

ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ Т.Г.ШЕВЧЕНКА

На правах рукопису

БОГДАН Тетяна Миколаївна

УДК 372.852 + 372.853:52 (07)

**ПРОПЕДЕВТИКА АСТРОНОМІЧНИХ ЗНАНЬ УЧНІВ У КУРСІ
ФІЗИКИ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (астрономія)

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник:
Коваль Іван Кирилович,
доктор фізико-математичних наук,
професор

Чернігів – 2007

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	
НЕПЕРЕРВНА АСТРОНОМІЧНА ОСВІТА УЧНІВ ЗАГАЛЬНООС- ВІТНЬОЇ ШКОЛИ ЯК НАУКОВА І СОЦІАЛЬНА ПРОБЛЕМА	13
1.1. Психолого-педагогічні засади необхідності астрономічної грамотнос- ті учнів загальноосвітньої школи.....	13
1.2. Пропедевтика астрономічних знань при вивченні фізики в загально- освітній школі як дидактична проблема	22
1.3. Пропедевтика астрономічних знань у міжпредметних зв'язках з дис- циплінами природничо-математичного циклу.....	41
Висновки до розділу 1	60
РОЗДІЛ 2	
МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ПРОПЕДЕВТИКИ АСТРОНОМІЧ- НИХ ЗНАНЬ ПРИ НАВЧАННІ ФІЗИКИ УЧНІВ ЗАГАЛЬНО- ОСВІТНЬОЇ ШКОЛИ.....	63
2.1. Формування елементів астрономічних знань у навчанні фізиці учнів загальноосвітньої школі	63
2.1.1. Астрономічна тематика для використання на уроках фізики	70
2.1.2. Задачі астрономічного змісту, які використовуються на уроках фізики.....	102
2.1.3. Лабораторні роботи з фізики з елементами астрономії.....	113
2.2. Реалізація принципу наочності в процесі пропедевтики астрономічних знань	121
2.2.1. Використання образотворчої наочності.....	121
2.2.2. Використання інформаційних технологій у пропедевтиці астрономічних знань учнів.....	136

2.3. Позаурочна робота як одна з форм організації пропедевтичної роботи з астрономії	143
Висновки до розділу 2.....	162
РОЗДІЛ 3	
ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ЙОГО РЕЗУЛЬТАТИ.....	165
3.1. Критерії оцінювання астрономічних знань учнів та методика застосування цих критеріїв при проведенні педагогічного експерименту.....	165
3.2. Методика проведення та результати педагогічного експерименту.....	171
Висновки до розділу 3.....	189
ВИСНОВКИ	190
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	193
ДОДАТКИ... ..	217

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ШСЗ – штучний супутник Землі,

МКС – міжнародна космічна станція,

МАН – Мала Академія Наук,

АМС – автоматична міжнародна станція,

ІТ – інформаційні технології.

ВСТУП

Актуальність теми. Зростаюча роль астрономії в різноманітних галузях діяльності людини спонукає підвищувати вимоги до знань учнів середньої школи з цього предмету. Відповідно до Державних стандартів базової та повної середньої освіти в Україні, астрономію, як обов'язковий навчальний предмет, незалежно від профілю навчання учні, будуть вивчати у 12 класі, але процес формування найпростіших уявлень та елементарних знань з астрономії потрібно розпочинати значно раніше. У проекті «Концепції фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі» О.І. Бугайов пише: «Аналіз ситуації та проведені експерименти свідчать про значний інтерес учнів підліткового віку до питань будови Сонячної системи, Всесвіту, особливо, космонавтики та космології» [40, с.11].

Але на вивчення астрономії у загальноосвітній школі за різними програмами відводиться 17 або 34 навчальні години (останнє – лише для класів із поглибленим вивченням фізики). У межах такого обсягу навчального часу неможливо сповна реалізувати освітні та виховні можливості астрономічної компоненти у формуванні загальної природничо-наукової освіти та підготовки молоді до життя в сучасному світі. Більш повно реалізувати потенціал природничо-наукової освіти дозволяє пропедевтика астрономічних знань у природничо-наукових дисциплінах, зокрема у фізиці.

У науково-методичній літературі чимало приділено уваги пропедевтиці астрономічних знань учнів у початковій школі. А далі є різні думки, які все більше зводяться до широкого використання міжпредметних зв'язків та інтеграції фізики й астрономії в основній та старшій школі.

Ми більше схильні до пропедевтики астрономічних знань протягом вивчення всього курсу фізики – від 7-го класу до випускного. У такому разі астрономічний матеріал “розповсюджує” дію законів фізики на Всесвіт. Фізичні відомості актуалізуються, узагальнюються, і їм надається більш глибокий зміст.

Тому нами пропонується концепція поетапного формування системи фундаментальних астрономічних знань, тобто структурованої певним чином сукупності елементів наукової інформації про Всесвіт. Такий підхід дає можливість розкрити потенціал шкільної фізики для підготовки учнів до розуміння астрономії при вивченні її у випускному класі.

Різноманітним завданням фізичної й астрономічної освіти учнів загальноосвітньої школи присвячено праці вчених, астрономів і методистів: Ю. Александрова, П. Атаманчука, І. Боярченка, О. Бугайова, А. Бучатського, Б. Воронцов-Вельямінова, Н. Гладушиної, С. Гончаренка, З. Горішного, П. Гороля, Ю. Гришина, М. Дагаєва, Ю. Дика, О. Железняка, Ю. Зігеля, І. Климишина, І. Ковалюка, В. Комарова, Т. Коростеліної, Є. Коршака, І. Крячка, Ю. Костюка, Є. Левітана, О. Ляшенка, А. Марленського, М. Мартинюка, А. Павленка, Ю. Пасічника, М. Пришляка, В. Разумовського, Ю. Румянцева, Є. Страута, В. Сурдіна, Б. Суся, І. Тичини, К. Чурюмова, А. Широкова, М. Шута, Г. Яхна, Я. Яцківа та ін.

Аналіз робіт фахівців і проведені нами дослідження показали, що власне астрономічна компонента освітньої галузі «Природознавство» багатьма учнями засвоюється формально з двох причин: великий об'єм матеріалу та його складність, який вивчається, та мала кількість навчального часу. Тому знання учнів часто бувають неповні, вони не вміють застосовувати їх для розв'язання конкретних навчальних і практичних задач. Це створює проблему підвищення ефективності навчання астрономії та сумісних з нею навчальних дисциплін, зокрема фізики. У зв'язку з цим виникає необхідність пропедевтики астрономічних знань учнів на уроках фізики, що з одного боку розкриває потенціал фізики для підготовки дітей до вивчення та розуміння астрономії, з іншого – стимулює учнів до більш глибокого вивчення фізики, щоб зрозуміти фізичну природу небесних тіл, механізм астрофізичних явищ і процесів. При розв'язанні цієї задачі, на нашу думку, можуть бути успішно використані такі методи:

- викладання на уроках фізики астрономічного матеріалу методом розповіді, бесіди, коротких повідомлень учителя й учнів, а також використання проблемних ситуацій, пов'язаних із темою уроку;

- наведення прикладів, які ілюструють дію фізичних законів у Всесвіті;

- розв'язування задач з астрономічним змістом;

- проведення астрономічних спостережень;

- читання й обговорення наукової та науково-популярної літератури з астрономії та астрофізики;

- включення астрофізичних питань у зміст навчальних конференцій.

Аналіз науково-методичної літератури, ознайомлення з роботою провідних учителів фізики та астрономії, власний досвід роботи автора дослідження здобутий в процесі викладання курсу «Методики навчання астрономії» у педагогічному університеті показали, що:

1. У педагогічній літературі достатньо висвітлено проблему пропедевтики астрономічних знань у курсі природознавства I - V класів, а також викладання інтегрованих курсів фізики та астрономії, але недостатньо висвітлено методику введення пропедевтики астрономічних знань у курсі фізики загальноосвітньої школи. Мало посібників, у яких вміщено рекомендації для вчителів стосовно цієї проблеми.

2. Аналіз роботи вчителів фізики та астрономії показав їх недостатню теоретичну та методичну підготовку з питання пропедевтики астрономічних знань у курсі фізики, що пов'язано з відсутністю конкретних методичних рекомендацій та дидактичних матеріалів для вчителів з окремих тем і розділів шкільної програми з фізики, які базуються на астрономічних знаннях. Як наслідок, однією із найбільших прогалин у астрономічній освіті загальноосвітньої школи є недостатня зорієнтованість навчально-виховного процесу на формування навичок продуктивної навчальної діяльності, що попереджує недовіки у формуванні наукового світогляду учнів.

Протиріччя між високим рівнем вимог до сучасної освітньої галузі «Природознавство» (у частині її фізичної та астрономічної компонент), з од-

ного боку, та недостатнім рівнем методичної підготовки майбутніх учителів фізики й астрономії до проведення пропедевтики астрономічних знань, з іншого боку, обумовили вибір теми дисертаційного дослідження: **«Пропедевтика астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота пов'язана з реалізацією завдань Державних стандартів базової та повної середньої освіти. Тема дисертаційного дослідження затверджена на засіданні Вченої ради Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка (протокол № 7 від 01 березня 2006 р.) та узгоджена Радою з координації наукових досліджень в галузі педагогіки та психології АПН України (протокол № 6 від 27 червня 2006 р). Робота є частиною науково-дослідницької теми «Проблема розвитку наукового світогляду учнівської молоді» кафедри астрономії та теоретичної фізики Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка (протокол №3 від 10 жовтня 2005 р.)

Об'єктом дослідження став процес формування астрономічних понять в учнів загальноосвітньої школи.

Предмет дослідження – шляхи та методи впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці шляхів та методів впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у курс фізики загальноосвітньої школи.

В основу проведення наукового дослідження покладено **гіпотезу** про те, що однією з умов успішного формування в школярів наукових уявлень про будову та закони розвитку Всесвіту є пропедевтика астрономічних знань учнів у курсі фізики, яка і може бути забезпечена завдяки:

- змісту та послідовності вивчення фізики, використовуючи пропедевтичні знання з астрономії;

- комплексному застосуванню в навчальному процесі системи традиційних і новітніх засобів та методів навчання з фізики та астрономії;
- організації позаурочної і позашкільної роботи з астрономії;
- розробці та виготовленню дидактичних засобів навчання для унаочнення процесу навчання.

Відповідно до предмету, мети та гіпотези дослідження визначено основні **завдання дослідження:**

- проаналізувати стан досліджуваної проблеми в практиці шкільного навчання фізики та рівень її розробки в психолого-педагогічній та методичній літературі;
- обґрунтувати необхідність пропедевтики астрономічних знань у курсі фізики загальноосвітньої школи з метою допомоги учням подальшого вивчення астрономії, як предмета, що завершує природничу освіту школярів та формування у них наукового світогляду;
- з'ясувати пропедевтичний потенціал міжпредметних зв'язків астрономії з навчальними предметами природничого циклу в загальноосвітній школі;
- дослідити умови та засоби забезпечення ефективності процесу впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у шкільний навчальний процес з фізики та готовність учителів до практичної реалізації поставлених завдань;
- розробити зміст і структуру пропедевтики астрономічних знань учнів загальноосвітньої школи у вигляді методичних рекомендацій для вчителів;
- розробити методику експериментальної перевірки ефективності впровадження у навчальний процес з фізики пропедевтики астрономічних знань;
- у ході педагогічного експерименту перевірити ефективність розроблених методик у навчальному процесі з фізики та астрономії.

Для розв'язання поставлених завдань з перевірки висунутої гіпотези використовувалися відповідні **методи дослідження:**

- *теоретичні* – вивчення й аналіз психолого-педагогічної і методичної літератури з досліджуваної проблеми, чинних програм, підручників, методичних посібників; науково-методичний аналіз використання пропедевтики астрономічних знань; аналіз й опрацювання результатів дослідно-експериментальної роботи з використанням статистичних методів;

- *експериментальні* – з'ясування стану вивчення фізики й астрономії у школах; виконання досліджень щодо визначення якості знань учнів і випускників середніх шкіл з астрономії; вивчення змісту матеріальних носіїв інформації (педагогічної документації); аналіз результатів контрольних робіт і відповідей учнів на уроках, а також бесіди з учнями та вчителями; анкетування та інтерв'ювання; педагогічні експерименти (констатувальний і формувальний); обговорення результатів дослідження та практичних рекомендацій на методичних об'єднаннях учителів фізики та астрономії, всеукраїнських і міжнародних науково-методичних конференціях.

Джерелознавчою основою дослідження стала вітчизняна та зарубіжна педагогічна, філософська література: монографії, наукові статті, дисертації та автореферати дисертаційних досліджень, навчальні програми, підручники, навчальні посібники, дидактичні матеріали.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в актуалізації проблеми пропедевтики астрономічних знань у шкільному курсі фізики. В узагальненні досвіду науковців-методистів з питань пропедевтики астрономічних знань, та в розробці на цій основі методики її впровадження у шкільну практику для формуванні наукового світогляду учнів при вивченні фізики і астрономії у загальноосвітній школі.

Теоретичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні шляхів і методів формування астрономічних знань з метою поглиблення та розширення меж застосування фізичних знань учнів, а також у посиленні інтересу учнів до астрономії і космонавтики та підготовки їх до кращого сприймання та вивчення астрономії у випускному класі через впровадження сучасних інноваційних технологій.

Практичне значення одержаних результатів визначають:

- науково-методичні рекомендації щодо впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у шкільну практику викладання фізики;
- розробка та виготовлення дидактичних засобів навчання;
- методика застосування інформаційно-комп'ютерних технологій у навчально-виховному процесі;
- розробка методики використання задач з астрономічним змістом на уроках фізики;
- створення системи завдань, для використання в позаурочній роботі з астрономії.

Особистий внесок здобувача полягає у впровадженні методики підготовки учнів до цілісного сприймання астрономічного матеріалу, та у розробці методичних рекомендацій для вчителів фізики щодо пропедевтики астрономічних знань на уроках фізики, які мають сприяти поліпшенню природничо-наукової, зокрема астрономічної освіти школярів та популяризації астрономічних знань.

Апробація та впровадження результатів дослідження здійснювались у процесі експериментального навчання учнів школи-ліцею № 15 міста Чернігова (довідка № 568 від 27.09. 2006 р.), загальноосвітніх шкіл I – III ступенів Чернігівської області Борзнянського району: Хорошеозерської ЗОШ (довідка № 28 від 20.09. 2006 р.), Красносільської ЗОШ (довідка № 97 від 08.09.2006 р.), Київської області міста Славутича ЗОШ №3 (довідка № 2-09-353 від 05.10.2006 р.), а також у роботі астрономічного гуртка в Обласному центрі науково-технічної творчості учнівської молоді (довідка № 01-26-214 від 18.10.2007 р.).

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дослідження обговорено на наукових і науково-методичних конференціях, у тому числі міжнародних: «Проблеми астрономічної освіти в Україні» (Біла Церква, 2001 р.), «Засоби і методи навчання фізики» (Чернігів, 2002 р.), «Засоби реалізації сучасних технологій навчання» (Кіровоград, 2003 р.), «Астро-

номічна освіта учнівської молоді» (Київ, 2003 р.), «Управління процесом підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах реформи освіти» (Київ, 2003 р.), «Особливості підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах переходу школи на профільне навчання» (Херсон, 2004 р., 2006р.), «Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу» (Кам'янець-Подільський, 2005 р.), «Кредитно-модульні технології навчання та методичне забезпечення контролю якості успішності» (Полтава, 2006 р.), «Чернігівські методичні читання з фізики» (Чернігів, 2004, 2006 рр.), «Освітнє середовище як методична проблема» (Херсон, 2006 р.); на Всеукраїнському семінарі з методики викладання фізики при НПУ імені М.П. Драгоманова (2000 – 2006 рр.).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлені у 17 публікаціях автора. Серед них 2 статті в науково-методичних журналах, 9 – у матеріалах збірників наукових праць, 6 – матеріали науково-практичних конференцій. Одинадцять наукових праць опубліковано у виданнях, означених ВАК України як фахові.

РОЗДІЛ 1

НЕПЕРЕРВНА АСТРОНОМІЧНА ОСВІТА УЧНІВ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ ЯК НАУКОВА І СОЦІАЛЬНА ПРОБЛЕМА

1.1. Психолого-педагогічні засади необхідності астрономічної грамотності учнів загальноосвітньої школи

Протягом усієї своєї історії астрономія, що виникла на зорі цивілізації та стала однією з перших наук, якою почали займатися люди, виконувала три основні функції:

1. Спочатку вона була пов'язана з необхідністю приблизно визначати час і відраховувати його проміжки різної тривалості. Потім астрономія почала сприяти розвитку навігації, картографії, земної та космічної геодезії, космонавтики, фізики (для якої Всесвіт — унікальна «космічна лабораторія», що допомагає створювати, перевіряти й удосконалювати фізичні теорії, досліджувати речовину в умовах, які неможна відтворити у земних лабораторіях, прагнучи створити універсальні фізичні теорії та закономірності, відкрити нові джерела енергії тощо);

2. Пізнання фундаментальних законів природи:

3. Духовна, світоглядна, що дозволяє людині насолодитися красою зоряного неба, задовольнити споконвічну допитливість (прагнення зрозуміти, що являє собою навколишній світ), визначити своє ставлення до цього світу та своє місце в ньому.

Роль всіх функцій у житті людей постійно зростала у зв'язку з розвитком самої астрономічної науки і, насамперед, з каскадом відкриттів, зроблених у ХХ ст. завдяки справжній революції в методах наземних і космічних астрономічних досліджень, що перетворили астрономію з оптичної у всехвильову.

Науково-теоретичне й філософське узагальнення сукупності нових відкриттів і встановлених фактів приводять до створення сучасної астрономіч-

ної картини світу. Вже зараз астрофізика, позагалактична астрономія та релятивістська космологія виявилися здатними відкрити великомасштабну структуру Всесвіту, досліджувати ряд його фундаментальних властивостей, загалом зрозуміти, як еволюціонують небесні тіла, галактики та Всесвіт, наблизитися до розв'язку таких найважливіших наукових і світоглядних питань, як, наприклад: «Чому Всесвіт такий, який він є?», « Чи існують поза Землею життя і розум?» та ін.

Астрономія, що стала в ХХ ст. фундаментальною наукою, нерозривно пов'язана з космонавтикою (можна сказати, що остання виникла з вічного прагнення людини «полетіти до зірок»).

Копернік відкрив «шосту» планету Сонячної системи. Нею стала наша Земля, тому що здавна планетами вважали Меркурій, Венеру, Марс, Юпітер, Сатурн (як світила, що «блукають» на тлі зоряного неба). Ю. А. Гагарін став першим, хто побачив з космосу нашу планету та був захоплений її красою. Звичайно, це зовсім різні за своїм науковим значенням події, розділені кількома століттями, але обидві вони свідчать про те, що ми живемо на одному з безлічі небесних тіл.

Сьогодні це потрібно знати навіть молодшим школярам, а тисячу років тому ситуація була зовсім іншою. У тринадцятьох книгах Клавдія Птолемея (II ст. н.е.), містяться твердження про нерухомість кулястої Землі, яка знаходиться в центрі Всесвіту. Історичний інтерес представляють ідеї про центральне положення Сонця у Всесвіті, про «сферу нерухомих зірок», про колові орбіти планет, що містяться в геліоцентричній системі.

Але було доведено, що Земля — одна з планет Сонячної системи. Це в подальшому відкрило шлях до детального її вивчення, а далі і до космічних польотів до Місяця, планет та їх супутників, астероїдів і комет. Освоєння Сонячної системи почалося вже в перші десятиліття Космічної ери, яка бере свій початок 4 жовтня 1957 р. — дати запуску першого ШСЗ.

Можна стверджувати: у II тисячолітті відбулося «відкриття» Сонячної системи. Але як влаштована Сонячна система, яка природа великих і малих

небесних тіл, що входять до її складу, яким закономірностям підпорядкований їхній рух і наскільки стійка Сонячна система (принаймні, протягом найближчих мільйонів років), з'ясувалось набагато пізніше.

Астрономію справедливо вважають найдавнішою з наук, яка, втім, нерідко дивує сучасну людину. Нас дотепер захоплює те, що збереглося від величезних культових споруд, які у далекому минулому використовувалися також і як «астрономічні обсерваторії». Ми знаємо і про різноманітні кутомірні інструменти, з якими працювали астрономи в різних країнах. Відомо, що Копернік не дожив декількох десятиліть до часу, коли з'явилася можливість побачити в телескоп великі місячні кратери, фази Венери, плями на Сонці, безліч зірок Молочного Шляху... Чудові відкриття Галілея підтверджували вірність теорії Коперніка та геніальність припущень про природу зірок, висловлених деякими стародавніми мислителями та чітко сформульованих Джордано Бруно в XVI ст. «Нерухомі» зірки, що приймалися за «срібні цвяхи», встромлені в небесне склепіння, виявилися далекими сонцями у безмежному просторі.

Зірки — це величезні розжарені плазмові (воднево-гелієві) кулі, що відрізняються одна від однієї своїми розмірами, температурами «поверхонь», світностями та масами, — складають основне «населення» звичного для нас Всесвіту. Вони входять до складу систем різної складності — від подвійних зірок і зоряних скупчень до гігантських галактик. Серед вражаючого своїм різноманіттям світу зірок, у якому поряд зі «звичайними» є не зовсім звичайні і зовсім незвичайні зірки (фізично змінні, нові, наднові, зірки-карлики, нейтронні тощо), Сонце не потрібно було відкривати: про його існування всі знали завжди хоча, Сонце та Місяць включали до числа семи планет. Але, уявлення про природу Сонця, його склад, джерела енергії, феномен циклічності сонячної активності та їх земних проявів з того часу змінилися.

Принципово змінилося уявлення про масштаб і структуру Всесвіту, про практично нескінченне число небесних тіл і їхніх систем, що входять до його складу. Кілька тисяч зірок, доступних спостереженню неозброєним оком у

ясну безмісячну погоду, — мізерно мала частина того, що входить у нашу Галактику, яка містить приблизно 10^{11} зірок. Відкриття Галактики — одне з найбільших досягнень астрономії XVIII-XX ст. На відміну від Землі, якою мають можливість милуватися космонавти під час своїх польотів і яку всебічно досліджують «зовні» спеціалізовані ШСЗ, Галактика на сьогодні недоступна зовнішньому огляду. Тому її можна досліджувати тільки «зсередини». Цим астрономи успішно займаються, починаючи з Вільяма Гершеля й донині. Ретельно підраховуючи кількість зірок у багатьох сотнях ділянок зоряного неба і виявляючи закономірності, що випливають з цього, Гершель зумів уявити загальну форму Галактики (він назвав її Молочний Шлях) і зрозуміти наприкінці XVIII ст., що наш «зоряний острів» непомірно більший за Сонячну систему. З цього, а також з вивчення світу загадкових «туманностей», почалося відкриття великомасштабної структури Всесвіту. В картині світобудови, що розкривається поступово, нашій «планеті людей» приділялося більш ніж скромне місце, оскільки Земля — не центр Сонячної системи, а сама Сонячна система розташована досить далеко від центра Галактики, причому наша Галактика — одна з безлічі різноманітних галактик Всесвіту, який розширюється.

