеної складності позначені зірочкою. Їхній зміст не виходить за межі шкільної програми з астрономії і фізики.

Кількісні задачі слід розв'язувати в Міжнародній системі (СІ), хоча окремі задачі розв'язуються з використанням суто астрономічних одиниць. Це передусім стосується маси небесних тіл, мір довжини і часу. Часто використано метод наближених оцінок, характерний для астрономії, хоча більшість розв'язків представлена точними числовими значеннями.

Цифрові дані й основні формули, потрібні для розв'язування розрахункових задач, наведено у відповідних таблицях, що в Додатку. Там же є рухома карта зоряного неба (КЗН). Тож учні вчитимуться працювати з табличним матеріалом та КЗН.

До всіх задач і питань додаються відповіді, до складніших — вказівки і розв'язання.

У змісті задач висвітлено зв'язок усіх предметів природничо-наукового циклу. Тому деякі з них можна використати на уроках фізики, хімії, біології, навіть суспільствознавства.

Матеріал посібника може бути використаний на всіх етапах уроку.

Він також сприятиме підвищенню фахової майстерності вчителів астрономії, допоможе раціональному та ефективному добору навчального матеріалу до уроків.

Автор вдячний усім рецензентам, які зробили багато цінних зауважень і дали слухні поради, що покращили зміст і форму викладу збірника.

I. Вступ. Предмет астрономії. Загальні уявлення про будову Всесвіту

Загальноосвітній профіль

1. Чи справді астрономія — наука чисто споглядальна? Висловіть свої міркування.
2. Астрономія вивчає рух, будову, походження і розвиток небесних тіл. У якій із цих галузей астрономи мають найбільше інформації, а в якій послуговуються лише загальними міркуваннями та гіпотезами?
3. Що більше: середні лінійні відстані між планетами чи між зорями? Зробіть порівняльне оцінювання.
4. Чи є у Всесвіті тіла, які не рухаються відносно інших тіл і є абсолютно нерухомими?
5. Тривалий час комети вважали вісниками всіляких бід на Землі, а метеорні тіла приймали за душі померлих людей. Чи справді це так?

Гуманітарний профіль

1. На відміну від фізики, хімії, мінералогії та інших наук, астрономія, подібно до біології, є наукою наскрізь еволюційною. Поясніть це твердження.
2. Останніми роками безперервно відкривають усе нові й нові загадкові астрофізичні об'єкти і явища (барстери, космічні мазери, квазази, навіть квазари тощо), які на сьогодні не піддаються строгій науковій інтерпретації. Чи не є це свідченням того факту, що навколишній світ науково непізнаваний?
3. Джордано Бруно писав: «Ніщо не вмирає. Усе трансформується». Які фундаментальні закони природи проглядаються у цьому далекоглядному афоризмі?
4. У «Слові о полку Ігоревім» (1185 р.) згадується про повне сонячне затемнення. Воно нібито передвіщало нещасливий похід хоробрих русичів на кочівників половців. Чи справді сонячні і місячні затемнення є провісниками бід?
5. Які основні відкриття другої половини ХХ ст. ознаменували новий етап у розвитку астрономії та призвели до революції в астрономічних методах дослідження?

6. Які фізичні умови є визначальними для більшості біологічних і фізіологічних особливостей всього живого на Землі? Назвіть їх.

Природничо-математичний профіль

1. Космічний простір можна назвати гігантською нескінченно різноманітною природною фізико-хімічною лабораторією, де експеримент ставить сама природа. Обґрунтуйте це не очевидне твердження.
2. Доступний для спостережень частині Всесвіту властива різюча великомасштабна однорідність речовин. Чи існує така однорідність і для менш масштабних систем: галактик, Сонячної системи тощо?
- 3*. Учень стверджував, що в космічному просторі панує лютий холод, а температура досягає 0 К. Чи справді це так? Чому?
4. У якому агрегатному стані перебуває більша частина речовини Всесвіту?
5. Можна припустити, що між Землею і космосом існує бар'єр, який ретельно розділяє органічну й неорганічну природу. Чи справді це так? Обґрунтуйте.
6. Якщо, за законом всесвітнього тяжіння, космічні об'єкти притягуються між собою, то чому вони не утворили єдине ціле, а окремі острівці-галактики чи зоряні світи?
7. З якими природничими науками, що стимулюють її розвиток, тісно пов'язана астрономія?