Позагалактичній астрономії та релятивістській космології XX ст. потрібен був мізерно малий у масштабах історії астрономії термін, щоб створити сучасну грандіозну картину Всесвіту, який еволюціонує. Згадаємо, що об'єктами дослідження Сонячної системи були: Сонце, планети, малі тіла Сонячної системи. Об'єкти зоряної астрономії — зірки (відстані до них, просторове розташування, рух, природа) і наша Галактика. Тепер величезні зусилля астрономів і можливості їх новітніх інструментів націлені на дослідження світу галактик (включаючи квазари), відкриття і вивчення систем галактик — від Місцевої Групи до скупчень і надскупчень галактик. Розширення Метагалактики, що спостерігається - найбільш грандіозний із усіх відомих еволюційних процесів у Всесвіті. Екстраполяція в минуле розширення Метагалактики призводить не тільки до гіпотез про «Великий вибух», «гарячий Всесвіт» і, на-

решті, сценарію Всесвіту що розширюється, але і до перших спроб експериментально відтворити на найбільш могутніх прискорювачах деякі з тих екзотичних процесів, які, можливо, приблизно 15 мільярдів років тому відбувалися у Всесвіті, коли тільки з'явилися «елементарні» частки. У розпорядженні астрофізиків може виявитися важливий експериментальний факт, який свідчатиме про правильність сучасних уявлень про народження нашого Всесвіту. Нагадаємо, що реліктове випромінювання, яке виникло усього через кілька сотень тисяч років після Великого вибуху, було відкрито в 1965 р. і ретельно досліджується зараз різними методами, що, зокрема, привело до відкриття його анізотропії.

З розширенням сфери пізнання зростає й сфера непізнаного, таємничого. Навіть просте перерахування проблем, які чекають вирішення в наступних століттях, — особлива тема. Тому обмежимося лише декількома прикладами. Чорні діри, передбачені загальною теорією відносності, астрофізики вже почали відкривати й у системах подвійних зірок, і в центральних областях деяких галактик. До яких нових знань про властивості простору і часу це приведе? Чи не буде колись знайдено практичне втілення фантастичної ідеї про подорожі в часі за допомогою чорних дір? А як розв'яжеться проблема «темної маси», «темної енергії», з яких, можливо, складається не менш 96 % нашого Всесвіту? Чи знайде підтвердження гіпотеза про безліч міні-всесвітів, одним з яких є Метагалактика? Чи увінчається успіхом пошук «братів по розуму» за допомогою спеціально створених гігантських телескопічних систем, і чи стануть можливими практично значимі контакти з ними? Чи буде здійснюватися ідея Ціолковського про освоєння землянами світів, далеких від нашої планети? Власне кажучи, ми мимоволі вийшли за рамки «чисто» астрономічних проблем. Але немає сумніву в тому, що коли земна цивілізація має стати цивілізацією космічною, то в цьому процесі астрономія буде відігравати дуже важливу роль. І, хто знає, може, через сотні, або навіть через тисячу років деякі з перерахованих вище проблем люди почнуть відносити до числа «найважливіших відкриттів» в області пізнання й освоєння Всесвіту. Ясно

лише одне: астрономія, як наука, просто приречена на те, щоб завжди залишатися вічно юною довгожителькою!

В останні десятиліття зростає інтерес до «антропного принципу». Найбільш активні його прихильники, по суті стверджують, що в самому народженні й еволюції нашого Всесвіту запрограмована поява життя та розуму. Зокрема, існування життя на Землі, можливо, обумовлено безліччю тонко «підігнаних» умов, дивним чином реалізованих як у мікросвіті, так і в мегасвіті. Чи не ставить це знову Людину в центр Світобудови? Чи не приведе розвиток подібних ідей до розгадки таємниці космічної місії Життя та Розуму у Всесвіті, який еволюціонує? Цікаво, які відповіді дасть на ці запитання наука третього тисячоліття?

Ще раз підкреслимо, що навіть за останні півстоліття астрономами зроблено чудові відкриття на всіх рівнях дослідження Всесвіту. Перелічимо деякі з них:

- Сонячна система: відкриті нові супутники планет, одержанні зображення Місяця та ряду планет і їхніх супутників; деяких астероїдів і ядер комет із близької відстані, відкрито кільця у всіх планет-гігантів; відкрито лід на Місяці та Марсі; відкрито астероїдний пояс Койпера тощо.

- Галактика: отримані важливі дані про структуру, динаміку Галактики та про природу її спіральних рукавів; відкриті нейтронні зірки, квазари та навіть чорні діри в тісних подвійних системах, а також джерела зореутворення; відкриті протопланетні диски та кілька десятків планет у різних зірок.

- Метагалактика: відкриті різні типи галактик («звичайні» і «активні», а також взаємодіючі, аж до «канібалізму»); здобуті новітні дані про великомасштабну структуру Всесвіту; відкрито реліктове випромінювання та його анізотропія.

З часом астрономічна наука більше ніж раніше стає важливим елементом культури, тобто досягнення сучасної астрономії мають не тільки загальноосвітнє, світоглядне, але і загальнокультурне значення. Проте й досі повсюдно існує астрономічна безграмотність, яка позбавляє можливості наших

сучасників одержати уявлення про Всесвіт XXI ст., а навпаки сприяє потраплянню під вплив псевдонауки астрології. Брак часу, відведений на вивчення астрономії у випускному класі не дає можливості у повному обсязі роз'яснити учням різницю між астрономією й астрологією, як наукою та псевдонаукою. Шпальти газет і сторінки журналів переповнені астрологічними прогнозами. Діти та навіть їх батьки із захопленням не тільки читають їх, а й прогнозують у відповідності до свого знаку Зодіаку наступний день, тиждень, рік ... Захистити дітей від цього впливу практично неможливо, бо підтримку вони отримують, перш за все, в родині.

Тому в самому загальному вигляді, на думку А.Ю. Румянцева [236, с.5] основні цілі навчання астрономії (і космонавтики) у школі й очікуваний результат можна сформулювати таким чином:

1. Навчити школярів правильно пояснювати небесні явища, що спостерігаються повсякденно.
2. Познайомити школярів із сучасною астрономічною картиною світу та місцем людини в ній.
3. Зробити внесок у формування гуманістичного наукового світогляду випускників середньої школи й інших загальноосвітніх закладів.
4. Намагатися використовувати зацікавленість учнів астрономією. як мотив до навчання в школі.

Основний очікуваний результат: набуті учнями знання з астрономії розширяють їх світогляд, допоможуть їм відчувати себе сучасниками космічної ери та сформувати свою, науково обґрунтовану, точку зору, що дозволяє сприймати критично розповсюджену паранаукову інформацію. Взагалі, необхідність вивчення астрономії в загальноосвітній школі якомога раніше, на думку Е.П. Левітана [153, с.11-12], обумовлено тим, що:

1. Астрономія — одна з самих цікавих і захоплюючих наук.
2. Знання астрономії допоможе кожному школяреві зрозуміти причину різних астрономічних явищ (наприклад: зміна дня та ночі, зміна пір року, зміна вигляду Місяця, затемнення, поява комет і «падаючих зірок»).

3. Астрономія розкриває картину світу, у якому ми живемо.

4. Знання основ астрономії необхідно кожній культурній людині. Ті хто ніколи в житті не вивчали астрономію часто потрапляють на гачок астрологам, чаклунам, магам і «цілителям», що прорікають свої «істини» з посиленням на тільки їм відомі «закони Космосу».

5. Людство піввіку як вступило в космічну еру. Зараз космонавтика нерозривно зв'язана з астрономією та відіграє важливу роль у житті кожної людини: за допомогою штучних супутників розв'язується велика кількість господарських, наукових і військових задач. До космічної діяльності залучені фахівці різних галузей науки і техніки.

6. Процеси, що відбувалися колись у Всесвіті та відбуваються в ньому зараз, викликають у фізиків настільки велику зацікавленість, що сам Всесвіт став тепер для них «лабораторією».

7. Процеси, що відбуваються на Сонці та у навколоземному космічному просторі, впливають на самопочуття та здоров'я людей.

8. Астрономія допомагає навчитися мислити широко, космічними масштабами. А космічне мислення дозволить домогтися успіху в будь-якій творчій діяльності, у тому числі в бізнесі.

Так трапилося, що колосальний сплеск у досягненнях космічної науки в минулому столітті збігся з початком вилучення астрономії як обов'язкового предмета в загальноосвітній школі. Це призвело до того, що нинішній випускник має досить віддалене уявлення про астрономію, про досягнення людства у вивченні нескінченного Всесвіту. І мова йде не просто про астрономію, а, насамперед, про астрофізику – розділ астрономії, що базується на законах фізики. Випадає з поля зору молоді цілий ланцюг найважливіших астрономічних відкриттів. На цьому програє вчитель фізики та вчителі інших природничих предметів, а найбільше – учні. Парадокс й у тім, що саме у той час, коли мова йде про духовне відродження людини, ми практично повністю позбавляємо можливість цю людину вивчати життя й еволюцію природи в безмежному просторі космосу. Дивно й те, що питання про астрономічну освіту

й про астрономічну поінформованість раніше ніколи не виникало. Зрозуміло, вирішувати завдання освіти кожна держава може по-своєму, залежно від рівня її промислового потенціалу й інших потреб. Але Україна - космічна держава зі своїм власним потужним промисловим і кадровим потенціалом. У нас розроблена національна космічна програма, що вже зараз успішно реалізується. Українські астрономи були піонерами у вивченні фізичних умов на Місяці й планетах Сонячної системи. В Україні створено кілька десятків наукових шкіл із проблем геофізики, біофізики, фізики планет, будови Галактики, астрономічного приладобудування тощо. Відповідна інформація повинна стати надбанням учнівської аудиторії й донести цю інформацію до учня повинен учитель й, насамперед, учитель фізики. Останньому це вдається тільки частково, завдяки наявності в деяких школах класів з поглибленим вивченням фізики та роботи астрономічного гуртка.

В 2001 р. створена Астрономічна Асоціація при Міністерстві освіти і науки України й на першому її з'їзді були висловлені всі аргументи на користь не тільки збереження астрономії в загальноосвітній школі як навчального предмета, а й збільшення обсягу навчальних занять з астрономії. Рішення й відповідне звернення були спрямовані зацікавленим міністерствам і відомствам. У результаті в середній школі відновлений предмет астрономія, хоча обсягом тільки 17 годин.

Говорячи про астрономічну освіту, не можна не торкнутися також викладання астрономії в університетах. Тільки там, де є спеціальність "астрономія", викладання астрономії ведеться в досить широкому обсязі й на високому науково-методичному рівні. Випускники цієї спеціальності здатні цілком кваліфіковано вести в школі заняття з дисциплін астрономічного циклу. Але таких фахівців мізерно мало. А тоді хто ж у більшості шкіл відповість допитливій дитині на численні "Чому?", маючи на увазі астрономічні явища або повідомлення про досягнення в астрономії й космонавтиці. Очевидно, що задовольнити цю допитливість повинен уміти не тільки фізик, а й кожен учитель. Але як же це вчитель "не фізик" може зробити, якщо він не виніс із уні-

верситету ніяких астрономічних знань. Адже астрономія читається практично тільки на фізико-математичних факультетах. [117, с.59-60]

Ось і виходить, що ми вчимо дітей грамотно читати й писати, розв'язувати складні математичні та фізичні задачі, користуватися комп'ютером, але нам ніяк не вдається навчити молоде покоління дбайливому ставленню до «будинку», у якому ми живемо. І не тому, що не вміємо або не хочемо цього робити, а тому, що ми самі (старше покоління) не є для молоді авторитетом у цій справі, безжалісно знищуючи ліси, забруднюючи водою й атмосферу своєю діяльністю "для блага людства". Про виховну роль в екологічних питаннях телебачення, преси й інших засобів інформації й говорити не доводиться - вони часом наповнені таким змістом, що це сприяє вихованню в молодого покоління лише почуття наживи, жорстокості стосовно природи й людини. Говорячи про глобальну проблему, оцінюючи перспективи розвитку земної цивілізації, стає зрозуміло, що потрібно вносити зміни в Державні програми виховання й навчання молоді. Важлива роль повинна бути відведена поліпшенню астрономічної освіти в школах та вищих навчальних закладах. [116, с.17]

Яким буде особисте відношення кожного школяра до астрономії, покаже час. Але хотілось, щоб, вивчаючи астрономію, школярі зрозуміли: у XXI ст. астрономія стане «другою наукою кожного й усі будуть свідками (а багато хто й учасниками) нових дивних відкриттів у близькому та далекому космічному просторі». Що може бути цікавіше, ніж зрозуміти їх суть і пишатися тим, що ти сучасник цих звершень?

1.2. Пропедевтика астрономічних знань при вивченні фізики у загальноосвітній школі як дидактична проблема

Розпочинаючи дослідження проблеми пропедевтики астрономічних знань, вважаємо за необхідне зупинитись на філософсько-педагогічному тлумаченні понять «пропедевтика», «знання», «пропедевтика знань», а також

«пропедевтика астрономічних знань», оскільки вони є ключовими у нашому дослідженні.

Поняття «пропедевтика» (від грецького – *propaideuo* – попередньо навчаю) вперше зустрічається у філософській літературі, і, відповідно, має філософське тлумачення. Зокрема, Платон визначає пропедевтику як заняття, що передують вивченню діалектики. В докантивській філософії пропедевтикою вважалась феноменологія та трактувалась як вступ до логіки й онтології. Як жанр філософської літератури пропедевтика – це вступний матеріал, який елементарно систематично й коротко викладає вчення [276].

Аналіз філософських та енциклопедичних джерел [136, 275, 276] дозволяє нам визначити декілька тлумачень поняття «пропедевтика» :

1. Вступ до курсу будь-якої науки, викладений у стислій, систематизованій і елементарній формі.
2. Підготовчий курс, що передує більш глибокому вивченню тієї чи іншої галузі знань.
3. Підготовча вправа.
4. Подання попередніх знань про щось.

З плином часу термін розширює діапазон застосування і вживається не тільки у філософії, а й в інших наукових галузях, зокрема у педагогіці. Так, С.У. Гончаренко пояснює пропедевтику як вступний курс до навчальних предметів, який готує учнів до глибшого їх вивчення в основній школі. На думку вченого, такий курс може викладатися як у початковій, так і в основній школі [67, с. 271].

М.М. Скаткін під «пропедевтикою» розуміє опрацювання запитань і завдань безпосередньо перед вивченням того чи іншого навчального матеріалу. Такий підхід вчений втілює у серії підручників з природознавства для 4-го класу за яким навчалися в школах з 1961 по 1991 роки [255, 256].

Г.В. Самсонова поняття «пропедевтика» пояснює на прикладі введення елементів фізики в природознавство при тісному співробітництві вчителів фізики та початкових класів [248].

Р.В.Шаламов, Т.Фещенко, С.Курганов пояснюють «пропедевтику» як підготовку до подальшого засвоєння фізики, хімії, біології, астрономії, географії. На практиці автори реалізують свою ідею у природничому курсі, зміст якого спрямований на формування в учнів уявлення про природу як цілісний об'єкт [288].

Т.М. Байбара [8, 9], М.О. Риков [244], В.М.Федорова, С.З. Якупов [274]. та ін. під «пропедевтикою» розуміють методику формування знань із курсу, що викладається на пропедевтичному етапі вивчення дисципліни.

Виходячи зі сказаного, зазначимо, що «пропедевтика» – поняття багатогранне. Тому, відповідно до його тлумачення у педагогічних джерелах, пропедевтику можна розглядати у двох взаємопов'язаних напрямках: як навчальний курс, зміст якого включає пропедевтичні знання (наприклад, курс природознавства) та як процес формування пропедевтичних знань.

Важливим для дослідження є з'ясування значення поняття «пропедевтика» у поєднанні з такою науковою категорією як «знання». Для цього зупинимось на сутності поняття «знання».

У філософській літературі «знанням» називають відображення об'єктивних характеристик дійсності у свідомості людини [275, с. 199].

Енциклопедичні джерела трактують знання як особливу форму духовного засвоєння результатів пізнання, процесу відображення дійсності, яка характеризується усвідомленням їх істинності, або як перевірений практикою результат пізнання дійсності, правильне її відображення у свідомості людини (Л.І. Божовіч) [35].

Теоретичний аналіз психологічної літератури показав, що термін «знання» дослідники даної галузі висвітлюють по-різному. Зокрема, В.І. Войтко розглядає «знання» як категорію, що відображає істотні моменти зв'язку між пізнавальною діяльністю і практичними діями людини. На його думку, знання фіксують результати істинної пізнавальної діяльності та виражаються у поняттях, судженнях, умовиводах, концепціях, теоріях [226, с. 64].

В.В. Давидов і його послідовники визначають знання, з однієї сторони, як результат розумової діяльності, з іншої – як процес отримання цього результату, в якому знаходить своє відображення функціонування розумових операцій. Тому терміном “знання” вони одночасно називають результат мислення (відображення дійсності) та процес його отримання (тобто мислительні операції) [76, с. 147].

Т.А. Ільїна, розглядаючи питання структурно-системного підходу до організації навчання, називає знання найбільш загальною категорією та зазначає, що вони лежать в основі формування умінь і навичок [97, с. 24].

Н.Ф. Тализіна у своїх роботах розкриває знання як образи предметів, явищ, дій і т. п. матеріального світу, які ніколи не існують у голові людини поза якоюсь діяльністю, поза окремими діями [266, с. 130].

З аналізу енциклопедичних джерел видно, що знання бувають донаукові (життєві) та наукові (емпіричні та теоретичні) та розвиваються, рухаючись від незнання до знання, переходячи від донаукового до наукового знання [136, 270, 275]. Вищою формою організації знань є теорії або системи теорій, які об'єднуються в наукові дисципліни.

У педагогіці знання розглядаються як цілісна система уявлень про наукову картину світу, про закони розвитку природи й суспільства [269, с. 13].

С.У. Гончаренко трактує знання як особливу форму духовного засвоєння результатів пізнання, процесу відображення дійсності, яка характеризується усвідомленням їх істинності. На його думку, вони виражаються у поняттях, судженнях, умовиводах, концепціях, теоріях [65, с. 137].

М.О. Данілов та М.М. Скаткін розглядають такі групи знань: основні поняття й терміни, факти, закони науки, теорії, ідеї, знання про способи діяльності, методологічні знання, оцінювальні знання [78, с. 48].

В.С. Цетлін, відзначаючи неоднорідність тлумачення поняття «знання», вважає доцільним їх поділ на знання про світ (теоретичні й фактичні) і знання про способи діяльності (розпорядження, які визначають шлях аналізу фак-

тичного матеріалу за ознаками та правилами алгоритмічного характеру, які використовуються в практичній діяльності) [283, с. 28].

М.І. Махмутов виокремлює три групи знань: 1) узагальнені (поняття, закони, правила); 2) знання про прийоми і способи розпізнавання суті предметів і явищ дійсності, про взаємозв'язок між поняттями, законами, правилами, про способи розумової діяльності при здобутті знань, про способи вирішення проблем; 3) факти, терміни, дати, назви, кількісні дані, імена, події тощо [175, с. 277 - 279].

На думку О.О. Кузнєцова, знання розширюють світогляд дитини, вони є одним із засобів формування тих якостей особистості, які безпосередньо пов'язані з процесом навчання, і після досягнення певного етапу вони є метою, яка веде до подальшого оволодіння основами наук [275, с. 16].

Таким чином, знання, з одного боку, є надбанням суспільства, яке відображає досягнення тієї чи іншої науки у вигляді термінів, понять, фактів, законів, теорій, ідей тощо та зафіксоване за допомогою слів, знаків, символів, з іншого – це присвоєний індивідом узагальнений фрагмент досвіду людства.

Виходячи з даного узагальненого визначення поняття «знання» та враховуючи таке різне трактування поняття «пропедевтика», ми, синтезувавши та об'єднавши їх, сформулювали визначення поняття “пропедевтика астрономічних знань”. Звідси, «пропедевтика астрономічних знань» – це поетапне систематичне введення елементів астрономії у шкільний курс фізики для формування в учнів елементарних астрономічних знань, які створюють основу для більш глибокого їх вивчення у випускному класі та формування наукового світогляду учнів протягом всього періоду навчання у школі. Виходячи з даного визначення, зазначимо, що ми розглядаємо пропедевтику астрономічних знань, як цілісний процес формування пропедевтичних знань.

Для успішного формування пропедевтичних астрономічних знань доцільно визначити рівень інтересу учнів до астрономії. З цією метою було проведено анкетування учнів 7-10 класів Чернігівського ліцею № 15 та учнів трьох сільських шкіл Борзнянського району Чернігівської області, всього 231

учень (64 учні – 7 клас, 52 учні – 8 клас, 61 учень – 9 клас, 54 учні – 10 клас) (Додаток А.1).

Результати анкетування показали, що майже всі учні, які відповідали на запитання анкети цікавляться зоряним небом, але майже нічого про небо не знають. Це пов'язано у першу чергу з тим, що під час вивчення природознавства діти стикалися із назвами деяких сузір'їв, але не вміють знаходити їх на зоряному небі, бо програмою не заплановано не тільки спостереження зоряного неба, але і знайомство із зоряною картою.

Найпростішим для учнів, як 7-8, так і для 9-10 класів виявилось питання про причини зміни дня і ночі, та пір року. Проаналізувавши програми з природознавства з 1 по 5 класи, бачимо, що з цим матеріалом учні зустрічаються двічі (у першому та четвертому класі) а потім його закріплюють у курсі географії в 6-му класі.

Про кількість планет у Сонячній системі вже велась мова у курсі природознавства. Майже всі учні, які брали участь у анкетуванні відповіли, що навколо Сонця обертається 9 великих планет, троє учнів згадали, що у наукових колах ведеться розмова про відкриття десятої планети (анкетування проводилося до того часу, коли було вирішено Плутона не вважати планетою Сонячної системи), але перерахувати їх назви вдалося тільки 30, 5% із загальної кількості учнів. Якщо брати окремо по класах : 7-й клас – 34%, 8-й – 29%, 9 – 27% та 10 клас – 32%. Але зустрічаються і такі помилки, коли Сонце називають однією з планет Сонячної системи (один учень з сьомого класу та один з дев'ятого). Один десятикласник планету Плутона називає Плутоній.

Відповіді на запитання стосовно життя на Марсі розділилися таким чином: 42% учнів відповіли, що життя на Марсі існує у вигляді бактерій або мікробів, 12% - у вигляді тварин або живих істот, дехто ж стверджує, що марсіанські істоти за розумом вищі за землян. Решта відповіли, що життя на Марсі не існує, або взагалі не змогли відповісти на це запитання. Причому ця тенденція зберігається у всіх класах.