Технологічний профіль

1. Христіан Гюйгенс (1629–1695) писав: «Планети мають плавати в матерії ... бо без цього що утримувало б їх ... від утечі і що привело б у рух?» У чому помилився Гюйгенс?
2. Що визначає в технічному плані прогрес астрономії в останні десятиріччя?
3. Запуски ракет і космічних апаратів дали можливість дослідити властивості рентгенівського та γ -випромінювання, які поглинаються атмосферою Землі і не досягають до її поверхні. Про які ділянки Всесвіту — з високими чи низькими температурами — можна отримати інформацію, аналізуючи ці виромінювання?
4. Стиснуті гази в природі, залишені самі на себе, мають здатність необмежено розширюватися. Чому ж тоді існують зорі — при-

12. Спектри планетарних туманностей нагадують спектри світних газових туманностей, але їхні емісійні лінії роздвоєні. На що вказує цей факт?

13. Кільцева форма (вигляд тороїда) планетарних туманностей є позірною (рис. 70, на якому зображена туманність Ліри). Яка справжня форма цих туманностей? Чому їх видно у вигляді кілець?

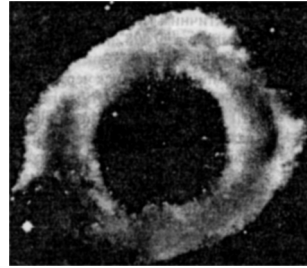


Рис. 70

14. До якого типу населення Галактики ви віднесете червоні надгіганти?

15. Одна з двох зір спектрального класу G належить до головної послідовності, а друга — до послідовності субкарликів. Чи так само близько одна від одної вони розміщені у галактичному просторі?

16. Визначте, в скільки разів діаметр Галактики більший від діаметра Сонячної системи (орбіти Плутона).

17. Кулясті скупчення добре видно скрізь у нашій Галактиці (у них значна світність), за винятком ділянки поблизу галактичного центра. Про що це свідчить?

18. На рис. 71 подано вигляд нашої Галактики «збоку». Де знаходиться спостерігач відносно галактичної площини?

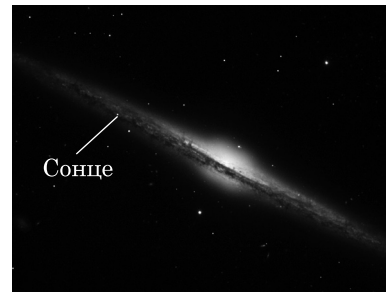


Рис. 71

19. Вектори швидкостей зір (і Сонця) утворюють майже прямий кут з напрямом на сузір'я Стрільця. Який висновок випливає з цього дослідного факту?

20. Чому газопилова матерія Галактики концентрується переважно поблизу галактичної площини?

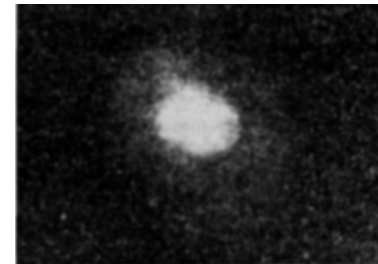
21. Чому частинки первинних космічних променів блукають у галактичних просторах мільйони років, хоча, рухаючись прямолінійно, вони здатні пролетіти вздовж діаметра Галактики всього за 100000 років?

22. Скільки обертів здійснило Сонце навколо центра Галактики за час існування Землі (5 млрд років)?