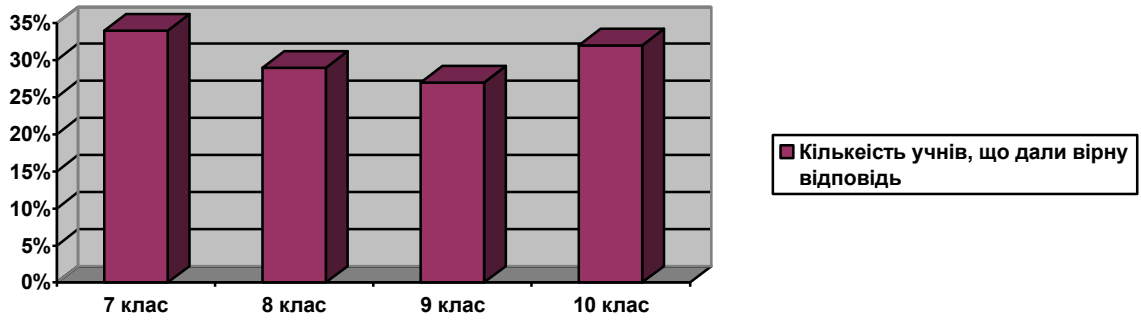


Рис. 1.1. Діаграма розподілу учнів за кількістю вірних відповідей на запитання анкети про кількість і розташування планет Сонячної системи

На питання про астрономічний гурток частина учнів (82% учнів 7-х класів, 57% - 8-х, 32% - 9-х та 5% - 10-х класів) відповіла, що хотіли б займатися у гуртку, але ні в одній з шкіл, у яких проводилося анкетування, він не працює.

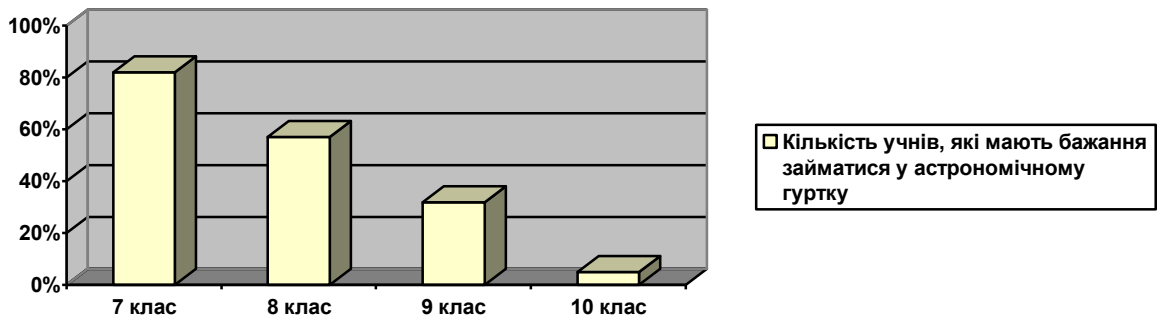


Рис. 1.2. Діаграма розподілу учнів за кількістю бажаючих займатися в астрономічному гуртку

81% учнів із загальної кількості (в усіх класах приблизно рівномірно) стверджують, що астрономія цікава наука, але на запитання «Чи цікавитеся Ви останніми досягненнями астрономії та космонавтики?» відповідь «так» у 7-му класі дали 69% учнів, у 8-му – 64%, у 9-му – 57% та у 10-му класі – 44%. Та майже ніхто не зміг пригадати новини астрономії або космонавтики, почуті чи прочитані нещодавно.

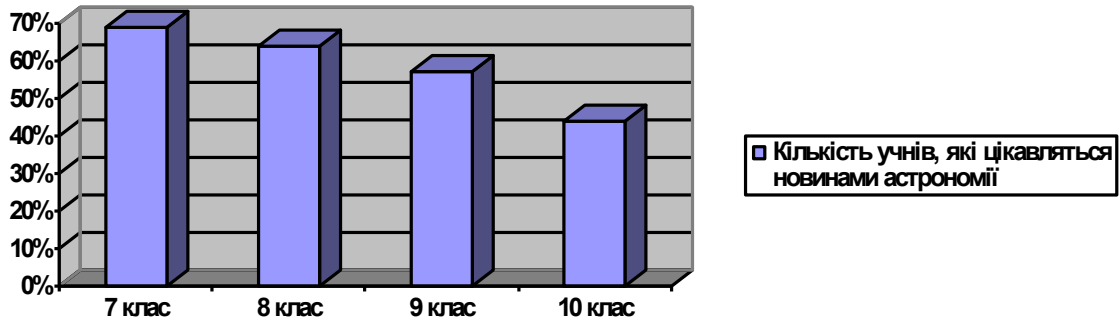


Рис. 1.3. Діаграма розподілу учнів, яка відображає їх зацікавленість новинами астрономії та космонавтики

На запитання про науково-популярну літературу, тільки 12% учнів змогли назвати конкретні видання, які вони читали. Аналогічна ситуація склалася і з комп'ютерними програмами з астрономії. Незважаючи на те, що учні усіх класів люблять грати у комп'ютерні ігри, багато часу проводять біля комп'ютера, але не знайомі з астрономічними програмами. Вільного доступу до Інтернет 75% учнів не мають, а ті хто мають, цікавляться зовсім іншою інформацією.

Коли було запропоновано назвати прізвища космонавтів, Юрія Гагаріна назвали всі учні, які брали участь у анкетуванні, але у декого він став Олександровичем, пригадували і американських астронавтів, у одній анкеті космонавтом був названий, навіть, Копернік. Двоє учнів з 8-го класу замість прізвищ космонавтів назвали клички собак, які побували у космосі.

У 9-х та 10-х класах спектр знань дещо розширився. Троє дев'ятикласників і п'ятеро десятикласників пригадали Л. Каденюка, також у 10-му класі двоє учнів пригадали В. Терешкову. З невідомих причин 8 дев'ятикласників та 2 десятикласника відправили у космос С. Корольова, зарахувавши його до космонавтів.

На запитання «Чи були люди на Місяці, якщо так, то хто і коли?», 32% учнів відповіли, що на Місяць людська нога не ступала, 53% назвали американських астронавтів, а решта писали, що завгодно, навіть відправляли на Місяць самого Ю.Гагаріна.

При підготовці екскурсії до Києва, учням запропонували вибрати ті міста, де вони обов'язково хотіли б побувати. На перше місце поставили планетарій і астрономічну обсерваторію 87,5% учнів 7 класу, 61,5% - 8 класу, 40% - 9 класу і тільки 18,5% учнів 10 класу, що свідчить про зниження інтересу учнів. Більшість старшокласників вибрало естрадний концерт, магазини або кінотеатр.

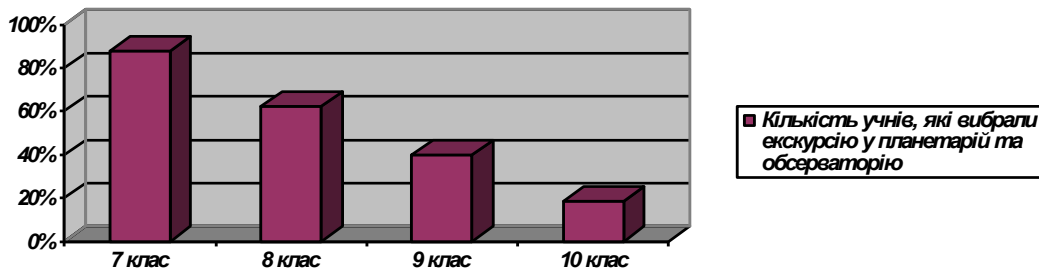


Рис. 1.4. Діаграма розподілу учнів які вибрали екскурсію у планетарій та обсерваторію

Анкетування учнів показало, що до початку вивчення астрономії у випускному класі, учні зовсім втрачають інтерес до цього предмету, хоча, як свідчать останні дослідження Е.П. Левітана [159, с. 92], А.Ю. Румянцева [232, с. 52-55] та ін., починаючи з початкової школи і до восьмого класу, цей інтерес досить високий. З дев'ятого класу інтерес учнів починає падати, і це пов'язано з тим, що раніше отримані знання з часом забуваються, а нових учні не отримують.

Поряд з цим було також проведено анкетування вчителів, мета якого з'ясувати, як часто вчителі на уроках фізики використовують астрономічний матеріал, і чи мають вони його у достатній кількості. На анкетування відповіли 18 вчителів з різними кваліфікаційними категоріями з міських та сільських шкіл.

Анкетування вчителів (Додаток А.2) показало, що всі до єдиного вчителі впевнені, що 17-ти годин для вивчення астрономії у випускному класі недостатньо, і пропонують не менш, як 34 години у вигляді окремого навчального предмету. Також вчителі одногосно стверджують, що у шкільних

підручниках фізики недостатньо астрономічного матеріалу. 7 з 18 відповіли, що самотужки підбирають відповідний астрономічний матеріал для використання на уроках фізики, та це стосується лише тих вчителів, які у дипломі мають другу спеціальність - астрономія. Решта вчителів стверджують, що не мають достатньої кількості астрономічного матеріалу, який би був підібраний у відповідності до програм з фізики і Державних стандартів базової і повної середньої освіти, тому 6 з них зовсім не вводять додаткові елементи астрономії на уроках фізики, а 5 наводять тільки ті астрономічні приклади, які запропоновані у підручниках з фізики. Крім того вчителі скаржаться на те, що не мають вільного доступу до мережі Інтернет. Також вони не дуже цікавляться комп'ютерними програмами з астрономії, бо все одно не мають можливості їх використовувати не тільки на уроках фізики, але навіть і на уроках астрономії. Із науково-популярних журналів з астрономії вчителі, як правило, називають один (мабуть той, який виписують), наприклад, «Наше небо», «Вселенная, пространство, время», «Земля и Вселенная» тощо. Про інші журнали чули, але ними не користуються, бо шкільні бібліотеки їх не виписують.

Аналіз ситуації та проведені експерименти, на які спираються С.У.Гончаренко [63], [65] Є.П. Левітан [145 – 163], А.А. Півоварова [210], А.Ю. Румянцев [232 – 242], В.Г. Сургін [260] та інші, свідчать про значний інтерес учнів підліткового віку до питань будови Сонячної системи, Всесвіту, а особливо космонавтики та космології. Крім того, розширення фізичних досліджень у галузі астрофізики та космонавтики потребує ознайомлення учнів VII-XII класів з деякими відомостями з астрономії, астрофізики і космонавтики. Інакше кажучи, курс астрономії (як і курс фізики) в школі може і повинен мати два ступені – в основній та старшій школі. Перший ступінь формування астрономічних знань зводиться до:

1. Введення елементів астрономії в курс фізики:

а) викладання астрономічного матеріалу вчителем методом розповіді, бесіди, коротких повідомлень вчителя й учнів, використання на уроках проблемних ситуацій;

б) наведення прикладів, які ілюструють дію фізичних законів у Всесвіті;

в) розв'язання задач з астрономічним змістом.

2. Астрономічних спостережень, які проводять учні під керівництвом вчителя.

3. Читання наукової та науково-популярної літератури з астрономії.

4. Роботи астрономічного гуртка.

5. Включення астрономічних питань у зміст навчальних конференцій.

Другий ступень – це вивчення астрономії у випускному класі. Для проведення такої роботи є природничо-наукові та дидактичні підстави.

На початку 90-х років минулого століття колектив кафедри методики викладання фізики Челябінського державного педагогічного інституту на чолі з професором А.В. Усовою запропонував концепцію пропедевтичного (підготовчого) викладання навчальних дисциплін природничого циклу (фізики, хімії, біології) у V – VII класах основної школи з урахуванням міжпредметних зв'язків. Далі в роботах А.Ю. Румянцева була доведена можливість пропедевтики астрономічних знань у курсі природознавства III – V класів і поетапного формування астрономічних понять у курсі фізики VII – VIII класів. Наступний етап – доведення можливості поетапного формування астрономічних понять у курсі фізики старших класів загальноосвітньої школи.

При відборі астрономічного матеріалу для пропедевтичного курсу фізики слід керуватися наступними положеннями:

1. Важливість астрономічного матеріалу для формування у свідомості учнів наукової картини світу та наукового світогляду.

2. Доступність підбраного астрономічного матеріалу розумінню учнів, з урахування їх вікових можливостей.

3. Необхідність включення астрономічного матеріалу в курс фізики з метою конкретизації фізичного матеріалу, з яким можна органічно зв'язати запропонований до вивчення астрономічний матеріал.

Розпорошеність матеріалу з астрономії в різних навчальних предметах (природознавство, фізична географія, історія, фізика, математика) ускладнює процес формування астрономічних понять, створює певні труднощі в розв'язанні питань наступності.

Оскільки у ході поетапного вивчення астрономічного матеріалу окремі етапи формування астрономічних понять відокремлені один від одного порівняно великими інтервалами часу, необхідно приділяти особливу увагу періодичній актуалізації раніше одержаних астрономічних знань. До вивчення нового астрономічного матеріалу учням рекомендується повторити вдома раніше вивчений матеріал, а потім актуалізувати його на уроках при фронтальному опитуванні, бесіді, розв'язанні якісних задач.

Існують різні думки щодо покращення астрономічної освіти учнів. Де-хто з астрономів і методистів пропонує зберегти астрономію як самостійний навчальний предмет при одночасному вдосконаленні методики викладання астрономії на III ступені навчання в середній школі (І.А. Климишин, І.П.Крячко) [115]. Інші педагоги бачать вихід із ситуації, яка склалася, у пропедевтиці астрономічних знань учнів у початковій школі (В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз) [101]. Проф. О.І. Бугайов [40 – 47] пропонує об'єднати курс фізики та астрономії на єдиній інтегровано-гуманітарній основі зі створенням якісно нового інтегрованого курсу «Фізика. Астрономія» в основній школі. Він вважає, що курс астрономії (як і курс фізики) може і повинен мати два ступені – в основній та старшій школі. Перший ступінь астрономічних знань найкраще інтегрувати з базовим курсом фізики – для цього є природничо-наукові та дидактичні підстави. Астрономічний матеріал, уведений у базовий курс, об'єднується навколо провідних ідей астрономії (планета, зоря, Галактика, Всесвіт) і пов'язується з питаннями, які традиційно розглядаються в курсі фізики. Природно постає питання про структуру та зміст навчання фізики у X –

XI (XII) класах. На сьогодні немає продовження інтегрованого курсу «Фізика. Астрономія» за авторством проф. О.І. Бугайова, тому учням треба продовжувати навчання за підручниками інших авторів, а такий перехід має свої труднощі.

В «Інструктивно-методичному листі про вивчення астрономії у 2002-2003 навчальному році» [103] сказано, що у 2002-2003 навчальному році розпочнеться апробація інтегрованого курсу «Фізика. Астрономія. 9 - 11 класи», розробленого під керівництвом Т.А. Коростеліної для класів гуманітарного профілю. Але в такому випадку учні VII – VIII класів зовсім не будуть вивчати астрономічного матеріалу.

У такому випадку пропедевтика астрономічних знань – одна з умов успішного формування у школярів вірних уявлень про будову та закони розвитку оточуючого нас матеріального світу.

Відомо, що інтерес до астрономії у дітей з'являється у дошкільному віці. Тому з основами астрономічної науки дітей бажано знайомити в тій чи іншій формі на протязі всіх років навчання у школі, а не тільки у випускному класі. Книга Е.П. Левітана «Мальшам о звёздах и планетах» [154] зрозуміло для кого написана. Цікаво, доступно використовуючи елементи гри і казкову форму викладання матеріалу, автор вводить дітей віком 6 - 8 років у захоплюючий світ космосу, знайомить із зірками, сузір'ями, Сонцем, планетами та їх супутниками. Дуже цінно те, що зміст книги стимулює розвиток допитливості і спостережливості дітей, розширює їх світогляд. Для дорослих викладені спеціальні поради про те, як читати матеріал, а на початку кожного розділу вказані його пізнавальні та виховні цілі, подані рекомендації по проведенню з дітьми простих астрономічних спостережень.

Проблемою введення елементів астрономії в шкільний курс фізики у свій час займалися І.Х. Боярченко [39], З. Горішний [69], А.Ю. Румянцев [232 – 243] та Н.В. Шабалкіна [286].

І.Х. Боярченко у посібнику для вчителів фізики, математики й астрономії «Викладання астрономії у школі» яка видана у 1967 році розглядає,

який матеріал з астрономії можна висвітлити на уроках фізики в окремих класах восьмирічної та середньої школи.

У VI -му класі (за старими програмами) він пропонує на першому уроці фізики поряд з фізичними явищами називати астрономічні, але такі, які учні можуть самостійно спостерігати. У темі «Вага» однойменне поняття визначається, як сила тяжіння, що діє між фізичними тілами та Землею. При вивченні теми «Питома вага», розглядаючи таблицю питомої ваги земних речовин, він пропонує звернути увагу учнів на найлегші та найважчі речовини. У темі «Властивості твердих тіл» І. Х. Боярченко наводить приклади, які стосуються безпосередньо відправки на Місяць контейнерів з науковими приладами.

У темі «Властивості газів» пропонується звернути увагу учнів на велику поширеність газів у природі та на те, що закон Архімеда не може виконуватися на всіх планетах, наприклад, на Марсі. Під час пояснення явища дифузії автор вважає, що буде доречно звернути увагу учнів на матеріали, які забезпечують герметичність кабіни космічних апаратів, а при розгляді теплового розширення тіл пропонується звернути увагу учнів на значення теплового розширення при польотах космічних апаратів.

При вивченні теми «Передача теплоти» пропонується використати приклади теплоізоляції космічних станцій і кораблів, всередині яких температура підтримується у певних межах. Конвекція всередині штучних супутників і контейнерів створюється системою вентиляції. Окремо пропонується підкреслити, що основною формою передачі теплоти від Сонця до планет Сонячної системи, а також від зір до інших планетних систем є випромінювання.

У VII -му класі І.Х. Боярченко пропонує на першому уроці з механіки, характеризуючи рух, нагадати учням, що він відбувається не лише на Землі.

На уроці присвяченому вивченню теми «Сонце – головне джерело енергії на Землі» пропонується повідомити учням цікаві астрономічні відомості й факти та продемонструвати діафільм «Сонце і Земля» або кінофільм «Сонце».

Говорячи про зміни стану речовини при нагріванні, автор підкреслює, що найбільш тугоплавкі речовини на Сонці й зорях перебувають у стані розжарених й іонізованих газів.

У VIII -му класі вже на першому уроці з електростатики, говорячи про електричне поле, І.Х. Боярченко пропонує розповісти учням про існування електричних зарядів і полів у іоносфері й екзосфері Землі. Такі поля, очевидно, існують і навколо інших планет, а також у міжпланетному просторі. Тема «Електромагнітні явища» включає вивчення магнетизму Землі.

Під час вивчення фізичних основ радіозв'язку, вчителю пропонується навести кілька прикладів з радіоастрономії. Говорячи про частоту коливань, автор наводить приклади передавачів, які встановлюються на АМС. Але на сьогодні ця інформація застаріла.

Серед джерел світла важливе місце займають природні джерела світла. Найпотужніші з них це Сонце та інші зірки. Вивчаючи тему «Поширення світла» про ці природні джерела можна розповісти докладніше.

При поясненні явищ розсіяння і відбивання світла, автор пропонує пояснити учням, як поводить себе промінь у атмосфері Землі і чому ми можемо спостерігати на небі об'єкти які не випромінюють світло. Також тут доцільно розповісти про явище атмосферної рефракції.

У темі «Оптичні прилади» пропонується торкнутися історії виникнення телескопа. Викладаючи тему «Розкладання світла за допомогою призми», вчитель може розповісти про те, що за спектром вчені визначають хімічний склад тіл не лише на Землі, а і у космосі.

При вивченні теми «Поняття про будову атома» автор вважає, що слід розповісти учням про те, що крім штучних ядерних реакторів, тобто створених людиною, існують природні реактори.

У вивченні механіки у IX-му класі І.Х. Боярченко основну увагу приділяє розв'язуванню задач, мова у яких іде про рух штучних супутників Землі та про рух планет навколо Сонця, а також задачі на використання закону все-

світнього тяжіння, закону збереження кількості руху. Вводяться формули для знаходження першої, другої і третьої космічних швидкостей.

У X-му класі при вивченні теми «Механічні коливання» автор пропонує розглянути поведінку математичного маятника в кабіні космічного корабля. З'ясовуючи питання про резонанс у техніці, пропонується навести приклади про значення боротьби з вібраціями у ракетобудуванні. Як відбувається гальмування у атмосфері Землі та посадка супутників автор пропонує розглянути у темі «Теплота і робота».

При вивченні капілярних явищ, поверхневого натягу, кипіння пропонується ці процеси розглянути в умовах невагомості.

На уроках з електростатики, на думку автора, можуть бути наведені приклади використання електростатичних явищ у побудові різних приладів, які встановлюються на супутниках. У темі «Електричний струм» поняття про умови існування струму можна розширити на прикладі існування струмових систем в іоносфері й у верхніх шарах земної атмосфери.

У темі «Термострум і його застосування» автор згадує про те, що термоелементи знаходять застосування і в астрономії. Їх, зокрема, використовують для вимірювання температури Місяця, Марса та інших планет.

Говорячи про іонізацію газів та атмосферного повітря, пропонується сказати про іоносферу. У темі «Постійний електричний струм» розглядається явище емісії електронів, яке широко використовується на практиці і, особливо, у електронній і радіотехніці.

У тему «Електричні властивості напівпровідників» автор пропонує включити приклади про їх технічне застосування на штучних супутниках Землі й автоматичних міжпланетних станціях.

При вивченні теми «Електромагнітні коливання та хвилі» пропонується розповісти учням про успіхи радіолокаційної астрономії, зокрема, про успішну радіолокацію Венери, Меркурія, Юпітера, Марса.

Про вивченні законів відбиття світла автор наголошує на їх широке використання в астрономії для вивчення поверхонь Місяця та планет. Пло-

ско-паралельні скляні пластини широко застосовуються при візуальній фотометрії в клинових фотометрах. У темі «Оптичні прилади» вчителю пропонується розповісти про досягнення у телескопобудуванні.

До теми «Хвильові властивості світла» автор пропонує навести приклади практичного застосування в астрономії таких явищ як інтерференція, дифракція, дисперсія та ін., але самих прикладів не наводить. При вивченні спектрального аналізу вчитель повинен пояснити учням, що він широко застосовується в астрономії та є основним методом вивчення небесних тіл.

Матеріал, який пропонує І.Х. Боярченко у методичних рекомендаціях для вчителів фізики, на сьогодні застарілий і не відповідає діючій програмі з фізики та Державним стандартам базової та повної середньої освіти. У зв'язку з цим доцільне тільки часткове їх використання на уроках фізики [39].

З. Горішний розробив методику поетапного формування астрономічних понять протягом усього періоду навчання у школі, активно залучивши у цей процес вчителів не тільки фізики, а і географії, біології, історії тощо. Автор пише: «Експериментальним дослідженням встановлено, що розроблена методика поетапного формування астрономічних понять сприяє формуванню навчальних умінь, розвитку самостійної навчальної діяльності, вдосконалення логічного мислення та відповідних розумових операцій тощо.» [69].

Дослідження, проведені А.Ю. Румянцевим, які втілилися у кандидатській дисертації «Формирование первоначальных астрономических знаний в курсе физики среднего звена общеобразовательной школы», довели можливість пропедевтики астрономічних знань у курсі природознавства III – V класів і поетапного формування астрономічних понять у курсі фізики VII – VIII (IX) класів [232 –243]. Але практично залишаються без уваги старші класи з точки зору пропедевтики астрономічних знань в курсі фізики, хоча в цьому віці учням можна пропонувати достатньо складні астрономічні приклади, які доступні їх розумінню.

Приділяючи увагу пропедевтиці астрономічних знань у курсі фізики VII - IX класів А.Ю. Румянцев пише: «Цілі навчання основам фізики і астрономії досягаються у ході учбового процесу, один з регуляторів якого – засвоєння учнями певного об'єму знань про Всесвіт. У рамках існуючої 9-річної освіти найбільш перспективно повідомлення астрономічних знань при вивченні інтегрованого курсу «Фізика та астрономія», у якому значна частина астрономічного матеріалу включена в певні блоки, що входять у відповідні розділи курсу. На заключному етапі шкільного навчання астрономічні знання узагальнюються» [234, с. 59].

Концепція А.Ю. Румянцева лежить у руслі ідей неперервної диференційованої астрономічної освіти Е.П. Левітана. Диференційований підхід реалізується у змісті і методах навчання. Розробка загальної схеми міжпредметних зв'язків курсів фізики та астрономії розроблялась, базуючись на праці Р.Я. Єрохіної та інших вчених. В основу введення астрономічної інформації у рамках курсу «Фізика та астрономія» А.Ю. Румянцевим запропонована концепція поетапного формування фундаментальних астрономічних понять Д.Г. Кікіна, яка полягає у послідовному розгляді ряду основних характеристик і властивостей об'єктів пізнання астрономії у нерозривному зв'язку з фізичним матеріалом, який вивчається. Відомості про Всесвіт і природу космічних об'єктів використовуються як феноменологічна основа для формування фундаментальних понять фізики й астрономії.

Протягом всього курсу «Фізика та астрономія» у середній загальноосвітній школі учні послідовно знайомляться з трьома моделями Всесвіту підвищуючи рівень складності.

Перша модель, що впливає з узагальнення астрономічного матеріалу, який вивчається у курсі «Знайомство із навколишнім світом» і природознавства формується у свідомості учнів, які закінчують початкову школу.

Друга «механічна» модель Всесвіту формується у свідомості учнів 9-річної школи. Сучасна будова та найважливіші властивості Всесвіту описуються на основі законів класичної механіки, теорії всесвітнього тяжіння,

елементів електродинаміки і відомостей з астрометрії, небесної механіки, астрофізики і космогонії.

Третя модель Всесвіту у загальних рисах відповідає квантово-космологічній картині світу. Поняття «Всесвіт» формується при узагальненні всього навчального матеріалу природничо-наукових дисциплін у випускному класі середньої школи (головну роль відіграють відомості з електродинаміки, квантової фізики, атомної фізики, загальної теорії відносності, астрофізики та космології). Особливе значення надається розгляду проблем, пов'язаних з виникненням й еволюцією Всесвіту.

Автором також розроблені методичні рекомендації по формуванню астрономічних знань у пропедевтичних курсах фізики 6-го класу [250], VII - VIII-го [239, 242], які є доповненням до російських підручників фізики за авторством М.Д. Даламбера і тому не відповідають програмам українських шкіл.

Н.В. Шабалкіна вважає, що вирішення проблеми пропедевтики астрономічних знань учнів полягає в позакласній роботі з астрономії. Один із заходів її програми, це проведення традиційного «Дня науки» з предметів природничого циклу. Обов'язковим у проведенні «Дня науки» вона вважає організацію астрономічної секції, у роботі якої беруть участь не тільки одинадцятикласники а й учні середніх класів.

Автор пише: «Учні представляють свої реферати з проблем астрономічних досліджень, найбільш цікавих питань вивчення космосу. При цьому зустрічаються роботи, у яких учні пропонують досить цікаві власні рішення добре відомих проблем...» [286, с. 60].

Отже у роботах кожного автора є той матеріал, який вчитель фізики може використовувати на уроках, але він або розроблений для програми 60-х років минулого століття, (як, наприклад, у І.Х. Боярченко), або є інтегрованим курсом «Фізика. Астрономія» (О.І. Бугайов), який не знайшов широкого застосування у наших школах і викладання ведеться за іншими підручниками, або розроблений, як додаток до російських підручників з фізики (Румян-

цев А.Ю.), або висвітлює один з елементів пропедевтики астрономічних знань, наприклад, позакласну роботу (Н.В. Шабалкіна).

1.3. Пропедевтика астрономічних знань у міжпредметних зв'язках з дисциплінами природничо-математичного циклу

Курс природознавства у загальноосвітній школі з точки зору викладання астрономічного матеріалу є сам по собі пропедевтичним. На нинішньому етапі розвитку української загальноосвітньої школи навчальні курси, в процесі вивчення яких в учнів формуються елементи знань із астрономії та які створюють основу для більш глибокого її вивчення в школі, представлені пропедевтичними курсами «Природознавство» (4 кл.), «Природознавство» (5 кл.), «Я і Україна (Довкілля)» (1 – 4 кл.), «Довкілля» (5 – 6 кл.).

Зміст навчального курсу «Природознавство» за авторством Р.В. Шаламова та Г.С. Бабченко укладено відповідно до змісту галузі Державного стандарту початкової загальної освіти «Людина і світ» і реалізовано у трьох програмах [289]. Характерним для програми, з точки зору астрономічних знань, є розділ «Повторюваність у довкіллі», під час вивчення якого в учнів створюється уявлення про день і ніч, про зміну пір року, елементарні поняття про Сонячну систему. Але зовсім не приділяється уваги вивченню зоряного неба. Тому назви Велика і Мала Ведмедиці, а також Великий та Малий Віз учні сприймають як різні сузір'я, не намагаючись з'ясувати їх конфігурацію не тільки на зоряному небі, але і знайти на карті. У підручнику «Природознавство» за авторством В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз та Л.М. Булава написано: «Одне з найпомітніших сузір'їв на небосхилі Північної півкулі – Велика Ведмедиця. В Україні його називають Великим Возом. Як знайти Велику Ведмедицю і Малу Ведмедицю, повинен знати кожний, бо з її допомогою можна відшукати Полярну зірку» [101, с. 9]. Але на сьогодні більшість учнів навчається за підручником «Природознавство - 5», автори: Р.В. Шаламов та Г.С. Бабченко, у якому читаємо: « У північній півкулі Зем-

лі, де живимо ми, на нічному небі видно 14 сузір'їв. Найвідоміші з них – Великий та Малий Вози, Кассіопея, Оріон.»[288, с. 108]. І ні слова про Велику та Малу Ведмедиці.

Інтерес для розвитку наукового світогляду учнів представляє програма «Природознавство» для загальноосвітніх навчальних закладів (1 – 11 класи), яка рекомендована Міністерством освіти і науки України [222]. Вона складається з таких частин:

1. Я і Україна (Довкілля). 1 – 4 класи. Підготували В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз.
2. Довкілля. 5 – 6 класи. Підготували В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз, при участі О.М. Мащенко, Л.М. Рибалко.
3. Фізика з елементами астрономії. 7 - 11 класи. Підготували В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз, О.Г. Ільченко.
4. Хімія. 7 – 11 класи. Підготували Ю.Я.Фіалков, В.С. Коваленко при участі О.І. Вовк, А.Х. Ляшенко, Л.В. Ткачук, Л.М. Зламанюк, Т.О. Кравченко.
5. Біологія. 7 – 11 класи. Підготували А.В. Степеню, Л.М. Рибалко, Т.О. Півень.
6. Географія. 7 – 8 класи. Підготували Л.М. Булава, О.М. Мащенко.
7. Еволюція природничо-наукової природи світу. 10 – 11 класи. Підготували В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз, В.С. Коваленко.

Пропонована програма має на меті розв'язання таких завдань:

- дати учням поняття про цілісність процесу розвитку знань, що охоплюють неживу та живу природу та людину як частину природи;
- обумовити засвоєння учнями ядра природничо-наукових знань (систему загальних та часткових закономірностей природи) на кожному етапі навчання як основи цілісності знань про природу; підвищити науковий рівень засвоєння знань про природу;
- формувати в учнів природничо-наукову картину світу на всіх етапах навчання, узагальнені надпредметні вміння та навички використання досяг-

нень природничих наук, що є необхідною умовою адаптації людини до оточуючого середовища та досягненні раціонального природокористування;

- створити психолого-педагогічні умови для розвитку в учнів інтелекту, здатного до прогнозування подій та ефективного функціонування в технологізованому суспільстві;
- формувати в учнів системний, структурний, модельний, імовірний підхід до пояснення дійсності;
- екологічне виховання учнів на всіх етапах навчання;
- формування у школярів цілісного ставлення до природи, до наукових знань.

Під час вивчення теми «Планета Земля» в учнів 1 – 4 класів створюється уявлення про Землю як планету Сонячної системи; її природні компоненти, явища, процеси; зображення земної поверхні на плані, карті, глобусі; про форму Землі, різноманітність природи нашої планети; обумовлюється формування переконань учнів у тому, що охорона та збереження природи Землі – основне завдання кожної людини і людства в цілому. Реалізація цієї змістовної лінії, починаючи з 1 класу, задовольняє запити дітей щодо будови світу та подій, які в ньому відбуваються, формує знання про сезонні зміни, уявлення про повторюваність (періодичність) явищ у природі. Учні набувають уміння природодослідника (у використанні приладів, проведенні спостережень, досліджень, моделюванні об'єктів і явищ).

Зміст курсу в 5-му класі є пропедевтичним до вивчення предметів природничого циклу в наступних класах. У першій темі «Пояснюємо явища природи» учням дається уявлення про «випереджаючі організатори знань», за допомогою яких знання про природу об'єднуються у систему. До таких «організаторів» відносяться зміст найбільш загальних понять природознавства і закони збереження маси речовини, енергії; поняття про напрямок самочинних процесів у навколишньому світі; про повторюваність (періодичність) процесів; про методи дослідження природи.

«Організатори знань» використовуються для пояснення, системати-

зації та узагальнення знань у кожній з наступних тем у 5-6 класах, для об'єднання знань про природу в систему – природничо-наукову картину світу. Поняття про масу, силу, роботу, енергію, про атомно-молекулярну будову речовини, про зміст загальних законів природи є скрізним, спільним для предметів природничого циклу 5 – 11 класів. Ознайомленню з цими поняттями та закріпленню їх при вивченні явищ природи присвячений перший розділ. У другому розділі в 5 класі загальні поняття природознавства застосовуються при поясненні комплексних явищ – астрономічних, фізико-географічних, біологічних.

Зміст програми для 5-го класу охоплює вивчення фізичних, астрономічних, фізико-географічних, хімічних, біологічних об'єктів і явищ. Розглядаються вони у цілісній системі знань про довкілля – природної та антропогенно зміненої частини середовища мешкання людини, інших живих організмів. Цілісність досягається через обґрунтування явищ і властивостей об'єктів на основі загальних закономірностей, зміст яких учням знайомий з початкової школи, та понять, пов'язаних з цими закономірностями.

У 5-му класі елементам астрономії присвячується другий розділ «Вивчаємо небо та природу Землі». На вивчення теми «Космос і Земля в космосі» відводиться 5 навчальних годин. Розглядаються наступні питання:

- Космос, небесні тіла. Сонячна система, її склад.
- Дослідження космосу.
- Видатні дослідники космосу.
- Сонце – зоря, джерело світла і тепла на Землі.
- Добовий рух Землі. Рух Землі навколо Сонця.
- Зміна пір року.
- Повторюваність процесів у природі.

Зміст програми для 6-го класу в основному відповідає змісту програм з біології та фізичної географії, які вивчаються у загальноосвітніх навчальних закладах.

У відповідності до цієї програми у VII – XII класах повинна вивчати-

ся фізика з елементами астрономії . Тому нарівні із загальними цілями базової фізичної освіти, відображеними у різних документах про освіту, в тому числі і в програмі з фізики для традиційної загальноосвітньої школи, потрібно окремо виділити наступне:

- створення в учнів поняття бази, необхідної для успішного вивчення інших предметів природничого циклу;
- розкриття загальності фундаментальних природничо-наукових понять, законів і теорій, методів дослідження, діалектичного зв'язку явищ природи з метою використання їх у ролі випереджаючих організаторів знань як у курсі фізики, так і в курсі інших предметів природничого циклу. Основною ідеєю, на яку спирається концепція розробленого авторами курсу, є випереджальне вивчення фізичних та астрономічних знань, починаючи з початкової школи.

До завдань курсу фізики з елементами астрономії входять наступні питання:

- глибоке та всебічне вивчення загальних законів, закономірностей, основних понять фізики та астрономії, використання їх для формування природничо-наукової картини світу як засобу розвитку цілісності свідомості учнів, їхнього теоретичного мислення і таким чином досягнення гуманізації курсу фізики;
- формування переконань у тому, що все у природі підкоряється її єдиним законам, розуміння яких обумовлює екологічне виховання;
- ознайомлення учнів з методами дослідження у фізиці та астрономії, з фізичними основами використання простих механізмів, машин, застосування фізичних знань у побуті та повсякденному житті, підготовка до свідомого вибору професії та професійної підготовки у старшій школі чи на виробництві;
- формування експериментальних умінь: користуватися приладами та інструментами, систематизувати результати вимірювань та робити висновки на базі експериментальних даних, дотримуватися правил техніки безпеки;

- розвиток пізнавального інтересу до фізики;
- формування творчих здібностей, умінь самостійно набувати і застосовувати знання, спостерігати фізичні явища, користуватися підручником, довідником, науково-популярною літературою.

У кінці програми для кожного класу подані варіанти інтегрованих днів. На сьогодні за запропонованою програмою навчаються тільки експериментальні класи. Вчитель повинен сам підбирати матеріал для кожного уроку. Крім того, не в усіх школах вчителі готові та погоджуються проводити таку кількість інтегрованих уроків, що веде за собою проблеми з розкладом. Взагалі інтегрований курс «Фізика. Астрономія» не є новим для українських шкіл. Такий підхід ще раніше був запропонований проф. О.І. Бугайовим.

Фізична географія тісно пов'язана з астрономією. Багато фізичних явищ, понять і величин пояснюються і визначаються тільки астрономічними методами. Тому вчитель географії, викладаючи програмний матеріал, може розширити його інформацією з астрономії.

Програма з географії включає деякі теми лише астрономічного змісту. Передбачені для учнів і практичні спостереження за небесними явищами. Проте, не маючи опрацьованої методики проведення таких занять, учитель натрапляє на великі труднощі. А відсутність приладів, доступних учням, особливо неповної середньої школи, призводить до того, що спостереження в школах часто зовсім не проводяться.

Уже на перших уроках географії слід організувати спостереження за зміною полуденної висоти Сонця. Ця зміна протягом року відбувається нерівномірно. Поблизу настання днів рівноденнь висота Сонця змінюється (восени зменшується, навесні збільшується) більше ніж перед днями сонцестоянь.

На уроці з теми «Орієнтування на місцевості» вчитель особливу увагу звертає на орієнтування не тільки за полярною зіркою та Сонцем, але й за Місяцем. Місячний серп після нового місяця своїм опуклим боком звернутий вправо. Людина бачить такий Місяць завжди ввечері, і тільки на заході. Коли

ж опуклий бік місячного серпа звернутий вліво, а його ріжки вправо, такий Місяць можна спостерігати вранці і тільки на сході. Отже, за Місяцем можна наближено визначити сторони світу.

При відсутності компаса можна орієнтуватися за Сонцем за допомогою наручного годинника. Для цього циферблат годинника ставлять горизонтально і повертають його таким чином, щоб годинникова стрілка була спрямована під Сонце. Лінія, подумки проведена від центра циферблату через середину дуги, замкненої між цифрою 1 і напрямом стрілки, буде приблизно вказувати напрям на південь. До полудня дуга береться по ходу стрілки, після полудня – проти ходу.

На уроці, присвяченому Сонцю, щоб підкреслити виняткове значення його для життя нашої планети, вчитель може порівняти енергоресурси власне Землі з енергією Сонця. Підраховано, що власного, земного тепла зовсім не достатньо для того, щоб забезпечити життя тваринного та рослинного світу. Усе живе на Землі існує завдяки Сонцю, бо Сонце дає Землі у тисячі разів більше тепла, ніж надходить його з надр Землі.

Водночас джерело сонячної енергії довговічне. Свою енергію Сонце черпає з ядерних реакцій перетворення водню на гелій. Запаси водню на Сонці величезні: вони становлять близько 80% його маси.

Вивчаючи будову Сонячної системи, показуючи учням глобуси Землі та Місяця, вчитель підкреслює, що Місяць має кулясту форму як і Земля. Галілео Галілей вперше у світі навів на Місяць зроблений ним телескоп і побачив тверду місячну поверхню. На Місяці немає атмосфери, води, хмар. Не буває там ні дощів, ні блискавки, ні вітру. День і ніч там триває по два тижні. Тому вдень поверхня Місяця нагрівається до $+ 130^{\circ}\text{C}$, а вночі вона охолоджується до $- 160^{\circ}\text{C}$.

На нічному небосхилі Місяць сяє холодним сріблястим світлом. Чому? Тому, що він світиться відбитим сонячним світлом, а його поверхня – сіра.

Місяць знаходиться від Землі на відстані приблизно 384000 км. Це не так вже й далеко. Відстань цю можна уявити як 30 земних діаметрів. Щоб

учні наочно уявили це, можна навести такий приклад. Якщо прийняти крок учня за діаметр Землі, то 30 кроків дадуть порівняльну відстань до Місяця.

Всі планети та їх супутники являють собою порівняно холодні тіла. Світять планети не своїм, а відбитим сонячним світлом.

У Венери, Марса, Юпітера, Сатурна, Урана і Нептуна є атмосфери, але умови на цих планетах непридатні для життя тварин і людей.

Марс менший від Землі за об'ємом у 7, а за масою у 9 разів. Сила тяжіння на його поверхні менше земної у 2,7 рази. Людина, яка на Землі важить 67 кг, на Марсі важитиме 25 кг. Марс в 1,5 рази далі від Сонця, ніж Земля, тому сонячного тепла він отримує в 2,25 рази менше.

У міжпланетному просторі носиться багато дрібних твердих частинок вагою менше грама. Деякі з них важать навіть кілька грамів. Ці частинки часто носяться великими роями і, коли потрапляють в атмосферу Землі, створюють явище «Падаючих зір», яке ми можемо спостерігати.

Більші уламки твердих тіл вагою 1 кг, а то й десятки кілограмів, у космосі зустрічаються порівняно рідко і випадають на Землю поодиноці. Такий уламок може ввійти в атмосферу Землі з великою швидкістю, від 10 до 70 км/с. Через тертя об повітря він розігрівається і набуває вигляду яскравої кулі, за якою тягнеться світлий слід. Це явище називається болідом. Небесні камені, або шматки заліза, що не встигають випаруватися під час руху в атмосфері і досягають поверхні Землі, називаються метеоритами. Метеорити представляють великий інтерес для науки, бо дають можливість вивчати стан речовини у Всесвіті в далекому минулому.

Учені встановили, що ніяких нових елементів, яких не було б на Землі, метеорити на мають. У вуглецевих метеоритах виявлено навіть кристалізовану воду. Все це свідчить про те, що матеріальний світ за межами Землі складається з одних і тих самих відомих людині елементів. Таким чином, світ єдиний за своєю хімічною природою.

Часто вчені спостерігають «косматі зірки» - комети. Комети спостерігаються досить часто, але незброєним оком ми можемо бачити тільки деякі,

найяскравіші з них. Комета має яскраву «голову», ядро та хвіст. Ядро є або монолітним, або складається з окремих брил різної природи, крижинок, а хвіст – з газу та пилу.

А що ж являють собою зорі? Ці космічні сонця - розжарені газові тіла, як і наше Сонце. Температура багатьох зір ще вища, ніж Сонця. Однак тепла випромінюваного зорями, ми не відчуваємо, тому що зорі в сотні тисяч і мільйони разів далі від нас, ніж Сонце. У багатьох зір є планетні системи. Над горизонтом неозброєним оком протягом року можна бачити близько 6000 зір. За допомогою астрономічних інструментів виявлено десятки мільярдів зір, які становлять гігантську зоряну систему – нашу Галактику. І чим потужніші засоби спостереження, тим більше виявляється зір, відкривається десятки мільйонів інших зоряних систем – галактик. Всесвіт нескінченний.

Говорячи про обертання Землі навколо своєї осі, можна використати данні про осьове обертання планет і Місяця. Усі планети обертаються навколо своєї осі, але періоди обертання у них різні. Так сонячна доба на Марсі довша за земну майже на 41 хв. Ще довша доба на Місяці: день і ніч там триває по два тижні.

Коли мова йде про річний шлях Землі та головні причини зміни пір року, треба звернути увагу учнів на напрям і сталість нахилу земної осі під час руху навколо Сонця. Вчитель може поширити цю інформацію й на інші планети з нахиленою віссю обертання. Нахил осі Землі до площини руху навколо Сонця становить $66^{\circ}33'$, а у Марса – біля 65° . Це свідчить про те, що на Марсі також відбувається зміна пір року.

У Юпітера нахил осі 87° , тобто вісь майже перпендикулярна до площини руху, тому зміни пір року на ньому майже не відбувається. На всіх широтах і в районах полюсів на Землі кут падіння полуденних променів змінюється протягом року, а на Юпітері протягом юпітеріанського року він майже сталий. Цікаво відмітити, що на різних широтах цієї планети і висота Сонця опівдні протягом року майже не змінюється.

У темі «Річний шлях Землі» учитель підкреслює особливі заслуги в на-

уці М. Коперніка, який «зупинив Сонце – зрушив Землю». Творець геліоцентричної системи світу, він своїми вченнями кинув сміливий виклик, назавжди спростувавши стару птоlemeївську систему, у якій центром Всесвіту вважали Землю. Визначаючи роль Коперніка у вченні про рух Землі навколо Сонця, учитель повинен зазначити, що у геніального вченого не було ще доказів цього руху. Вони з'явилися у XVIII – XIX ст.

Говорячи про атмосферу, її будову, висоту і склад, учитель використовує нові данні, здобуті за допомогою ракет, супутників і автоматичних міжпланетних станцій. Слід зазначити, що земна атмосфера простягається до 2000-3000 км і навіть вище, а не на 1000 км, як це було прийнято раніше, до запусків супутників.

Будову атмосфери планет визначають за характером зміни температури з висотою. Встановлено, що до висоти приблизно 11 км температура спадає лінійно. Відповідний приповерхневий шар атмосфери називають тропосферою. Над цим шаром знаходиться стратосфера, яка простягається до висот приблизно 50 км, і в якій температура залишається майже незмінною. На ще більших висотах розташована іоносфера, в якій температура різко зростає.

Основна маса повітря, тобто 90%, припадає на тропосферу, 9% його знаходиться у стратосфері і 1% - в іоносфері та вище. Данні супутників про верхні шари атмосфери свідчать про те, що на висотах 100 – 500 км існує інтенсивно іонізоване середовище – іоносфера, яка має важливе практичне значення для поширення радіохвиль на далекі відстані.

Інші планети також мають атмосфери, які за хімічним складом відрізняються від земної. На Венері обширну атмосферу відкрив ще М.В. Ломоносов у 1761 р. Вона, як виявилось, на 97% складається з вуглекислого газу. В останні роки в атмосфері Венери виявлені: іонізований азот, атомарний кисень і водяна пара. Атмосферу має і Марс, але більш розріджену, ніж у Землі. На Марсі атмосфера такої ж густини, яку має атмосфера Землі на висоті 45 км. А от атмосфери планет-гігантів складаються переважно з водню та гелію. В них є також метан, аміак та інші гази.