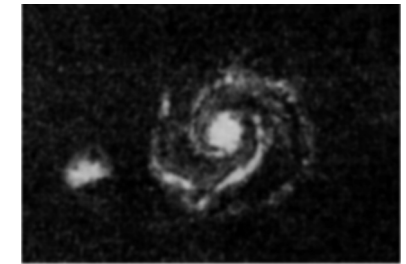
XX. Будова Всесвіту

Загальноосвітній профіль

1. Одні дискретні джерела короткохвильового випромінювання виявляють досить сильну галактичну концентрацію, інші не виявляють. Які з цих джерел треба віднести до галактичних об'єктів, а які — до позагалактичних?
2. На рис. 72 зображено дві галактики. До якого типу галактик вони відносяться? Оцініть, у якої з них — а чи б — у ядрі зосереджена більша маса?



а)



б)

Рис. 72

3. Як відрізнити далекі галактики від зір нашої Галактики, які розміщені в тому самому напрямі, в якому видно галактики?
4. Маса спіральної галактики М81 більша, ніж маса спіральної галактики М33. Чим структурно можуть відрізнятися ці галактики одна від одної?
5. Деякі астрофізичні деталі Магелланових Хмар спостерігаються виразніше, ніж у нашій Галактиці. Чим це пояснити?
- 6*. Галактика М83 віддалена від нас на 900 кпк, її видима зоряна величина — $+8,0^m$. У скільки разів її світність L більша за L_\odot ?
7. У галактиці М32 як нова спалахнула зоря, видима зоряна величина якої у максимумі блиску досягла значення $m = +12,8$. Визначте відстань r від цієї галактики до Сонячної системи. Врахуйте, що нові в епоху максимуму мають абсолютну величину $M \approx -9,0^m$.
8. Який спектр (рис. 73) належить галактиці, що: 1) дуже повільно обертається навколо осі і розміщена відносно близько від спо-

стерігача; 2) швидко обертається і розташована близько від спостерігача; 3) повільно обертається, але знаходиться на дуже великій відстані від спостерігача?

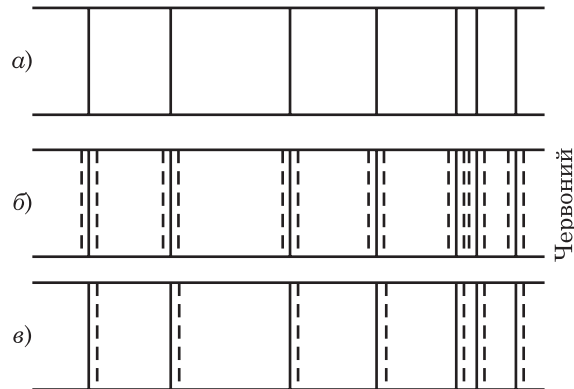


Рис. 73

9. Світло від далекої галактики дійшло до нас через мільярд років. З якою швидкістю в момент висилання цих світлових сигналів рухалася від нас галактика?
10. Зелена лінія Гідрогену ($\lambda = 4870 \text{ \AA}$) у спектрі галактики змістилася до червоного краю на 50 \AA . На якій відстані від спостерігача і з якою радіальною швидкістю рухається ця галактика? На скільки зоряних величин видима величина більша за її абсолютну зоряну величину?
11. Зміщення ліній $\Delta\lambda$ у спектрах галактик відбувається так, що відношення $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ є величиною сталою для спектра даної галактики. Поясніть, чому.
12. Можливо, мандруючи від далеких галактик і взаємодіючи з різними тілами на своєму шляху, фотон втрачає частину своєї енергії, від чого довжина його хвилі збільшується, а сам фотон стає «червонішим». А доплерівського зміщення ліній у спектрах галактик і розбігання галактик насправді не існує. Спростуйте ці міркування.
13. Закон Габбла тим точніший, чим більші відстані r до галактик чи квазарів. Про що йдеться?