Вивчаючи тему «Тиск повітря», для порівняння можна привести числові данні про тиск атмосфери на інших планетах. Так, наприклад, на Марсі він становить 4 мм рт. ст., що в 200 разів менше за тиск земної атмосфери.

При вивченні теми «Вітер» учитель може використати дані, які підкреслюють значення впливу Сонця на переміщення повітряних мас. Холодні маси повітря проникають далеко на південь, на територію Європи, Африки, Індії та інших районів земної кулі назустріч теплим. Цим і пояснювалися незвичайні для цих районів снігопади, зливи, а також затяжний характер зими.

За допомогою супутників і космічних кораблів вчені відкрили навколо Землі радіаційні пояси. Справа в тому, що магнітне поле нашої планети являє собою своєрідний уловлювач заряджених частинок – електронів і протонів. Форма геомагнітного вловлювача, його розміри і просторове положення, а також розподіл протонів і електронів дають нам уяву про межі та структуру радіаційного поясу.

У VI класі вивчається географія частин світу, але й тут можуть бути використані деякі матеріали з астрономії.

Вивчаючи припливи та відпливи біля берегів Європи й Азії, неможливо не сказати про те, що вони викликаються притяганням з боку Місяця і Сонця. Припливна хвиля в океанах завжди рухається на захід, назустріч добовому обертанню Землі навколо осі, гальмуючи його. Земля сповільнює своє обертання, а доба збільшується за 1000 років на 0,016 с.

Явище припливів і відпливів – один з енергетичних ресурсів Землі. Тому вчені й інженери прагнуть використати енергію припливів для обертання турбін.

Коли мова йде про гори в Європі, можна сказати про те, що на Місяці є Апенійський хребет довжиною 700 км, а висотою 5 - 6 км, Карпати, Альпи з альпійською долиною довжиною 130 км тощо. На Марсі є найвища у Сонячній системі гора Олімп висотою приблизно 27 км.

У темі «Азія», показуючи східні моря та Берингову протоку, вчитель може розповісти учням про те, що через цю протоку проходить важлива лінія

зміни дат. Новий день завжди починається на цій умовній лінії.

Протягом усієї історії розвитку людського суспільства математика була тісно пов'язана з астрономією. В наш час астрономи використовують її для розв'язання різних завдань теоретичного та практичного характеру в галузі астрофізики, небесної механіки, астронавтики тощо. Готуючи данні для запуску, польоту та посадки штучних супутників Землі, космічних кораблів, забезпечуючи розрахунки міжпланетних трас, вчені використовують математичні розрахунки. Нажаль, програми з математики середньої школи не відображають цього зв'язку, в них навіть не вказані приклади застосування математичних знань в астрономії, немає задач з астрономічним змістом.

При вивченні десяткових дробів можна розглянути такий приклад з галузі астрономії. Якщо взяти відстань від Землі до Сонця за одиницю, то відносні відстані інших планет від Сонця виражаються дробовими числами. Відстані від Сонця до Меркурія, Венери, Землі, Марса, Юпітера, Сатурна, Урана і Нептуна відносяться як ряд $0,4 : 0,7 : 1 : 1,51 : 5,2 : 9,5 : 19,2 : 30,1$.

Звідси виходить, що Меркурій ближчий до Сонця в 2,5 рази ($1 : 0,4 = 2,5$), а Марс у 1,51 рази далі від Сонця, ніж Земля.

При введенні поняття наближених чисел та округлення чисел, вчитель може нагадати учням, що відстань від Землі до Сонця 149600000 км, але, називаючи це число, його значення часто округлюють до 150000000 км тощо.

Характерним прикладом числової осі в астрономії є шкала зоряних величин. Числа на цій шкалі означають зоряні величини, які характеризують яскравість зір.

Крок на осі, тобто одна одиниця, або одна зоряна величина означає, що зорі, які за своїм блиском на шкалі стоять поряд, розрізняються за яскравістю в 2,5 рази. Неозброєним оком людина може бачити тільки зорі до 6-ї зоряної величини, а таких зір протягом року можна нарахувати біля 6000. У телескоп видно зорі до 23-ї зоряної величини, число яких доходить до 200 мільярдів.

У темі «Раціональні числа» при побудові графіків можна використати данні про зміну схилення Сонця протягом року (кутової відстані Сонця від

екватору). Для графіка достатньо взяти чотири значення цього кута. В дні рівнодень (21 березня і 23 вересня) цей кут дорівнює нулю, а в дні сонцестоянь (22 червня і 22 грудня) $+23^{\circ},5$ і $-23^{\circ},5$. На графіку (рис 1.5) екватор зображений прямою горизонтальною лінією.

З 21 березня по 23 вересня Сонце перебуває вище екватора. Кутів відстані його від екватора в цей період беруться зі знаком плюс, а з 23 вересня по 21 березня – із знаком мінус. Таким чином графік являє собою криву – синусоїду, період якої дорівнює одному року.

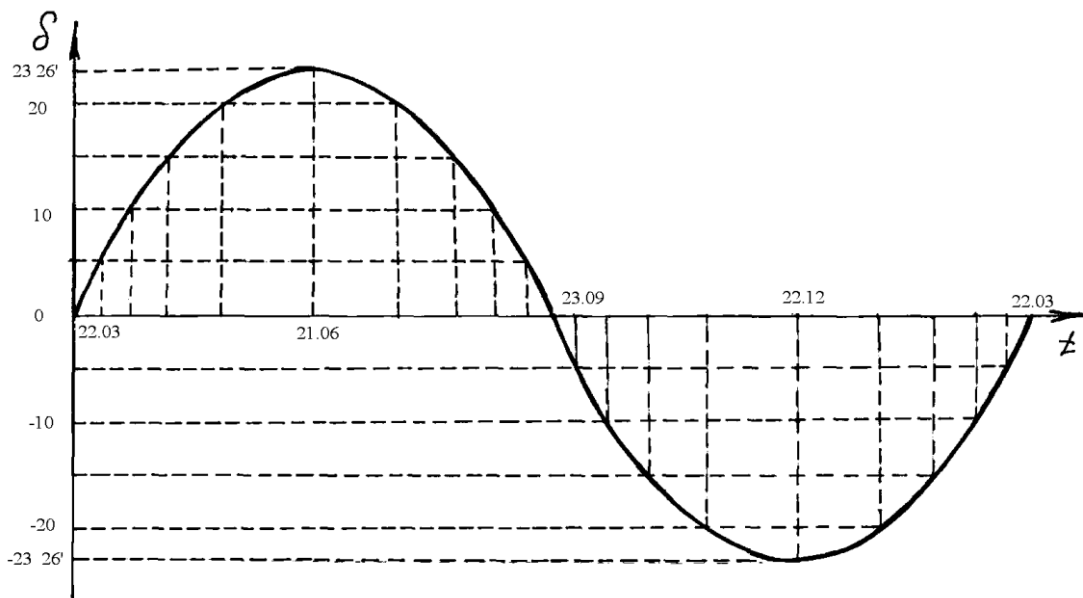


Рис. 1.5. Зміна схилення Сонця протягом року

Пояснюючи будову транспортера, можна навести приклад найпростіших вимірювань кутів в астрономії. Наприклад, вимірювання кутової відстані Полярної зірки від горизонту. Ця відстань, як відомо, є географічною широтою місця спостереження з точністю до одного градуса. Безпосереднє вимірювання висоти Полярної зорі, а отже, і визначення широти місця спостереження за допомогою так званої астролябії (Додаток Б), є цікавим заняттям з теми градусних вимірювань кутів, яке показує учням одне з важливих застосувань геометричних знань на практиці.

При окомірній оцінці величини кутів корисно сказати учням, що кут між розставленими великим і вказівним пальцями витягнутої руки людини становить приблизно 15° , а кулак витягнутої руки видно під кутом 8° . Таким

чином, рука може замінити транспортер за допомогою якого наближено вимірюють відстані між зірками.

При розв'язуванні рівнянь можна використати задачі про польоти АМС до Місяця, Венери та інших планет. Їх можна розв'язувати як арифметично у молодших класах, так і за допомогою рівнянь з одним невідомим.

Задача 1

Міжпланетна станція, яка була запущена у бік Місяця 2 січня 1959 р, стала штучною планетою Сонця. Один оберт навколо нього вона робить за 15 місяців. Через скільки місяців Земля буде підходити до неї на найближчу відстань?»

Розв'язання задачі зводиться до знаходження періоду обертання АМС навколо Сонця, визначеного з рухомої Землі. Уникаючи спеціальної термінології, яка може відвернути увагу учнів від суті задачі, вчитель веде міркування приблизно таким чином.

Позначимо шуканий час через S , а час одного оберту Землі та АМС навколо Сонця відповідно через T і E . Визначимо, скільки градусів за місяць пройдуть Земля і АМС. Записуємо у такому вигляді: $\frac{360^\circ}{T}$ і $\frac{360^\circ}{E}$. Якщо від

першого дроби відняти другий, ми знайдемо, на скільки градусів Земля обганяє АМС за місяць. А оскільки Земля, щоб наздогнати АМС, повинна пройти

360° , то вона наздожене АМС через $\frac{360^\circ}{\frac{360^\circ}{T} - \frac{360^\circ}{E}}$ місяців, тобто після винесення за дужки 360° і скорочення дістанемо:

$$\frac{1}{\frac{1}{T} - \frac{1}{E}} = S \quad \text{або} \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{E}.$$

Підставляємо відомі значення і отримуємо результат:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{12} - \frac{1}{15} = \frac{5-4}{60} = \frac{1}{60} \quad \text{або} \quad S = 60 \text{ місяців.}$$

При обчисленні довжини кола та довжини дуги можна використати та-

кі задачі:

Задача 2

Визначити довжину дуги екватора Землі в 1° . (111 км)

Задача 3

Вважаючи, що орбіта Землі - коло радіусом $150 \cdot 10^6$ км і що період її обертання навколо Сонця становить 365 діб, визначити, скільки кілометрів проходить наша планета по орбіті за добу. ($\approx 2,6$ млн. км.)

Пояснюючи випадки подібності трикутників і багатокутників, учитель може запропонувати учням наступну задачу.

Задача 4

Визначити довжину тіні, яка відкидається у космічному просторі Землею, якщо відстань Землі від Сонця приблизно $150 \cdot 10^6$ км, а радіус Сонця в 109 раз більше за радіус Землі.

З подібності трикутників ABO та CDO запишемо $\frac{l}{a+l} = \frac{r}{R}$, звідки

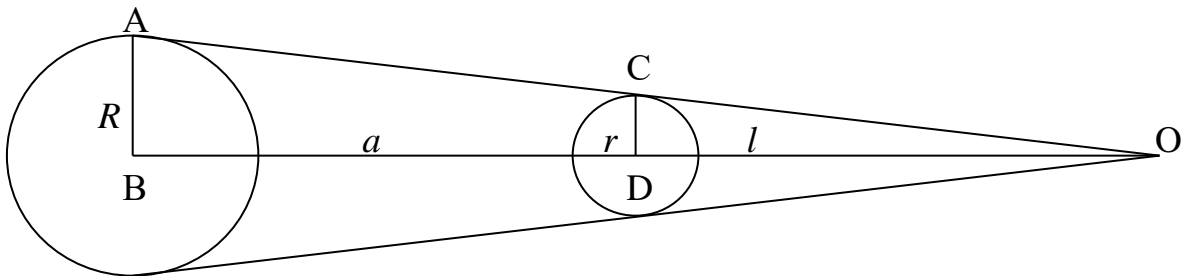


Рис 1.6 Визначення довжини тіні, яка відкидається Землею у космічному просторі

$$l = \frac{ar}{R-r} = \frac{ar}{109r-r} = \frac{150 \cdot 10^6}{108} = 1,39 \cdot 10^6 \text{ км}$$

При знайомстві з тригонометричними функціями доцільно використати на уроці такі задачі:

Задача 5

Дві лінії, проведені від центра Місяця до земної поверхні в точки дотику А і В. Ці точки знаходяться по обидва боки земного екватора на однако-

вих географічних широтах - $89^{\circ}3'$. Обчислити відстань від центра Землі до центра Місяця.

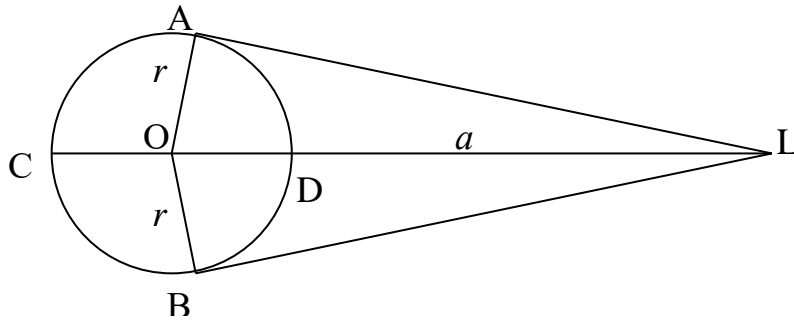


Рис 1.7. Обчислення відстані від центра Землі до центра Місяця

За властивістю дотичних, проведених до кола з однієї точки, маємо (рис 1.7):

OL – бісектриса кута, що збігається з екватором Землі. Вона ж – шукана відстань: $\angle AOL = \angle BOL = 89^{\circ}3'$. З прямокутного трикутника AOL за відомим катетом r і відомим прилеглим кутом $\angle AOL$ знаходимо гіпотенузу

$$a = \frac{r}{\cos 89^{\circ}3'} = 6400 : 0,0166 \approx 385542 \text{ км.}$$

Задача 6

Якщо наведемо горизонтальну нитку труби теодоліта спочатку на лівий край диска Місяця, а потім на правий, то виявиться, що Місяць на відстані 384000 км ми бачимо з Землі під кутом $31'$. Визначити радіус Місяця в кілометрах (рис аналогічний попередній задачі).

$$r = a \sin 16' = 384000 \text{ км} \cdot 0,0046 = 1766 \text{ км.}$$

При вивченні площі круга доцільно запропонувати учням таку задачу.

Задача 7

У скільки разів площа місячного кратера Архімед більша за площу кратера Автолік, якщо радіуси кратерів відповідно дорівнюють 40 км і 28 км? (≈ 2 рази).

При розв'язуванні трикутників можна показати, як використовуються тригонометричні знання при побудові далекомірних ниток у польових біноклях, теодолітах, прицілах. У біноклі, наприклад, у правій трубці вміщена сітка

поділок, які називаються тисячними. Кут під яким видно предмет, що покривається однією поділкою, становить 3,6 кутової хвилини. Відношення висоти предмета до відстані його від спостерігача є тангенс кута $3',6 \cdot \operatorname{tg} 3',6 = 0,001$.

Отже, відстань від спостерігача до предмета дорівнюватиме висоті предмета l , поділеній на $\operatorname{tg} 3',6$, тобто $D = \frac{l}{0,001} = 1000 l$. Якщо зображення предмета

покривається п'ятьма тисячними поділками, то $D = \frac{l \cdot 1000}{5} = 200 l$.

У теодолітах предмет, який розглядається під кутом $36'$, дасть зображення, що укладається між верхньою і нижньою горизонтальними нитками. Тангенс $36'$ дорівнює $0,01$, отже, на підставі того ж, що було сказано для бінокля, висота предмета, помножена на 100 , дасть відстань до предмета. Цей матеріал закріплюється на задачах. Наприклад:

Задача 8

Зображення Місяця покриває в польовому біноклі 9 поділок. Діаметр Місяця становить $0,27$ діаметра Землі. Визначити відстань до Місяця. (≈ 30 земних діаметрів).

Задача 9

Визначити відстань Венери від Сонця в такий момент, коли Венера, Земля і Сонце утворюють прямокутний трикутник, а Венера знаходиться у вершині прямого кута. Відстань від Землі до Сонця дорівнює $150 \cdot 10^6$ км, а кут між напрямками з Землі на Венеру і Сонце становить 48° . ($109,50 \cdot 10^6$ км).

При розв'язуванні косокутних трикутників можна рекомендувати задачі на визначення відстаней від Землі до тіл Сонячної системи, на визначення їх розмірів тощо. Наприклад:

Задача 10

Відстань D між центрами Місяця і Землі 60 земних радіусів (рис 1.8). З поверхні Землі діаметр Місяця видно під кутом $32'$ (α). Горизонтальний паралакс Місяця (ρ) $57'$ (Додаток Б). Визначити радіус Місяця через радіус Землі.

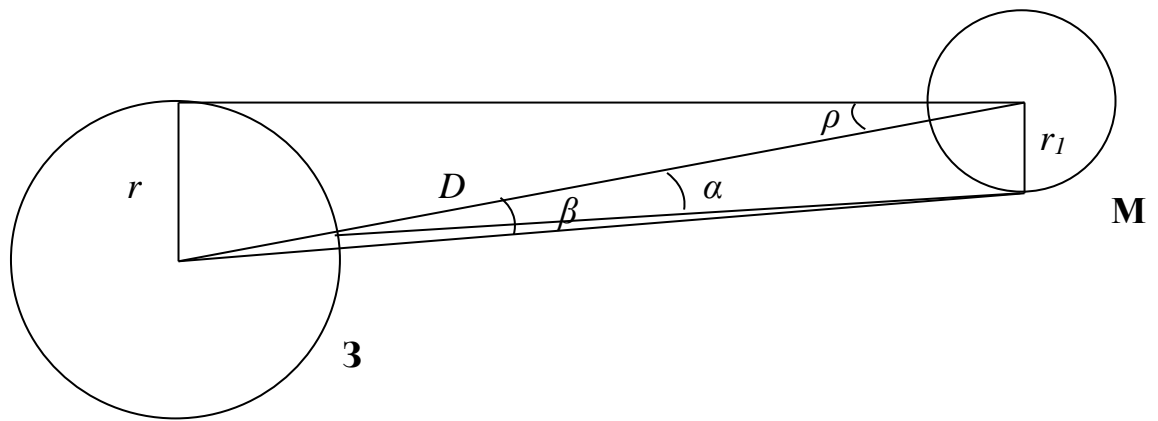


Рис. 1.8. Визначення радіуса Місяця через радіус Землі

$$D = \frac{r}{\sin \rho}; \quad D = \frac{r_1}{\sin \beta}; \quad \frac{r}{\sin \rho} = \frac{r_1}{\sin \beta}; \quad r_1 = \frac{\beta}{\rho} r; \quad r_1 = 60r \sin \beta;$$

$$r_1 = 59r \sin \alpha; \quad 60 \sin \beta = 59 \sin \alpha; \quad \frac{\beta}{\alpha} = \frac{59}{60}; \quad \beta = \frac{59}{60} \cdot \alpha;$$

$$r_1 = \frac{59 \alpha r}{60 \rho} = \frac{59 \cdot 16' \cdot r}{60 \cdot 57'} \approx 0,27r$$

Задача 11

Вершина місячної гори у вигляді блискучої точки спостерігається у тіньовій частині місячного диска на відстані l від термінатора (Додаток Б). З Землі теодолітом виміряли кутову відстань цієї вершини від термінатора. Вона дорівнює $1'$. Знаючи, що радіус Місяця 1740 км, а відстань від поверхні Землі до Місяця 380000 км, визначити висоту гори в км.

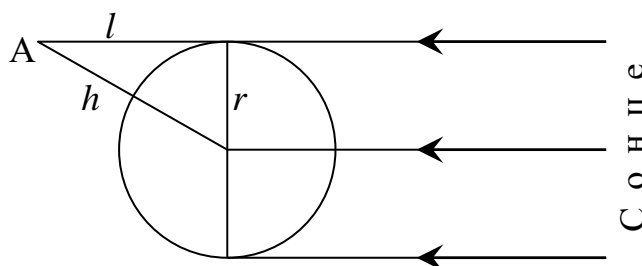


Рис 1.9. Визначення висоти гори на Місяці

З рисунка 1.9 видно $l^2 + r^2 = (r + h)^2$; $l^2 = 2rh + h^2 = 2rh \left(1 + \frac{h}{2r}\right) \approx 2rh$;

У зв'язку з тим, що h набагато менше за $2r$, $\frac{h}{2r} \approx 0$ тому у ду-

жках маємо 1.

$$h = \frac{l^2}{2r}; \quad \frac{l}{380000} = \sin 60''; \quad \sin 60'' = \frac{60}{206265}, \quad \text{бо} \quad \sin 1'' = \frac{1}{206265};$$

$$l = \frac{380000 \cdot 60}{206265} = 139,62 \text{ км}; \quad h = \frac{139,62^2}{2 \cdot 1740} = \frac{19493,7}{3480} \approx 5600 \text{ м}.$$

Вивчаючи теорему про площину, яка проходить через центр кулі, доречно підкреслити, що орбіти супутників лежать саме в цій площині. Рух супутників Землі можливий тільки в площинах, які проходять через центр тяжіння Землі. Орбіти планет Сонячної системи також лежать у площині великих кругів, що проходять через центр Сонця

Планети Сонячної системи за своєю формою близькі до кулястих тіл. Тому при вивченні теми «Куля» можна використати данні про планети і зорі для обчислення площ їх поверхонь та об'ємів. Наприклад:

Задача 12

У скільки разів площа поверхня Марса менша від площі поверхні Землі, якщо його радіус дорівнює 0,54 радіуса Землі? (у 3,4 рази).

Задача 13.

Серед зір є червоні гіганти під назвою VV Цефея, діаметр якої в 2300 разів більший за діаметр Сонця. Знаючи, що останній у 109 разів перевищує земний, порівняйте розміри цього гіганта з масштабами Сонячної системи. (Радіус VV Цефея становить 10,7 а.о. Це означає, що в його середині можна розмістити Сонце разом з орбітами планет, включно до Сатурна.)

При вивченні функцій та їх графіків (особливо в фізико-математичних класах) про такі криві, як коло, еліпс, парабола, гіпербола, слід сказати таке. Ці криві характеризують орбіти супутників. Форми орбіт залежать тільки від початкової швидкості супутника при виведенні його на орбіту. Величина першої, другої і третьої космічних швидкостей для кожної планети різна. Наприклад, друга космічна швидкість на поверхні Землі 11,2 км/с, на Місяці - 2,4 км/с, на Марсі - 5 км/с, на Венері - 10,2 км/с .

Вивчаючи прогресії, можна використати приклади, у яких мова йде про

шкалу зоряних величин. Число 2,512, яке показує, у скільки разів відрізняється яскравість двох зір, що стоять поряд на шкалі зоряних величин, може бути знаменником геометричної прогресії типу $\frac{I_1}{I_2} = 2,512$ або $\frac{I_n}{I_m} = 2,512^{m-n}$.

Дійсно, яскравість зорі 1-ї зоряної величини більша, ніж яскравість зорі 2-ї зоряної величини, у стільки ж раз, у скільки яскравість останньої більша, ніж яскравість зорі 3-ї зоряної величини, а яскравість цієї у свою чергу більша ніж зорі 4-ї зоряної величини і т. д.