14. Видатний датський астроном Тіхо Браге (1546–1601) писав: «Зі всіх філософських поглядів випливає, що в повітряних просторах небесного світу нічого не змінюється, що небо і небесні тіла не збільшуються і не зменшуються...» Чи справді така картина світу побутує навколо нас? Поясніть.
15. У сейфертівських галактиках спостерігаються викиди речовини до тисячі сонячних мас за рік. Висловіть міркування, які переконали б нас у тому, що ці викиди (спалахи активності) — результат процесів вибухового характеру.
16. В одного з найближчих до нас квазарів 3C-273 виявлено лінію іонізованого Магнію, що відповідає «лабораторній» довжині хвилі $0,28 \text{ мк}$. Відомо, що така лінія поглинається земною атмосферою (озоносферою). Як тоді випромінювання на цій хвилі проникає крізь атмосферу й досягає поверхні Землі?
17. В оптичному спектрі якогось небесного об'єкта виявлено емісійні лінії та лінії поглинання; в другого — широкі емісійні лінії без ліній поглинання; у третього — лише лінії поглинання. Яким саме об'єктам належать ці спектри? Чому?
18. Установлено, що кількість квазарів, які мають червоне зміщення, більша за якесь граничне значення (воно відповідає збільшенню довжини хвилі в 4,5–5 разів), різко зменшується. Яка можлива причина цього зменшення?
19. Подібно до зір, галактики зосереджуються в скупченнях. Однак існують відмінності в розміщенні зір і галактик. Укажіть на них.

Гуманітарний профіль

1. Спектри більшості галактик нагадують сонячний — окремі темні лінії поглинання на досить яскравому тлі. Поясніть, чому.
2. Лінії в спектрах еліптичних туманностей досить розширені. З'ясуйте причину.
3. Спіральна Галактика Андромеди (рис. 74) має довгасто-еліптичну форму. Чим це викликано?

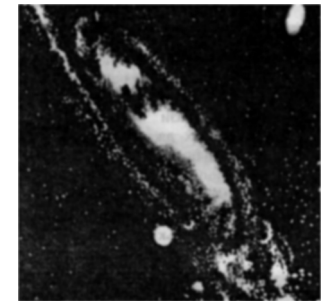


Рис. 74

Маса фотона

$$m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}.$$

Збільшення телескопа

$$\Gamma = \frac{F}{f},$$

де F, f — фокусні відстані об'єктива й окуляра.

Гранична зоряна величина, яку ще побачить спостерігач у телескоп,

$$m_{ep} \approx 7,0^m + 5\lg D,$$

де D (см) — діаметр об'єктива телескопа.

Гранична зоряна величина, яку фіксують під час фотографування,

$$m_{ph} \approx 14,8^m + 2,5\lg D + 1,25\lg t,$$

де t — тривалість експозиції у хвилинах.

Середня відстань планети від Сонця (правило Тиціуса – Бодє)

$$r = (0,3 \cdot 2^n + 0,4) \text{ а. о.}$$

У правилі $n = -\infty$ для Меркурія, $n = 0$ для Венери, $n = 1$ для Землі, $n = 2$ для Марса і т. д.

Потенціальна енергія зорі з масою M і радіусом R

$$W = -\frac{3}{2} \cdot \frac{GM^2}{R}.$$

Формули спеціальної теорії відносності

Маса тіла, що рухається з швидкістю v

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

де m_0 — маса тіла в спокої.

Зв'язок енергії і маси матеріального тіла

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Енергія спокою тіла

$$E_0 = m_0 c^2.$$

Релятивістський закон додавання швидкостей

$$v_2 = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{v_1 v}{c^2}}.$$

Вважаємо, що тіло рухається вздовж осі X_1 системи відліку K_1 , яка, в свою чергу, рухається зі швидкістю v відносно системи K .

Число Вольфа

$$W = 10g + f,$$

де g — кількість груп плям (окрема пляма — теж група, бо з часом пляма переходить у групу плям), f — загальна кількість усіх плям.