Висновки до розділу 1

1. Результати констатувального експерименту показали, що астрономічні знання учнів 7-11 класів загальноосвітніх шкіл суттєво відстає від потоку інформації з астрономії, а особливо з астрофізики. І це у першу чергу пов'язано з тим, що учні 7-8 класів мають високий інтерес до вивчення астрономії, а до 11 класу, якщо цей інтерес не підтримувати він губиться, про що свідчать результати анкетування. 81% учнів із загальної кількості (в усіх класах рівномірно) не заперечують, що астрономія цікава наука, але на запитання «Чи цікавитеся Ви останніми досягненнями астрономії та космонавтики?» Відповіли «так» у 7-му класі – 69%, у 8-му – 64%, у 9-му – 57% та у 10-му класі – 44%, але майже ніхто не зміг пригадати новини астрономії або космонавтики, про які останніми почув або прочитав.

2. Україна - космічна держава зі своїм власним потужним промисловим і кадровим потенціалом. У нас розроблена національна космічна програма, що вже зараз успішно реалізується. Українські астрономи були піонерами у вивченні фізичних умов на Місяці та планетах Сонячної системи. В Україні створено кілька наукових шкіл із проблем геофізики, біофізики, фізики планет, будови Галактики, астрономічного приладобудування та ін. Не зважаючи на це астрономічній грамотності учнів загальноосвітньої школи приділяється недостатньо уваги. Елементи астрономії учні вивчають у курсі приро-

дознавства, а потім до вивчення астрономії звертаються тільки у випускному класі (17 годин у загальноосвітніх класах та 34 у фізико-математичних). Тому відповідна інформація (досягнення в астрономії та космонавтиці) повинна стати надбанням учнівської аудиторії, а донести цю інформацію до учня повинен учитель і, насамперед, учитель фізики.

3. Тлумачення поняття «пропедевтика» та визначення поняття «знання» як філософської категорії дало змогу з'ясувати зміст поняття «пропедевтика астрономічних знань». Останнє трактується нами як поетапне систематичне введення елементів астрономії у шкільний курс фізики для формування в учнів елементарних астрономічних знань, які створюють основу для більш глибокого їх вивчення у випускному класі та формування наукового світогляду учнів протягом всього періоду навчання у школі. Виходячи з даного визначення, зазначимо, що ми розглядаємо пропедевтику астрономічних знань, як цілісний процес формування пропедевтичних знань.

4. Проблемою введення елементів астрономії в шкільний курс фізики у свій час займалися І.Х. Боярченко, З. Горішний, А.Ю. Румянцев та Н.В. Шабалкіна. Вчитель фізики може користуватися роботами цих авторів, але у але вони або написані для програми 60-х років минулого століття, (як, наприклад, у І.Х. Боярченка), або є інтегрованим курсом «Фізика. Астрономія» (О.І. Бугайов), який не знайшов широкого застосування у наших школах і викладання ведеться за іншими підручниками, або розроблений, як додаток до російських підручників з фізики (Румянцев А.Ю.), або висвітлює один з елементів пропедевтики астрономічних знань, наприклад, позакласну роботу (Шаламова Н.В.).

5. Курс природознавства у загальноосвітній школі з точки зору викладання астрономічного матеріалу є сам по собі пропедевтичним. На нинішньому етапі розвитку української загальноосвітньої школи навчальні курси, в процесі вивчення яких в учнів формуються елементи знань з астрономії, представлені пропедевтичними курсами «Природознавство» (4 кл.), «Природознавство» (5 кл.), «Я і Україна (Довкілля)» (1 – 4 кл.), «Довкілля»

(5 – 6 кл.).

6. Фізична географія тісно пов'язана з астрономією. Багато фізичних явищ, понять і величин пояснюються і визначаються тільки астрономічними методами. Тому вчитель географії, викладаючи програмний матеріал, може розширити його інформацією з астрономії. Програма з географії включає деякі теми лише астрономічного змісту. Передбачені для учнів і практичні спостереження за небесними явищами. Проте, не маючи опрацьованої методики проведення таких занять, учитель натрапляє на великі труднощі. А відсутність приладів, доступних учням, особливо неповної середньої школи, призводить до того, що спостереження в школах часто зовсім не проводяться.

7. Протягом усієї історії розвитку людського суспільства математика була тісно пов'язана з астрономією. В наш час астрономи використовують її для розв'язання різних завдань теоретичного і практичного характеру в галузі астрофізики, небесної механіки, астронавтики тощо. Готуючи данні для запуску, польоту і посадки штучних супутників Землі, космічних кораблів, забезпечуючи розрахунки міжпланетних трас, вчені використовують математичні розрахунки. На жаль, програми з математики середньої школи не відображають цього зв'язку, в них навіть не вказані приклади застосування математичних знань в астрономії, немає задач з астрономічним змістом.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ПРОПЕДЕВТИКИ АСТРОНОМІЧНИХ ЗНАНЬ ПРИ НАВЧАННІ ФІЗИКИ УЧНІВ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

2.1. Формування елементів астрономічних знань у навчанні фізиці учнів загальноосвітньої школі

Вивчаючи астрономію у випускному класі, учні зустрічаються практично з усіма фізичними поняттями, які використовуються при вивченні руху у гравітаційному та магнітному полях, описі фізичного стану речовини на основі молекулярно-кінетичної теорії, процесів випромінювання та його взаємодії з речовиною, засіб передачі теплоти, розпаду та синтезу атомних ядер. Завдання вчителя полягає в тому, щоб якомога ширше використовувати ці знання для розкриття фізичної суті явищ, які вивчаються в астрономії.

Зв'язок астрономії з фізикою дуже важливий: без зв'язку з фізикою, без опори на знання, які учні одержують в курсі фізики, неможливо розраховувати на глибокі та міцні знання з астрономії.

Цей зв'язок відображається у шкільному викладанні перш за все в тому, що нерідко одні й ті ж питання розглядаються в курсах обох шкільних предметів («Пояснення сонячних та місячних затемнень», «Всесвітнє тяжіння», «Штучні супутники Землі та космічні ракети», «Телескопи», «Спектральний аналіз» тощо). Найбільш важкі для учнів питання та теми курсу фізики (вага та маса, обертовий рух, всесвітнє тяжіння, геометрична і фізична оптика, будова атомів і ядер) значно ефективніше засвоюються учнями, якщо при викладанні відповідного матеріалу вчитель вміло використовує астрономічні відомості. У свою чергу це дає можливість підготувати учнів до цілісного сприймання астрономічного матеріалу. Вивчення фізичної природи небесних

тіл у курсі астрономії є логічно необхідним завершенням формування фізичних понять у середній школі.

Ми пропонуємо введення астрономічних понять на уроках фізики здійснювати за наступними напрямками:

1. Познайомити учнів з елементами астрономічних знань при вивченні природознавства та географії.
2. Протягом усього курсу фізики вчитель повинен, де це можливо, ілюструвати матеріал, який вивчається, прикладами з астрономії.
3. Вивчення низки питань курсу фізики пов'язати з астрономічними спостереженнями.
4. При вивченні курсу астрономії використовувати одержані учнями знання з фізики.

Такий підхід не вимагає перегляду навчальних програм, він побудований на впровадженні методичних рекомендацій для вчителів, які викладають природничі дисципліни, особливо фізику. Це допоможе звернути увагу на астрономічний матеріал і побудувати одну змістовну лінію з астрономії, яка візьме свій початок у початковій школі, суцільно пройде через весь природничий цикл і завершиться узагальнюючим курсом астрономії у випускному класі (XI або XII). Такий підхід відрізняється від інтегрованих курсів і повністю узгоджується з навчальними програмами та підручникам, які запропоновані Міністерством освіти як основні для вивчення фізики у загальноосвітній школі. Астрономічні спостереження рекомендується проводити за рахунок екскурсій та практики у літній період.

При відборі астрономічного матеріалу для пропедевтичного курсу фізики, на думку А. Румянцева, необхідно керуватися наступними положеннями:

1. Важливість астрономічного матеріалу для формування в учнів наукової картини світу та наукового світогляду.
2. Доступність астрономічного матеріалу розумінню учнів із урахуванням їх вікових можливостей.

3. Необхідність включення астрономічного матеріалу, який не тільки органічно пов'язаний з темою уроку з фізики, а також сприяє кращому розумінню фізичних законів.

Проаналізуємо зміст проекту «Державних стандартів базової та повної середньої освіти» з точки зору тих знань, які учні повинні одержати з фізики і яким астрономічним матеріалом їх доцільно доповнити.

Таблиця 2.1.

Зв'язок між змістом фізичної та астрономічної освіти

<i>Зміст освіти (фізика)</i>	<i>Астрономічна тематика, яку пропонується використовувати на уроках фізики</i>
<i>Основна школа</i>	
Рух по колу	Рух планет навколо Сонця, рух супутників навколо планет (розв'язування задач)
Земне тяжіння	Рух Місяця та штучних супутників Землі, рух планет навколо Сонця та супутників навколо планет (розв'язування задач), визначення мас (розв'язування задач)
Тиск	Атмосферний тиск на різних висотах. Наявність та властивості атмосфер на інших планетах. Вплив атмосферного тиску на погоду
Прямолінійне поширення світла	Пояснення явищ сонячних та місячних затемнень
Відбивання світла	Явище відбивання сонячних променів від поверхні планет і супутників. Спостереження Місяця, планет та їх супутників
Заломлення світла	Заломлення світла при проходженні крізь атмосферу Землі. Труднощі спостереження небесних об'єктів крізь земну атмосферу.
Теплообмін. Тепловий баланс	Атмосфери планет. Парниковий ефект. Внутрішня будова зір.
Експериментальні та теоретичні методи наукового пізнання	Експериментальні та теоретичні методи наукового пізнання в астрономії. Досягнення у вивченні космосу
Спостереження	Спостереження зоряного неба, Місяця, планет, їх супутників, сонячних і місячних затемнень та проявів сонячної активності
Дослідження	Дослідження космосу за допомогою наземних оптичних та радіотелескопів, космічного телескопу Хаббла та космічних апаратів.

<i>Зміст освіти (фізика)</i>	<i>Астрономічна тематика, яку пропонується використовувати на уроках фізики</i>
<i>Старша школа</i>	
Молекулярно-кінетична теорія будови речовини.	Внутрішня будова зір та стан гравітаційної рівноваги
Агрегатні стани речовини	Внутрішня будова планет, комети, хвосты комет
Насичена і ненасичена пара	Визначення відносної вологості повітря (лабораторна робота)
Електромагнітне поле	Поняття про магнітні поля Землі і Сонця. Вплив сонячної активності на навколосемний простір і біосферу
Швидкість поширення світла	Швидкість поширення світла у Всесвіті. Відстані до космічних об'єктів
Хвильові властивості світла	Червоне зміщення. Ефект Доплера-Фізо
Ядерна модель атома	Планетарні туманності
Взаємодія світла і речовини.	Поняття альbedo
Спектри випромінювання і поглинання. Спектральний аналіз	Спектральний аналіз світла від небесних об'єктів. Склад сонячного світла. Вивчення спектральної структури галактик.
Радіоактивність. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерної реакції	Ядерні реакції у надрах Сонця та зірок.
Сучасні уявлення про простір і час.	Елементи теорії відносності
Вільне падіння тіл	Прискорення вільного падіння (розв'язування задач), невагомість, перевантаження
Гравітаційна взаємодія	Розрахунок параметрів руху космічних апаратів (форма траєкторії польоту), чорні діри
Електромагнітні коливання і хвилі	Квазари. Темна матерія.
Рух заряджених частинок у магнітному полі	Поняття про радіаційні пояси Землі. Космічне випромінювання.
Загальна структура наукового пізнання. Гіпотеза. Теоретична модель	Гіпотези та теоретичні моделі утворення та розвитку Всесвіту, внутрішньої будови та еволюції зір
Спостереження і дослід. Прямі і непрямі вимірювання	Спостереження сонячного диску. Підрахунок плям на Сонці. Вимірювання відстаней до небесних об'єктів, визначення хімічного складу та мас небесних тіл
Обробка та інтерпретація результатів дослідження.	Обробка та інтерпретація результатів астрономічних досліджень

<i>Зміст освіти (фізика)</i>	<i>Астрономічна тематика, яку пропонується використовувати на уроках фізики</i>
Становлення сучасної фізичної картини світу.	Становлення сучасної картини світу (філософські аспекти). Космогонія, космологія, антропний принцип. Відкриття екзопланет.
Фізичні основи екології	Екологія та астрономія. Космічне сміття.
Фізика і науково-технічний прогрес	Розвиток космічної техніки. Новини науки

При поясненні учням фізичних явищ вчителям пропонується (відповідно до таблиці 2.1) вводити на уроках фізики задачі з астрономічним змістом, наводити приклади астрономічного змісту, використовувати інформацію про наукові відкриття в астрономії та космонавтиці. Такий підхід дає позитивні результати, збільшуючи інтерес учнів до матеріалу, який вивчається.

Використання пропедевтики астрономічних знань на уроках фізики має загальні дидактичні цілі: освітні, виховні та розвивальні. Між ними немає чітких меж ні за змістом, ні за методами та засобами їх досягнення – вони повинні досягатися у єдиному навчально-виховному процесі. Загалом їх можна визначити так.

Освітні цілі:

- формування та розвиток в учнів наукових знань та вмінь, необхідних і доступних для розуміння явищ і процесів, що відбуваються у природі, техніці, побуті, та для продовження освіти; знання основ астрономічних теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів), що складають ядро астрономічної освіти, та вміння застосовувати ці знання для розвитку знань у стандартних і нестандартних ситуаціях;
- оволодіння мовою астрономії та уміння користуватися нею для аналізу інформації, яку учень отримує при вивченні астрономії у випускному класі та у подальшому житті;
- формування в учнів уміння систематизувати результати спостережень природних явищ, робити узагальнення й оцінювання їх вірогідності та межі застосування, планувати та проводити спостереження;

- набуття практичних вмінь використовувати прилади для спостереження та засоби інформаційних технологій;

- формування у свідомості учнів природничо-наукової картини світу.

Виховні цілі:

- формування наукового світогляду й діалектичного мислення;

- озброєння учнів раціональним методологічним підходом до пізнавальної й практичної діяльності;

- виховання екологічного мислення та поведінки, національної свідомості та патріотизму, інтернаціоналізму, працелюбності та наполегливості.

Розвивальні цілі:

- розвиток логічного мислення, уміння користуватися методами індукції та дедукції, аналізу та синтезу, робити висновки й узагальнення;

- розвиток уміння розв'язувати змістові задачі, експериментувати, технічно мислити та в сукупності – розвивати творчі здібності.

Методи введення елементів астрономії на уроках фізики можуть бути такі:

1. Вчитель на уроці фізики повинен наводити астрономічні приклади. Щоб не було перевантаження навчального матеріалу, необхідно провести часткову заміну прикладів, які знаходяться у шкільних підручниках. По-перше, замінити абстрактні приклади типу «супутник рухається навколо планети...», конкретним, у якому мова ведеться про конкретну планету та конкретний супутник. За допомогою таких прикладів учні мимоволі отримують інформацію з астрономії, зважаючи до астрономічних назв, відстаней, швидкостей тощо. По-друге, деякі фізичні приклади, де є така можливість замінити астрономічними, але таким чином, що б вони обов'язково ілюстрували матеріал, який вивчається на даному уроці.

2. Астрономічні приклади вчитель повинен ілюструвати слайдами. З цією метою нами розроблений диск, на якому пропонується ілюстративний матеріал до кожної теми у відповідності з програмою «Фізика 7-11. Астрономія 11».

3. Вчитель повинен пропонувати учням задачі з астрономічним змістом. Кожна задача повинна мати в умові конкретні факти або стосуватися конкретних астрономічних об'єктів та явищ.

4. При поясненні учням астрономічних процесів, які вивчаються у курсі фізики (сонячні та місячні затемнення, фази місяця тощо) необхідно використовувати рухомі моделі (параграф 2.2). За допомогою таких моделей учні можуть спостерігати астрономічні явища у динаміці, що спрощує розуміння цих процесів.

5. Для розвитку логічного мислення учнів вчитель повинен пропонувати учням проблемні ситуації астрономічного змісту, які обов'язково повинні бути пов'язані з темою уроку фізики на якому ця проблемне ситуація розглядається.

6. У зв'язку з тим, що астрономія наука, яка дуже швидко розвивається, неможна відгородити учнів від новин у розвитку астрономії та космонавтики. Цю інформацію вчитель може отримати як з науково-популярних журналі про які вже йшла мова раніше, так і з Інтернету, де на сайті www.astronet.ru (сторінка дня) друкується новий фотознімок з коротким поясненням. Для того, щоб учні могли розглянути і прочитати запропоновану інформацію, вчитель повинен у фізичному (астрономічному) куточку її висвітлювати щодня. Таким чином учні будуть звикати до такої інформації та накопичувати її для подальшого вивчення астрономії.

Пропонуємо астрономічний матеріал який вчителю доцільно використовувати на уроках фізики 7-11 класів. Матеріал підібраний у відповідності до існуючих програм з фізики та розглядається як додатки до розділів фізики. У відповідності з програмами для профільного навчання фізиці у 10-11 класах учні навчаються за одним з профілів, які вказані у додатку В і в залежності від цього мають різну кількість навчальних годин на вивчення фізики. У зв'язку з цим у класах фізико-математичного, технологічного та універсального профілів доцільно впроваджувати у навчальний процес пропедевтику астрономічних знань учнів на уроках фізики. Що стосується інших профілів

навчання, частину фізичних прикладів доцільно теж замінити астрономічними, це дасть змогу зацікавити учнів не тільки астрономією, а й фізикою та полегшить подальше вивчення астрономії.

2.1.1. Астрономічна тематика для використання на уроках фізики

VII клас

Вступ

Вже на першому уроці вчителю пропонується як приклад фізичних явищ називати також астрономічні явища: сонячне та місячне затемнення, поява комет, зміна видимої форми диска Місяця та ін., тобто такі явища, які учні самі неодноразово спостерігали.

Не вдаючись до подробиць, вчитель повинен звернути увагу учнів на те, що згадані природні явища в достатній мірі досліджені вченими саме завдяки астрономічним спостереженням. Таким чином, він наближає учнів до розуміння необхідності спостережень для вивчення фізичних явищ.

При розгляді одиниць вимірювання необхідно пояснити учням, що одиницями вимірювання, якими користуються на Землі, не зручно користуватися у космосі. Одна з основних одиниць вимірювання відстаней у Сонячній системі – це астрономічна одиниця (а.о.), яка дорівнює середній відстані від Землі до Сонця (приблизно 150 млн. км). Так, наприклад, Меркурій віддалений від Сонця на 0,39 а.о., Венера - на 0,72а.о., Марс – на 1,52 а.о., Юпітер – 5,20 а.о., Сатурн – 9,54 а.о., Уран – 19,18 а.о., Нептун – 30,06 а.о., Плутон (який вже не вважається планетою Сонячної системи, а є планетою-карликом) знаходиться на відстані від Сонця у 39,52 астрономічні одиниці. Одержавши таку інформацію учні не тільки ознайомляться із мірами довжини, а й повторюють, які планети є у Сонячній системі, а також в їх уяві формується поняття про масштаби Сонячної системи. Для більш яскравого сприйняття можна використати модель Сонячної системи.

Говорячи про точність вимірювання, треба навести той факт, що відстань від Землі до Сонця визначена з більшою точністю, ніж ми вимірюємо довжину стола класним метром, що має міліметрові поділки.

Коли розмова йде про внесок українських вчених у розвиток фізики, вчитель повинен розповісти учням про новітні досягнення у дослідженні космосу та розвитку космічної техніки (доцільно використовувати новини астрономії, користуючись науково-популярними журналами «Вселення, пространство, время» та «Наше небо» - українські видання, «Земля и Вселення» тощо).

Початкові відомості про будову речовини

Розглядаючи агрегатні стани речовини слід підкреслити велику поширеність газів у природі. Ця обставина має велике пізнавальне значення для наукових уявлень про будову Всесвіту. Не тільки Земля, а й інші планети мають газові оболонки. Міжпланетне та міжзоряне середовище – це дуже розріджений газ. Основна складова зірок – гази водень і гелій.

Говорячи про зміну стану речовини при нагріванні, слід підкреслити, що всі найбільш тугоплавкі речовини у надрах Сонця та зірок перебувають у стані розжарених іонізованих газів. При температурі видимої поверхні Сонця 6000 К ніякі речовини не можуть бути твердими і навіть рідкими. (У зв'язку з тим, що учні не знайомі із температурною шкалою Кельвіна, температури зірок їм подаються у градусах Цельсія, вважаючи, що для тисяч градусів похибка не буде суттєвою.)

Слід зазначити, що при конструюванні ракетних двигунів необхідно створювати для камер згоряння палива термостійкі сплави, а також ракетне паливо з великою теплопровідною здатністю, або плазмове, яке підвищує швидкість витікання продуктів згоряння.

Під час пояснення та демонстрування дифузії буде доречно звернути увагу учнів на герметичність кабін космічного корабля і на добір матеріалів для забезпечення цієї герметичності під час польоту в космосі. На підсумковому уроці для закріплення знань пропонується задати учням такі запитання:

1. А що буде, якщо кабіна космічного корабля буде не герметичною?
2. Чому кабіни космічних апаратів роблять із спеціальних сплавів?

Вислухавши відповіді учнів, учителю доцільно додати ще і той факт, що у космічному просторі, тобто в умовах майже абсолютного вакууму, мастильні матеріали та деякі метали (кадмій, цинк, сплави магнію) випаровуються. Цей факт теж необхідно обраховувати при конструюванні космічної техніки.

Взаємодія тіл

На конкретних прикладах треба показати учням, що всі тіла у природі перебувають у вічному русі одне відносно одного, що стан спокою так само є відносним, як і стан руху. Ми знаходимося на Землі і не відчуваємо, що вона весь час рухається по своїй орбіті. Відносно Землі всі тіла, які розташовані на ній знаходяться у стані спокою відносно Землі, але рухаються відносно Сонця, або інших планет.

При введенні поняття швидкості запропонуйте учням наступну інформацію: «Детальне дослідження Всесвіту показало, у якому фантастичному балеті бере участь Земля. Спочатку вона із швидкістю 29,8 км/с несе нас навколо Сонця траєкторією радіусом приблизно 150 мільйонів кілометрів. Сонячна система здійснює мандрівку навколо центру Молочного Шляху зі швидкістю приблизно 230 км/с. Молочний Шлях діаметром 100 тис. світлових років летить із швидкістю 90 км/с до своєї сусідки туманності Андромеди, при цьому вони є частиною Місцевої групи галактик, яка простягається на мільйони світлових років. У свою чергу, Місцева група галактик рухається зі швидкістю приблизно 600 км/с і притягається надскупченнями в сузір'ях Діви, Гідри та Центавра. Найближче з них знаходиться від нас на відстані 65 млн. світлових років». (Додаток Б)

Розповідаючи про методи зважування предметів на важільних і пружинних терезах, учитель може поставити перед класом запитання: «За допомогою яких терезів астронавти, прилетівши на Місяць, зможуть визначити, що на Місяці предмети, привезені з Землі, легші у шість разів?» Проаналізу-

вавши відповіді учнів, вчитель робить висновок, що як на Місяці так і на планетах крім Землі можна робити зважування тільки за допомогою пружинних терезів.

Наочну уяву про вагу людини на різних космічних тілах дають відповідні астрономічні таблиці. Наприклад, людина, що важить на Землі 670 Н, на Марсі важитиме 250 Н, а на Місяці – 110 Н.

При введенні поняття траєкторії руху вчитель повідомляє, що траєкторії руху космічних тіл називають орбітами. Рух тіл по орбітах – це вид змінного руху.

Прикладом змінного руху можуть бути польоти космічних апаратів навколо Землі. У найближчій до Землі точці орбіти швидкість польоту найбільша і може становити 8 - 11 км/с; потім вона поступово зменшується, і в найбільш віддаленій точці орбіти досягає найменшого значення. Після чого швидкість знов збільшується до попереднього значення.

Орбітальна швидкість руху Землі навколо Сонця змінюється від 30, 27 км/с на початку січня до 29,26 км/с на початку липня, а середня швидкість дорівнює 29,80 км/с. Таким чином, при введенні поняття середньої швидкості учні бачать, що її можна розрахувати не тільки для земних тіл, а і для самої Землі та інших планет Сонячної системи. Доцільно навести приклади середньої швидкості для планет: Меркурій – 47, 87 км/с, Венера – 35 км/с, Земля – 29,79 км/с, Марс – 24,13 км/с, Юпітер – 13,06 км/с, Сатурн – 9,65 км/с, Уран – 6,80 км/с, Нептун – 5,43 км/с.

При вивченні явища інерції вчитель повинен пояснити учням, що таке перевантаження, яке діє на космонавта під час зльоту і посадки космічного корабля. Питання для обговорення в класі: «Коли вплив сили інерції буде меншим: при миттєвому чи поступовому, повільному зльоті?». Відповідь: «Сучасні ракети можуть виводити на орбіту великі вантажі, тому їх паливо витрачається поступово, а, отже, і швидкість підйому ракети зростає повільно. Тому вплив інерції зменшується. У майбутньому техніка космічних по-

льотів стане настільки досконалою, що навіть ненатреновані люди зможуть легко переносити перевантаження при зльоті».

При введенні поняття густини доцільно звернути увагу учнів на найбільші і найменші значення густин речовин, які зустрічаються у земних умовах, а потім навести приклади ще більш легких і важких речовин, що зустрічаються у природі. Так, вимірюваннями, зробленими на штучних супутниках Землі, встановлено, що густина Земної атмосфери на висоті 700 км становить лише $7 \cdot 10^{-13}$ кг/м³. Але міжзоряне середовище розріджене ще більше, приблизно у мільярд разів. Густина кожної з планет має різні значення: Земля – $5,5 \cdot 10^3$ кг/м³, Марса – $4 \cdot 10^3$ кг/м³ і т.д. Густина Місяця – $3,3 \cdot 10^3$ кг/м³. Середня густина планети Сатурн складає $0,9 \cdot 10^3$ кг/м³, що менше навіть за густину води.

Деякі зорі мають дуже велику густину. Маса речовини білого карлика, що вмістилася б у сірникову коробку матиме масу наближено 50 т, а така ж за об'ємом кількість речовини нейтронної зорі мала б масу у мільйони разів більшу.

У вигляді домашнього завдання доцільно запропонувати учням знайти у додатковій літературі або у мережі Інтернет інформацію про речовини, які мають різноманітні значення густин. Короткі повідомлення можуть бути розглянути при перевірці домашнього завдання, або учні готувлять реферати, які захищаються на підсумковому уроці.

При введенні поняття ваги тіла, як прояву дії сили притягання між фізичними тілами та Землею, доцільно навести приклади наявності такої сили і на інших космічних тілах та вказати її величину. Наприклад, на Місяці вона у шість разів менша, ніж на Землі. Сила тяжіння на поверхні космічного тіла тим менша, чим менша маса космічного тіла, і чим більший його радіус. Існування сили тяжіння між Сонцем і Землею, Землею та Місяцем підводить учнів до розуміння поняття сили Всесвітнього тяжіння.

Тиск твердих тіл, рідин і газів

Вивчаючи тему «Тиск твердих тіл, рідин і газів», вчитель як приклад наводить дослід, проведений К.Е. Ціолковським. Куряче яйце, зависле у солоній воді в кухлі, не розбивається, якщо з розмаху вдарити кухоль об стіл. Тиск у воді, що виникає при ударі, діє на яйце з усіх боків. Коли ж у кухлі води не буде, яйце розіб'ється, бо тиск передається тільки в одному напрямі.

Описаний дослід К.Е. Ціолковського тепер покладено в основу розробки засобів захисту людини від перевантажень при зльоті та посадці космічного корабля. Без шкоди для організму людина може переносити шестиразове збільшення своєї ваги. Однак перевантаження можуть бути набагато більші. Для захисту від них, вчені винайшли для космонавтів спеціальні гідравлічні костюми. У такому костюмі людина переносить навіть тридцятиразове перевантаження, але цей костюм ще не досить зручний.

Вчені проводили різні дослід з тваринами і здобули разючі результати: жаба у воді переносить збільшення своєї ваги у 1000 разів, а одноклітинні організми – у 200000 разів.

Вивчення властивостей газів також дає вчителю фізики можливість використати деякий астрономічний матеріал. У різних планет тиск газів біля поверхні різний. Наприклад, атмосферний тиск на Марсі менший від земного приблизно у 200 разів, а це означає, що людина не зможе існувати на Марсі без спеціального скафандру. Кров, лімфа і всі рідини в тілі людини в умовах Марса будуть випаровуватися, а тіло роздуватиметься. При такому тиску на планеті лід перетворюється на пару. Відбувається так звана сублімація (Додаток Б).

На останньому уроці при вивченні цього розділу для кращого розуміння розглянутих явищ вчитель повинен провести з учнями обговорення таких запитань:

- Чи буде діяти в умовах невагомості закон Архімеда та закон сполучених посудин?

- Чи можна на борту космічного корабля користуватися ртутним або водяним манометрами?
- Яка підймальна сила аеростата на Венері, порівняно із Землею?

Після обговорення запропонованих запитань вчитель підсумовує, що на Венері, яка має досить щільну атмосферу, підймальна сила аеростата буде набагато більшою, ніж на Землі. На космічному кораблі під час вільного польоту, внаслідок невагомості немає умов для дії закону Архімеда, закону сполучених посудин, неможна користуватися ареометром, ртутним та водяним манометрами.

Робота і потужність. Енергія

Ознайомлюючи учнів з поняттям потужність, для ілюстрацій досягнень науки та ракетної техніки можна навести такий яскравий приклад. Потужність ракетної системи, яка вивела на орбіту космічний корабель «Восток» масою 4725 кг, становила приблизно 15 мільярдів Вт, тобто у кілька разів перевищувала потужність найбільшої у той час Братської ГЕС. А максимальна корисна потужність ракети-носія, яка вивела на орбіту наукову станцію «Протон-1» вагою 12,2 т, перевищувала 44 мільярди Вт.

VIII клас

Теплові явища

Поняття температури вводиться спочатку у 8-му класі, а потім у 10-му. Після пояснення нової теми вчитель повинен дати учням інформацію про температуру тіл у Всесвіті. Для цього вчитель запитує в учнів: «Яка на їх думку може бути максимальна температура тіл у Всесвіті».

Після відповідей учнів, їм необхідно розповісти наскільки широким є спектр температур у Всесвіті. Зірки, які ми спостерігаємо, мають температури видимої поверхні переважно від 3000°C до 35000°C і навіть до 40000°C. Відповідно їх колір змінюється від червоного до блакитного. Наше Сонце має червонувато-жовтий колір, що відповідає температурі на його видимій поверхні приблизно 6000 °C.

Можна також навести приклади температурних умов на планетах. Наприклад, середньорічна температура на Землі 15°C , а на Марсі – в його середніх широтах – вона сягає -40°C .

Під час розгляду теплового розширення тіл слід звернути увагу учнів на одну важливу обставину, коли особливо строго це враховується. Йдеться про добір матеріалів, з яких виготовляється космічний корабель. Матеріали ці повинні мати порівняно низький коефіцієнт розширення, щоб при різкому коливанні температури в польоті кабіна космонавта не дала тріщин і лишалась герметично ізольованою від зовнішнього середовища.

А що станеться, як що кабіна космічного корабля буде герметичною але з високою теплопровідністю? Цим запитанням треба підвести учнів до думки, що кабіну космічного корабля потрібно виготовляти із теплоізолювальних матеріалів, щоб у середині кабіни підтримувати температуру $16\text{-}25^{\circ}\text{C}$.

В умовах невагомості не має місця явище конвекції в газах. Тому перемішування повітря в кабіні здійснюється за допомогою системи примусової вентиляції. Те ж саме треба робити і для охолодження електронної апаратури. Зайве тепло виходить у світовий простір завдяки теплопровідності матеріалів і випромінюванню через спеціальні жалюзі та радіатори. Спеціальною обробкою поверхонь супутників і космічних станцій вчені досягли майже повного відбивання сонячних променів. При горінні, наприклад, сірника відсутність конвекції утруднює приплив повітря, і сірник гасне. Полум'я при цьому набирає сферичної форми, а не овальної, витягнутої вгору, як на Землі.

Коли на уроці мова йде про перетворення енергії з одного виду в інший, учитель наводить приклади переходу механічної енергії у теплову. Коли космічні кораблі, спускаючись на Землю, входять у щільні шари атмосфери, за рахунок виконання механічної роботи силою тертя, кінетична та потенціальна енергії переходять у теплову - і зовнішня оболонка корабля розігрівається. Як розповідають космонавти, корабель немов охоплює полум'я.

Так звані «падаючі зірки» являють собою світлові спалахи у земній атмосфері, які викликаються дрібними камінцями, так званими метеорними ті-

лами. Влетівши в земну атмосферу з великою швидкістю, таке метеорне тіло, внаслідок переходу його кінетичної енергії у теплову при гальмуванні в повітрі, майже вмить розжарюється та випаровується.

При вивченні теплопровідності палива та порівнянні різних видів палива, що застосовується у промисловості, на транспорті і в ракетній техніці, слід відзначити, що для польоту у космічному просторі лише однокомпонентного рідкого чи твердого палива не досить, потрібен ще окислювач. Рідким двокомпонентним паливом для ракетних двигунів може бути, наприклад, газ та рідкий кисень тощо.

Коли мова йде про роботу та теплопередачу, можна розглянути приклад про неможливість безпосереднього вимірювання температури середовища, в якому пролітає супутник. Причин тут дві: велика швидкість супутника, що перевищує швидкість газових молекул, і незначна теплоємність верхніх шарів атмосфери.

Окремо треба підкреслити, що основною формою передачі теплоти від Сонця до планет Сонячної системи, а також від зір до інших планетних систем є випромінювання.

Ефективне використання сонячної енергії є одним з перспективних завдань майбутнього. Адже кожний квадратний метр земної поверхні при перпендикулярному падінні променів приймає від Сонця за одну секунду стільки енергії, скільки може дати установка, потужність якої становить майже 1,5 кВт. Підраховано, що сумарна потужність випромінювання Сонця становить близько 10^{23} кВт. Перетворювачі сонячної енергії в інші види енергії дають можливість використовувати сонячну енергію для потреб людства. Розвиваються нові галузі енергетики та техніки – геліоенергетика та геліотехніка.

Електричні явища

Уже на першому уроці з електростатики, говорячи про електричне поле, вчитель повинен звернути увагу учнів на існування електричних зарядів і полів у іоно- та екзосфері Землі. Такі поля існують і навколо інших планет, а також у міжпланетному просторі. Під час міжпланетних польотів наявність їх

може викликати електризацію космічного корабля і, отже, впливати на роботу його приладів.

Вивчаючи електричні явища учні повинні знати, що прилади на космічних кораблях та станціях не можуть працювати без електричного струму. Самий поширений спосіб отримання електричного струму в умовах космосу – це використання сонячних батарей та перетворення сонячної енергії у електричний струм. Для стабільної роботи приладів на борту космічної станції використовують акумулятори, які накопичують енергію і далі працюють як джерела струму.

Електромагнітні явища

При вивченні теми «Електромагнітні явища» вчитель розповідає учням про три джерела земного магнетизму. Наукова інформація, що надійшла зі штучних супутників Землі та космічних станцій, свідчить про те, що ці джерела лежать як в середині тіла Землі - в її ядрі і корі, так і поза нею, у високих шарах атмосфери.

Джерелом первинного магнітного поля, що відхиляє стрілку компаса, є ядро Землі. На поверхні його рідиноподібної маси циркулюють замкнені електричні струми, які й створюють магнітне поле. У земній корі міститься друге джерело магнетизму. Це гірські породи, у складі яких є окисли заліза та інших металів, які, очевидно, ще у процесі формування земної кори дістали сильну намагніченість від первинного поля ядра. Джерелами магнетизму за межами Землі є струмові системи електрично заряджених частинок в іоносфері та у вищих шарах земної атмосфери (на висотах кілька тис. км). На сьогодні виявлена наявність магнітних полів у інших планет, а також зірок.

Цікавою для учнів буде інформація про проходження супутника Іо крізь магнітне поле Юпітера. При проходженні іоносфера супутника «сортує» заряди, які накопичились у магнітному полі Юпітера. Позитивні опиняються по один його бік, а негативні - по інший. Таким чином виникає різниця потенціалів, яка досягає 400 кВ. При певних позиціях Іо відносно Юпітера виникає потужній розряд з силою струму в мільйони ампер. Потужність такої

енергосистеми приблизно у 20 разів перевищує сумарну потужність всіх земних електростанцій.

Світлові явища

Розділ «Світлові явища» учні вивчають протягом 10 навчальних годин, але саме цей матеріал у 8-му класі дає найбільше можливостей для пропедевтики астрономічних знань у курсі фізики. При вивченні джерел світла необхідно більше уваги приділити природним джерелам, наприклад, зіркам, однією з яких є Сонце, яке для Землі є найпотужнішим джерелом. Щоб рівноцінно замінити освітленість сонячним промінням одного квадратного метра поверхні Землі, треба взяти приблизно 100 електроламп по 100 Вт кожна.

Прямолінійним поширенням сонячних променів пояснюються сонячні та місячні затемнення. На уроці доцільно скористатися інформацією, здобутою самими учнями при спостереженні сонячного та місячного затемнень, та також продемонструвати відеоматеріал на цю тему.

В земних умовах людина не відчуває абсолютної темряви в тіні. Пояснюється це тим, що тіньовий бік предметів освітлюється світлом, розсіяним молекулами повітря і пилом, а також відбитим світлом від інших освітлених предметів. Зовсім інше спостерігатиме космонавт, наприклад, на Місяці. У тіні, яку утворює місячна гора, буде, можна сказати, абсолютна темрява, бо на Місяці практично немає такого розсіюючого середовища, як атмосфера, а місячна поверхня відбиває лише 7% сонячного світла, що падає на неї.

На Землі ми милуємося красою блакитного неба. Проте за межами земної атмосфери, у космічному просторі, небо майже чорне. Під час обльоту Землі космонавти спостерігали чорне небо на освітленому денному боці Землі і одночасно на небі сяяли Сонце і зорі. Отже, на великій висоті розсіяння світла у повітрі незначне. Саме внаслідок відсутності атмосфери людина на Місяці побачить чорне небо. Таке саме небо і на Меркурії, де теж практично немає атмосфери. Усі ці приклади вчитель використовує при вивченні явища відбивання світла від поверхні Землі.

Доречно розповісти про атмосферну рефракцію та її вплив на тривалість дня. Заломлююча дія земної атмосфери призводить до того, що людина завжди бачить усі небесні світила вище їх справжнього положення на небосхилі. Отже, при сході та заході перші й останні промені Сонце посилає нам з-за обрію, перебуваючи нижче від нього на цілий свій диск. А тому у середніх широтах завдяки рефракції день збільшується на 10-15 хв, а полярний день на полярному колі триває не одну добу, а цілий місяць.

У темі «Оптичні прилади» вчитель наводить приклади використання лінз та угнутих дзеркал в астрономічних інструментах. Цікавою буде для учнів інформація про орбітальний телескоп Хаббла. «25 квітня 1990 року на орбіту був виведений оптичний телескоп Хаббла з діаметром основного дзеркала 2,4 м. За роки експлуатації телескопу було отримано більше 700 тис. знімків далеких і наддалеких об'єктів, серед яких скупчення галактик, галактики, об'єкти Молочного Шляху, ділянки зореутворення, туманності, залишки вибухів наднових. Можна сміливо сказати, що астрономія «прозріла» з виводом на орбіту цього телескопа».

Вивчаючи оптичні прилади, вчитель повідомляє учням, що в Кримській астрофізичній обсерваторії встановлено один із найбільших в Європі телескопів-рефлекторів діаметром дзеркала 2,6 м і що зараз проектується секційний телескоп-рефлектор з загальним діаметром дзеркала близько 20 м.

Вивчення телескопів не можна обмежувати тільки вивченням їх будови та геометрії променів. Треба ознайомити учнів з основними характеристиками телескопів, спільними і для інших оптичних приладів. До таких характеристик телескопів слід віднести світлосилу, збільшення, роздільну та проникну здатність.

Світлосила, як відношення діаметра об'єктива до його фокусної відстані, має значення при виборі інструменту для фотографування протяжних об'єктів (планет, комет, туманностей). У цьому випадку камера із світлосилою, наприклад 1:5 має перевагу над гігантським телескопом, який має меншу світлосилу.

Важливою характеристикою оптичного телескопа є збільшення, тобто відношення фокусної відстані об'єктива до фокусної відстані окуляра. Максимально корисне збільшення можна виразити подвійною величиною отвору телескопа, взятою в міліметрах. Наприклад, при отворі об'єктива шкільного рефрактора 80 мм максимальне збільшення його становить 160 разів.

В астрономічних телескопах можна отримати збільшення в тисячі разів, але через атмосферні перешкоди користуються збільшенням не більшим, як у 300-400 разів.

Чим більша роздільна здатність телескопа, тим більш тонкі подробиці можна побачити на Місяці, планетах та інших тілах Сонячної системи. Визначається роздільна здатність діленням $14''$ на діаметр об'єктива в сантиметрах. У шкільному телескопі вона дорівнює $14'' : 8 = 1'',7$, а це означає, що дві близькі зорі буде видно роздільно, якщо кутова відстань між ними перевищуватиме $1'',7$. Роздільна здатність людського ока становить близько трьох кутових хвилин.

Проникна сила телескопа свідчить про те, яку найслабшу зорю можна побачити з його допомогою. Око людини, наприклад, може бачити зорі не слабші від 6-ї зоряної величини, в бінокль до 10-ї. У шкільний же телескоп можна побачити зорі 11-12-ї зоряної величини.

Розглядаючи залежність освітленості поверхні від кута падіння променя, слід навести приклади про зміну освітленості земної поверхні Сонцем. Цей фактор є однією з причин зміни пір року на нашій планеті. На Юпітері, наприклад, протягом його року сонячні промені на кожній конкретній широті мають один і той самий кут падіння. Тому там немає зміни пір року. В кожному пункті – своя «одна пора року»

На уроці, присвяченому темі «Сонце – головне джерело енергії на Землі», вчитель демонструє зображення Сонця, які зроблені орбітальним телескопом Хаббла і які можна знайти в мережі Інтернет, або в навчальних програмах з астрономії. Учні бачать, що Сонце це не мертва куля, воно весь час

випромінює велику кількість енергії за рахунок якої обігриває і освітлює не тільки нашу Землю.

ІХ клас

Вивчення механіки дає великі можливості для пропедевтики астрономічних знань у курсі фізики. Елементом космонавтики у курсі астрономії відводиться не велика кількість учбового часу. Тому цю прогалину можна заповнити при вивченні механіки у 9-му класі.

Основи кінематики

При вивченні теми «Основи кінематики» учителю бажано ще раз навести приклади відносного руху. Земля відносно Сонця рухається з швидкістю 29,8 км/с. Сонце ж, захоплюючи із собою планети з їх супутниками, мчить відносно найближчих зір із швидкістю 20 км/с до точки, що лежить на межі між сузір'ями Ліри та Геркулеса. Крім цього, Сонце бере участь у русі відносно центра нашої Галактики зі швидкістю 230 км/с, роблячи один оберт за 200 млн. років. Галактика, у свою чергу, рухається відносно інших галактик.

Про цікаві спостереження в кабінах космічних кораблів розповідали космонавти. Щоб дізнатися, чи рухається корабель, космонавт змушений був дивитися в ілюмінатор і спостерігати Сонце, Місяць, Землю та зорі. Тільки з цього він переконувався у своєму русі та в тому, що корабель обертається, йдучи по заданій траєкторії. Таким чином для космонавта Сонце, Місяць, Земля та зорі є точками відліку.

Говорячи про траєкторію руху тіл, вчитель підкреслює, що траєкторії руху космічних кораблів заздалегідь розраховуються та нанесені на карту.

Своє положення на орбіті та географічні координати місця посадки космонавти при перших польотах визначали за допомогою спеціального глобуса, зробленого у масштабі 1:100000000. В основу будови цього приладу покладено принцип додавання двох рухів – одночасного обертання глобуса навколо двох осей. Обертання навколо однієї осі відповідає обертанню Землі навколо своєї вісі, а обертання навколо другої – рухові космічного корабля по орбіті. Під перехрестям, яке нанесено на лицьовому склі приладу, космо-

навт завжди бачив місцевість на Землі, над якою у цей момент він пролітає. На сучасному етапі ці розрахунки робляться комп'ютерами автоматично.

Коли вводиться поняття прискорення, вчитель пояснює учням, що при зльоті рух космічного корабля прискорений. Ця частина траєкторії називається активною ділянкою польоту. На початку спуску корабля вмикаються гальмівні двигуни, які зменшують швидкість апарата на кілька сот метрів за секунду. Космонавт при цьому відчуває короткочасне перевантаження як поштовх (гальмівний імпульс). Після гальмівного імпульсу корабель сходить з орбіти і починає рухатися по траєкторії спуску. Перевантаження на цій частині траєкторії знову зникають, а космонавт опиняється в стані невагомості аж до входу корабля в щільні шари атмосфери. Протягом кількох хвилин руху в атмосфері по балістичній кривій опір повітря зменшує швидкість корабля з 8000 м/с до 200 м/с. Таким чином, рух в атмосфері сповільнений.

Якщо на Землі при вільному падінні тіло, падаючи з висоти 9,8 м, досягне земної поверхні за 1,41 с і при падінні має швидкість 13,8 м/с, то на Місяці ці дані будуть інші. Завдяки тому, що прискорення сили тяжіння на Місяці у 6 разів менше від земного, час падіння там з висоти 9,8 м дорівнює 3,45 с, а швидкість 5,6 м/с, тобто в 2,45 рази менша від земної. Це означає, що самі фізичні умови падіння на Місяці зменшують порівняно з землею і силу удару під час посадки.

Основи динаміки

Закон всесвітнього тяжіння, як основа не тільки теоретичного вивчення руху небесних тіл, але і практичного застосування його в процесі розрахунків польотів штучних супутників та АМС може бути глибоко вивчений після ознайомлення учнів з коливним і обертальним рухом. На законі всесвітнього тяжіння ґрунтується рух усіх небесних тіл штучного і природного походження. З відкриттям цього закону були закладені основи небесної механіки. З його допомогою розраховуються форми орбіт, орбітальні швидкості, він пояснює фізичний зміст законів Кеплера, які дають геометричну картину руху планет навколо Сонця.