Закон Стефана – Больцмана

$$q = \sigma \cdot T^4,$$

де q — енергія, що випромінює одиниця поверхні зорі за 1 с, T — абсолютна (ефективна) температура поверхні зорі.

Гравітаційний радіус

$$R_r = \frac{2GM}{c^2},$$

тут M — маса тіла, c — швидкість світла у вакуумі.

Ефект Доплера – Фізо (зміщення спектральних ліній)

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 \pm \frac{v_r}{c}\right), \quad v_r = \frac{c}{\lambda_0} \Delta\lambda.$$

Тут v_r — радіальна швидкість, з якою джерело світла наближається (знак «-») чи віддаляється (знак «+») від спостерігача, λ — довжина хвилі світла рухомого джерела, λ_0 — довжина хвилі світла нерухомого ($v = 0$) джерела ($\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$).

Закон Габбла

$$v_r = Hr,$$

де $H = 75 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}$ — стала Габбла.

Відстань до об'єкта, що віддаляється,

$$r = \frac{c}{H} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0},$$

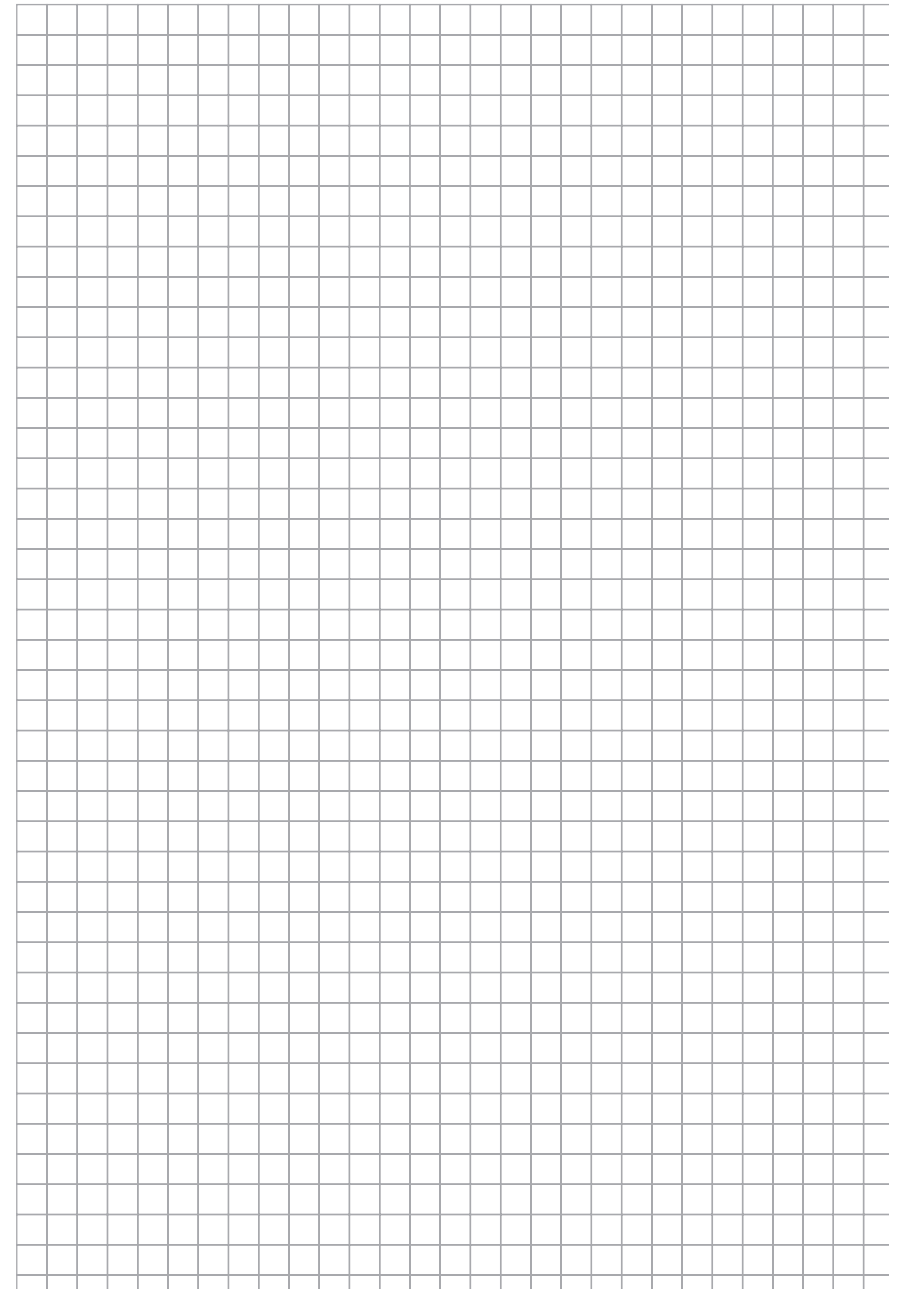
значення r виражено в Мпк (мегапарсеки, 1 Мпк = 10^6 пк).

Зміст

| | |
|---|-----------|
| Передмова | 3 |
| I. Вступ. Предмет астрономії. Загальні уявлення про будову Всесвіту | 6 |
| Загальноосвітній профіль | 6 |
| Гуманітарний профіль | 6 |
| Природничо-математичний профіль | 7 |
| Технологічний профіль | 7 |
| II. Небесна сфера. Сузір'я. Відстані до небесних світил. | |
| Зоряні величини | 8 |
| Загальноосвітній профіль | 8 |
| Гуманітарний профіль | 9 |
| Природничо-математичний профіль | 10 |
| Технологічний профіль | 12 |
| III. Основні точки і лінії небесної сфери. Системи небесних координат | 13 |
| Загальноосвітній профіль | 13 |
| Гуманітарний профіль | 15 |
| Природничо-математичний профіль | 16 |
| Технологічний профіль | 18 |
| IV. Зоряний і сонячний час. Видимий річний рух Сонця | 20 |
| Загальноосвітній профіль | 20 |
| Гуманітарний профіль | 21 |
| Природничо-математичний профіль | 24 |
| Технологічний профіль | 26 |
| V. Видимий рух Місяця. Сонячні та місячні затемнення | 28 |
| Загальноосвітній профіль | 28 |
| Гуманітарний профіль | 29 |
| Природничо-математичний профіль | 31 |
| Технологічний профіль | 33 |
| VI. Видимі рухи планет. Закони Кеплера. Рух супутників і космічних апаратів (КА). Календар | 34 |
| Гуманітарний профіль | 36 |
| Природничо-математичний профіль | 37 |
| Технологічний профіль | 40 |
| VII. Методи та засоби астрономічних досліджень | 41 |
| Загальноосвітній профіль | 41 |
| Гуманітарний профіль | 43 |
| Природничо-математичний профіль | 45 |
| Технологічний профіль | 46 |
| VIII. Приймання та аналіз випромінювання | 48 |
| Загальноосвітній профіль | 48 |
| Гуманітарний профіль | 49 |
| Природничо-математичний профіль | 50 |
| Технологічний профіль | 52 |

| | |
|---|------------|
| IX. Система тіл Земля – Місяць | 53 |
| Загальноосвітній профіль | 53 |
| Гуманітарний профіль | 57 |
| Природничо-математичний профіль | 59 |
| Технологічний профіль | 62 |
| X. Сонячна планетна система. Планети земної групи | 65 |
| Загальноосвітній профіль | 65 |
| Гуманітарний профіль | 67 |
| Природничо-математичний профіль | 69 |
| Технологічний профіль | 71 |
| XI. Планети-гіганти та їхні супутники | 74 |
| Загальноосвітній профіль | 74 |
| Гуманітарний профіль | 77 |
| Природничо-математичний профіль | 78 |
| Технологічний профіль | 80 |
| XII. Малі тіла Сонячної системи | 82 |
| Загальноосвітній профіль | 82 |
| Гуманітарний профіль | 85 |
| Природничо-математичний профіль | 87 |
| Технологічний профіль | 90 |
| XIII. Процес формування Сонячної системи | 93 |
| Загальноосвітній профіль | 93 |
| Гуманітарний профіль | 94 |
| Природничо-математичний профіль | 95 |
| Технологічний профіль | 97 |
| XIV. Сонце — найближча до нас зоря | 98 |
| Загальноосвітній профіль | 98 |
| Гуманітарний профіль | 100 |
| Природничо-математичний профіль | 102 |
| Технологічний профіль | 105 |
| XV. Сонячна активність. Зв'язок між сонячними та земними явищами | 107 |
| Загальноосвітній профіль | 107 |
| Гуманітарний профіль | 110 |
| Природничо-математичний профіль | 113 |
| Технологічний профіль | 116 |
| XVI. Зорі. Звичайні зорі | 119 |
| Загальноосвітній профіль | 119 |
| Гуманітарний профіль | 121 |
| Природничо-математичний профіль | 123 |
| Технологічний профіль | 125 |
| XVII. Нестационарні зорі | 127 |
| Загальноосвітній профіль | 127 |
| Гуманітарний профіль | 130 |
| Природничо-математичний профіль | 132 |
| Технологічний профіль | 136 |

| | |
|--|------------|
| XVIII. Еволюція зір | 138 |
| Загальноосвітній профіль | 138 |
| Гуманітарний профіль | 140 |
| Природничо-математичний профіль | 142 |
| Технологічний профіль | 144 |
| XIX. Наша Галактика | 146 |
| Загальноосвітній профіль | 146 |
| Гуманітарний профіль | 148 |
| Природничо-математичний профіль | 150 |
| Технологічний профіль | 153 |
| XX. Будова Всесвіту | 155 |
| Загальноосвітній профіль | 155 |
| Гуманітарний профіль | 158 |
| Природничо-математичний профіль | 160 |
| Технологічний профіль | 162 |
| XXI. Проблеми космології. Еволюція світу..... | 164 |
| Загальноосвітній профіль | 164 |
| Гуманітарний профіль | 165 |
| Природничо-математичний профіль | 166 |
| Технологічний профіль | 168 |
| XXII. Життя на Землі й у Всесвіті..... | 169 |
| Загальноосвітній профіль | 169 |
| Гуманітарний профіль | 171 |
| Природничо-математичний профіль | 173 |
| Технологічний профіль | 175 |
| Відповіді, вказівки та розв'язання | 178 |
| Додаток..... | 293 |





Навчальне видання

НОВАК Олексій Федорович

**ЗБІРНИК
ЗАДАЧ І ЗАПИТАНЬ
З АСТРОНОМІЇ**

для загальноосвітніх навчальних закладів

Навчальний посібник

2-ге видання, доповнене

Головний редактор *Богдан Будний*

Редактор *Вікторія Дячун*

Художник обкладинки *Андрій Кравчук*

Комп'ютерна верстка *Андрія Кравчука*

Підписано до друку 18.04.2013. Формат 60×84/16. Папір друкарський.
Гарнітура SchoolBook. Умовн. друк. арк. 18,05. Умовн. фарбо-відб. 18,05.

Видавництво «Навчальна книга – Богдан»
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 4221 від 07.12.2011 р.

Навчальна книга – Богдан, просп. С. Бандери, 34а, м. Тернопіль, 46002
Навчальна книга – Богдан, а/с 529, м. Тернопіль, 46008
тел./факс (0352)52-06-07; 52-19-66; 52-05-48
office@bohdan-books.com www.bohdan-books.com

ISBN 978-966-10-2673-4