Після вивчення закону всесвітнього тяжіння вводиться поняття першої космічної швидкості. Після чого доцільно ознайомити учнів із поняттями другої та третьої космічних швидкостей.

Другою космічною, або параболічною, швидкістю називають таку швидкість, яку треба надати корабелі в горизонтальному напрямі, щоб він рухався у гравітаційному полі по гілці параболи, тобто щоб корабель міг вийти за межі дії сили тяжіння Землі та стати супутником Сонця. Для цього космічний корабель повинен мати достатній запас кінетичної енергії, що визначається роботою, яку він повинен виконати, щоб вийти за межі сфери дії Землі, тобто віддалитися від Землі на 900 000 км. За межами цього простору вже переважатиме збурююча дія Сонця, і рух космічного корабля визначатиметься винятково сонячним притяганням (дія планет на космічний корабель зовсім не значна і нею можна знехтувати). За розрахунками друга космічна швидкість дорівнює 11,2 км/с.

Третьою космічною швидкістю називають таку швидкість, розвинувши яку космічний корабель здатний вийти за межі Сонячної системи. Для цього корабель повинен мати швидкість більшу, ніж друга космічна, причому величина її залежатиме від напрямку запуску корабля (за рухом Землі навколо Сонця або проти цього руху). В залежності від напрямку руху корабля відносно Землі третя космічна швидкість буде або 16,6 км/с, або 72,8 км/с.

При з'ясуванні питання про перехід потенціальної енергії у кінетичну при падінні тіла, потенціальну енергію визначають так: $E_n = mgh$. У цій формулі g вважають сталою величиною, а h відлічується від умовного рівня, на якому значення потенціальної енергії беруть за нуль. З цієї формули виходить, що із збільшенням висоти піднімання тіла, його потенціальна енергія зростає. Вчитель повинен пояснити учням в яких межах збільшення висоти можна користуватися цим рівнянням. Чи справедливий висновок з нього, що із збільшенням висоти до нескінченності і потенціальна енергія зросте до нескінченності? Зрозуміло, що це не так. Тільки при дуже малих значеннях висоти, набагато менших за радіус Землі, можна користуватися цим рівнянням.

У зв'язку із сказаним в учнів може виникнути питання такого змісту: чому дорівнює потенціальна енергія космічної ракети, відправленої до Марса. Ось тут вчитель повинен говорити про поле тяжіння, його потенціальну енергію та її зміну. З цього випливає, що проблему падаючого тіла необхідно пов'язувати з запусками штучних супутників та АМС.

Закони збереження

Вивчаючи закон збереження імпульсу, вчитель має можливість глибше розглянути поняття реактивного руху. Користуючись третім законом Ньютона, він з'ясовує обставини руху ракети під впливом реактивного струменя розжарених газів, що витікають із сопла двигуна. На прикладі показують практичне застосування закону збереження імпульсу.

При вивченні реактивного руху слід підкреслити різницю між ракетним двигуном і повітряно-реактивним. Перший розрахований на роботу без використання кисню з атмосфери. Він працює за рахунок свого окислювача, і тому ракетний двигун придатний для польотів у космічному просторі, тоді як повітряно-реактивний пристосований для польотів в земній атмосфері з використанням її кисню.

Х клас

Основи молекулярно-кінетичної теорії

Цікавим є питання про поведінку рідини в умовах невагомості, на що вчителю необхідно звернути увагу учнів. У кабіні корабля під час польоту втрачають сенс поняття верху і низу, вертикалі і горизонталі. Рідина не може текти вниз, її неможна переливати звичайним способом з посудини в посудину. Вона не матиме горизонтальної поверхні. Рідинні рівні, сполучені посудини, рідинні відкриті манометри не можуть діяти. Зникає гідростатичний тиск. Виштовхувальна сила рідини, яка діє на занурене тіло, дорівнює нулю, отже, через невагомість закон Архімеда перестає діяти.

Вчитель звертає увагу учнів на те, що тільки сила поверхневого натягу та зчеплення всередині рідини продовжують діяти. Вони примушують рідину

поза посудиною набирати форму кулі. Розбрижкана в кабіні вода буде «літати» у вигляді крапель і кульок різної величини. Завдяки змочуванню матимуть місце капілярні явища. Вода в посудині, змочуючи стінки, розтікається по них. Якщо вона не заповнює посудини до верху і в посудині є повітря то воно відтісняється рідиною від стінок і у вигляді кулі збирається в середині рідини. Цей експеримент демонстрував під час космічного польоту космонавт П.Р. Попович. Рідина, яка не змочує, наприклад, ртуть, у скляній посудині набирає форму ідеальної кулі.

Наведені факти враховують при конструюванні ракет-носіїв і космічних кораблів, які мають літати в умовах невагомості. Візьмемо, наприклад, таке явище. Рідке паливо й окислювач можуть розтікатися по стінках бака, всередині якого утворюється газова бульбашка або безліч бульбашок у самій рідині. Це ускладнює перекачування пального й окислювача з баків у камеру згоряння. Турбонасосна передача палива порушиться або зовсім відмовить. Крім того, такий стан рідкого палива й окислювача в баках утруднює вимірювання їх кількості.

При введення поняття кипіння рідини, вчитель звертає увагу учнів на те, що в умовах невагомості цей процес ускладнюється і протікає своєрідно. Бульбашки пари, що утворюються у рідині, не піднімаються та не відриваються від її поверхні. Це створює цілу низку проблем при конструюванні космічних енергетичних установок.

Вводячи поняття критичної температури, доцільно розповісти учням про температуру атмосфер планет-гігантів, яка нижча за критичну для деяких земних газів. В атмосферах цих планет наявні метан та аміак, які замерзають при -177°C та -75°C відповідно. Температура хмарного шару Юпітера, яка визначена різними методами, в тому числі й радіометричними, приблизно -73°C . Тиск у глибинах його атмосфери перевищує для цих газів критичний. Тому частина аміаку в атмосфері Юпітера, а також Сатурна, перебуває у рідкому стані й у вигляді твердих кристаликів, а в атмосфері Урана та Нептуна навіть метан знаходиться у твердій фазі..

Електричне поле

На уроках з електростатики можуть бути наведені приклади використання електричних явищ у побудові приладів, якими космонавти користуються у космічних польотах та які встановлюють на супутниках. Наприклад, для вивчення електростатичних полів у верхніх шарах атмосфери Землі та власного заряду супутника під час польоту застосовувалися електростатичні флюксметри.

Вимірювання концентрації позитивних іонів у середовищі, крізь яке проходить супутник, проводиться сферичними іонними вловлювачами.

Закони постійного струму

Введення поняття постійного струму доцільно розширити на прикладах існування струмових систем в іоносфері та у верхніх шарах земної атмосфери. Матеріали, здобуті під час польотів ще перших космічних ракет, підтвердили наявність позаіоносферних струмових систем на висоті 20-25 тис. км. Струмові системи електрично-заряджених частинок є одним з джерел земного магнетизму.

Також у цій темі розглядається явище емісії електронів, яке нещодавно широко використовувалося на практиці, особливо, у вакуумній електроніці та радіотехніці. На основі цього явища побудовані, наприклад, іонізаційні манометри, за допомогою яких штучні супутники вимірюють густину верхніх шарів атмосфери. За даними вимірювань тиску або густини, застосовуючи теоретичні формули, визначають і температуру середовища. Ні густина, ні тиск іншими відомими вченим методами не можуть бути виміряні, оскільки густина, наприклад, на висоті що перевищує 270 км у 10 млрд. разів менша, ніж біля поверхні Землі.

Електричний струм у різних середовищах

За величиною іонного струму, який знімається з колектора, роблять висновки про тиск газу в районі руху супутника. Молекули, які попали в манометр, стикаються з термоелектронами, що їх випускає вольфрамова нитка катода й іонізуються. Позитивні іони, кількість яких пропорційна густині газу,

збираються на колекторі, зумовлюючи певний струм у колі колектора, пропорційний тиску.

Говорячи про термострум, слід згадати про те, що термоелементи знаходять застосування і в астрономії. Їх, зокрема, використовують для вимірювання температури Місяця, планет та зірок.

При вивченні електролізу доцільно розповісти про проект заводу для місячної експедиції. Підраховано, що для підтримання життєдіяльності однієї людини на Місяці протягом року потрібно буде доставити з Землі близько 50 т води, кисню й різних інших вантажів. Щоб уникнути труднощів доставки, вчені передбачають налагодити добування води та кисню на Місяці за допомогою спеціального кисневого заводу, який працюватиме на ядерній енергії. В основу його побудови можна покласти метод використання воднево-дугового пального з конденсацією утворюваної пари води і наступним її електролізом.

Розплавляючи двоокис кремнію при температурі порядку 2500°C , водневий палик здійснюватиме реакцію сполучення водню палика з киснем кремнію. Щоб кремній не закипів і не випарувався, а отже не сполучився знову з киснем у холодильнику, реакція повинна проходити при температурі нижче точки кипіння кремнію.

Доставлений на Місяць завод може працювати в печері місячних скель і в міру збільшення виробітку й утворення тунелю просуватиметься вперед на зразок прохідницької машини. Початковий запас водню повинен бути доставленим з Землі.

Електроліз добутої води з метою утворення кисню для дихання здійснюватиметься під впливом електричного струму від сонячних батарей. Останні будуть головним джерелом електроенергії, адже ефективність їх роботи в умовах Місяця забезпечуватиметься відсутністю атмосфери.

Пулковський астроном М.О.Козирев при спостереженні Місяця отримав спектр газу, що виділявся з гірки кратера Альфонс. У цьому спектрі він знайшов речовину з двома атомами вуглецю в молекулі. Спираю-

чись на спектральні спостереження М.О.Козирєва, англійський вчений Селісбюрі припускає, що ця речовина утворилася від дії води на карбід кальцію. «Якби це підтвердилося,— говорить проф. К.О.Куликов, — то воду для звичайного вжитку не треба було б експортувати з Землі». А одна з каліфорнійських корпорацій навіть вивчає проблему добування кисню з метану на Місяці.

Говорячи про іонізацію газів та атмосферного повітря, слід сказати про іоносферу. Дані по вивченню верхніх шарів атмосфери свідчать про те, що іоносфера Землі на висотах 100—500 км являє собою інтенсивне іонізоване середовище, причому іонізовані шари не мають різких меж. Ці шари впливають на поширення радіохвиль на далекі відстані. Істотну роль відіграють електрони, які утворюються при іонізації верхніх шарів атмосфери під дією сонячної радіації. Шари атмосфери з високим вмістом електронів являють собою ніби дзеркала, що відбивають радіохвилі різної довжини і тим самим забезпечують поширення останніх за межі прямої видимості.

Як відомо, на великих висотах, починаючи з 50 км і вище, молекули основних газів земної атмосфери під впливом ультрафіолетового і рентгенівського, а також корпускулярного випромінювання Сонця дисоціюють. Після заходу Сонця за обрій, тобто вночі, спостерігається зворотний процес рекомбінації. При цьому виділяється енергія у вигляді тепла та світла, яку Сонце вдень витратило на їх дисоціацію. За підрахунками ця енергія досить велика, що наводить на думку про можливість практичного її використання. Висловлюється міркування про створення прямоточних повітряно-реактивних двигунів для польотів в іоносфері за рахунок енергії перетворення атомарного газу на молекулярний, а також за рахунок енергії сполучення іонів з електронами.

Є речовини, присутність яких в такій атомарній та іонізованій атмосфері прискорює процес рекомбінації, а отже прискорює виділення енергії.

В 1956 р. така речовина за допомогою ракети була закинута на висоту 95 км, і, дійсно, спостерігався яскравий спалах. Таким чином, іоносфера

привертає увагу вчених і з точки зору вивчення її енергетичних ресурсів та використання їх у майбутньому з практичною метою.

Найбільший ефект у збудженні люмінесцентного свічення викликає ультрафіолетове, рентгенівське та гамма-проміння. На Землі ці промені майже повністю поглинаються її атмосферою. На Місяці ж через відсутність атмосфери всі види сонячного випромінювання досягають поверхні Місяця. Під впливом сонячної радіації багато мінералів Місяця повинні світитись. Таке свічення відмічалось, коли Місяць знаходився у фазі «попелястого світла». При «попелястому світлі» навіть незброєним оком видно неосвітлену частину Місяця при вузькому блискучому серпику, безпосередньо освітлюваному сонячними променями. Саме на цій попелястій частині і була помічена люмінесценція деяких деталей поверхні Місяця, причому в різних променях. Наприклад, Океан Бур дає люмінесцентне свічення в червоних променях, Море Криз — у зелених і жовтих, кратер Аристарх — у фіолетових. М. О. Козирев приходить до висновку, що люмінофором у кратері Аристарх може бути різновид кварцу.

Коли вводиться поняття плазми, учням цікаво дізнатися, що 99,9% речовини у Всесвіті знаходиться в плазмовому стані.

XI клас

Електромагнітні коливання

При вивченні теми «Електромагнітні коливання та хвилі» треба розповісти учням про успіхи радіолокаційної астрономії, зокрема про успішну радіолокацію Венери, Меркурія, Юпітера та Марса, проведену вченими, а також про розвиток космічного радіозв'язку та космобачення.

Коли розмова йде про розвиток енергетики та проблеми пошуку і використання нових екологічно чистих джерел енергії, доцільно розповісти учням про можливість використання гелію-3 у термоядерному синтезі при його видобутку та доставці з Місяця. Можливо, це найперспективніший шлях розв'язання глобальної енергетичної проблеми. Вже сьогодні цей спосіб був

би економічно вигіднішим, ніж використання органічного палива або урану. Необхідно лише розробити технологію термоядерного синтезу та відповідну інфраструктуру. Над інфраструктурою вчені працюють з 1956 року, коли І. Курчатов розповів світу про цю ідею.

Електромагнітні хвилі

До теми «Хвильові властивості світла» необхідно навести приклади практичного застосування в астрономії таких явищ як інтерференція, дифракція, дисперсія та ін. Інтерференція, наприклад, використовується в зоряному інтерферометрі, за допомогою якого вимірюються діаметри зір, довжини спектральних ліній, в інтерференційних фільтрах для телескопів тощо. Інтерферометр був вперше застосований в астрономії у 1920 р. для вимірювання діаметра однієї з найяскравіших зірок.

За допомогою його з точністю, що перевищує 0,0001 нм, була виміряна довжина хвилі червоної лінії в спектрі кадмію. Ця спектральна лінія в 1928 р. була прийнята за основу в спектроскопії довжин хвиль спектральних ліній Сонця, визначених ще наприкінці 19-го століття.

У 1960 р. XI Генеральна конференція з питань мір і ваги затвердила більш тонку спектральну лінію — оранжеву лінію кріптон-86 як основну для визначення одиниці довжини — метра.

Зображення зірки в телескопі має вигляд маленького світлого диска, оточеного рядом світлих кілець. Це явище зумовлене дифракцією світла від країв об'єктива чи дзеркала телескопа. Дифракційний диск зірки залежить від діаметра об'єктива та його світлосили. Тому діаметр центрального дифракційного кружка зірки є мірою роздільної здатності телескопа.

Спиняючись на характеристиці спектра випромінювання світних тіл, вчитель підкреслює, що космічні тіла випромінюють не тільки видиме світло з довжиною хвиль в межах 0,4 — 0,75 мкм. Сонце та зірки випромінюють невидимі промені, які становлять близько 80% всього випромінювання.

Спектр електромагнітних хвиль продовжується далеко за межами видимого спектра. За червоним видимим промінням лежить невидима інфрачер-

вона частина спектра. Вона займає широку смугу хвиль від 0,76 до 500 мкм і більше. За цією смугою йдуть ультракороткі, короткі, середні та довгі радіохвилі.

До фіолетової частини видимого спектра прилягає смуга ультрафіолетового проміння (0,4—0,01 мкм), за ними йде рентгенівське проміння ($2 \cdot 10^{-3}$ — 10^{-5} мкм), гамма-випромінювання (10^{-6} — 10^{-7} мкм).

Інфрачервоне, ультрафіолетове та видиме випромінювання становить оптичну область спектра. Промені кожної з цих діапазонів мають свою специфіку та знаходять різне практичне застосування не тільки в техніці, але й в астрономії. Особливо широко в астрономії використовується інфрачервоне (теплове) випромінювання.

Відомо, що будь-яке тіло, яке має температуру вище абсолютного нуля, є джерелом інфрачервоних хвиль. Тіло людини, наприклад, випромінює інфрачервону хвилю з максимумом поблизу 10 мкм, Земля — 11,6 мкм. Чим вища температура тіла, тим коротша довжина хвилі випромінювання. Інфрачервоне випромінювання підпорядковане законам геометричної та фізичної оптики. Якщо врахувати, що космічні об'єкти випромінюють багато інфрачервоного випромінювання, стане зрозумілою широка перспектива використання інфрачервоної техніки та фотографії у вивченні Всесвіту, а також у космічній навігації.

Спеціальні сорти фотопластинок мають чутливість до інфрачервоного випромінювання, тому вони можуть давати можливість фотографувати небесні об'єкти та їх деталі у цих довжинах хвиль. Застосовуючи інфрачервоні світлофільтри та чутливі до інфрачервоного проміння фотопластинки, астрономи зробили знімки поверхні Місяця та планет у невидимих для ока променях. Інфрачервона фотографія дала можливість виявити в глибинах Всесвіту невидимі джерела теплового випромінювання.

Місяць і планети є джерелами власного електромагнітного випромінювання. Основна енергія випромінювання, наприклад Місяця, лежить в області інфрачервоної ділянки спектра.

У практиці астрономічних обсерваторій дедалі ширше використовуються електроннотелескопічні спостереження. Сконструйовані нові прилади — так звані електроннооптичні перетворювачі. Вони дають можливість зробити зображення невидимого небесного об'єкта, одержане в інфрачервоних променях, видимим на екрані та потім перенести його на фотоемульсію. За допомогою цих перетворювачів ведуть фотометрію та спектрометрію світил у широкому діапазоні хвиль.

Під час вивчення фізичних основ радіозв'язку вчитель може навести кілька прикладів з радіоастрономії, тим самим ще раз продемонструвавши успіхи науки у розвитку радіотехніки та радіоелектроніки.

Потужні передавачі та чутливі приймальні пристрої дали вченим змогу здійснити радіолокацію Місяця, Сонця, Венери, Марса та Юпітера. Сигнал, надісланий із Землі на Місяць, досяг його поверхні, а потім, відбившись, повернувся та був прийнятий на Землі за 2,5 с. Знаючи швидкість поширення радіохвиль вчені визначили відстань від Землі до Місяця, яка, як з'ясувалося становить 384401 км.

Не зайвим буде нагадати, що джерелом радіохвиль є не тільки створені людиною радіопередавачі. Найбільш ефективним в астрофізиці джерелом радіохвиль є нейтральний атом міжзоряного водню, що «працює» на хвилі 21 см. Тому цю хвилю і пропонують прийняти для космічного зв'язку з іншими світами та Галактиками. Зараз радіотелескопи приймають космічні радіосигнали з відстані кілька десятків мільярдів світлових років (Додаток Б). Отже, джерела цих сигналів знаходяться в глибинах Всесвіту, радіомежі якого перевищують можливості оптичних телескопів приблизно в 5000 разів.

Говорячи про спектральний аналіз, вчитель розповідає про те, як за спектром учені визначають хімічний склад тіл не тільки на Землі, але і в космосі. Тепер ми знаємо, що Сонце і зорі (та й інші небесні тіла) складаються з таких самих хімічних елементів, які відомі на Землі. Був випадок, коли новий елемент гелій вчені відкрили спочатку на Сонці, а згодом, майже за 25

років, на Землі. Отже, зорі, Сонце, інші небесні тіла та наша Земля складаються з однакових хімічних елементів, тобто Всесвіт є хімічно єдиним. Він існує та розвивається за тими самими хімічними законами, що відкриті й діють на Землі.

Спектр відбитого рослинами світла відрізняється від спектра прямого сонячного променя. Виявляється, що рослини вбирають частину енергії Сонця, яка падає на них. Внаслідок цього у червоній частині спектра утворюється темна смуга так званого хлорофільного вбирання. Цю особливість астрономи намагалися використати для відшукування рослин на Марсі (астроботаніка).

Закони відбивання світла широко використовуються в астрономії для вивчення поверхні Місяця та планет. Місяць, як холодне космічне тіло з твердою поверхнею, відбиває сонячне світло, не змінюючи його спектрального складу. Однак і за характером відбивання можна судити про такі якості речовини, як її колір, світність, мікрорельєф тощо.

Встановлено, що альbedo (Додаток Б) Місяця становить у середньому 7%. На Землі такими значеннями альbedo характеризуються гірські породи типу базальту, вулканічного туфу та ін. Таке альbedo Місяця свідчить про те, що гірських порід світлого забарвлення, таких як крейда, мрамур, мергель і навіть граніт, альbedo яких становить кілька десятків процентів, на Місяці, очевидно, немає.

Вчені виявили, що світлові хвилі різної довжини відбиваються від Місяця неоднаково. Червоні промені мають найбільше альbedo – 9%, у фіолетових воно всього 4%. Звідси виходить, що поверхня Місяця злегка червоноувата.

Кожна окрема ділянка або окреме утворення на Місяці має своє альbedo залежно від того матеріалу, яким вкрита поверхня.

Цікаво відзначити, що освітленість центра та крайових зон видимого боку Місяця приблизно однакова. Пропорційність освітленості косинусу кута падіння променя тут не справджується (хоча кут падіння в напрямі до

краю диска зростає від 0 до 90°). Це можна пояснити наявністю великої кількості мікронерівностей на поверхні Місяця. В результаті цього в будь-якому її місці виявляється багато площадок, розташованих перпендикулярно до напрямку сонячних променів і до лінії зору. Тому біля країв диска вони і створюють яскравість, однакову з яскравістю центральної частини.

Альbedo, виражене в процентах, для інших планет таке: Меркурій – 7, Венера – 59, Земля – 29, Марс – 15, Юпітер – 44, Сатурн – 42, Уран – 45, Нептун – 52. Велика відбивна здатність у Венери та планет-гігантів пояснюється значною розсіюючою дією їх потужних атмосфер.

Закони відбивання світла мають практичне застосування в геліотехніці: ними користуються при створенні високотемпературних нагрівальних сонячних установок. Концентруванням сонячних променів у фокусі параболоїдних дзеркал досягають температури у тисячу й більше градусів. Такі установки почали застосовувати в сонячних електростанціях, у холодильних агрегатах, плавильних печах тощо.

Плоско-паралельні скляні пластинки широко застосовувалися при візуальній фотометрії в клинових фотометрах. Явище повного відбиття світла використовується у багатьох пристроях до астрономічних інструментів. Наприклад, в усіх візуальних телескопах для спостереження в zenіті застосовуються прямокутні тригранні, а іноді й п'ятигранні zenіт-призми. У них промені, що пройшли через одну грань прямого кута, відбиваються від грані, що лежить напроти цього кута і спрямовуються в око спостерігача без заломлення через другу грань прямого кута. Отже, промінь, що пройшов через телескоп, повертають на 90° .

Говорячи про хвилі різних довжин, доцільно розповісти про спалах у гама-діапазоні, що відбувся у Молочному Шляху. За потужністю випромінювання він на короткий проміжок часу затьмарив повний Місяць. Навіть з відстані 50000 світлових років цей спалах помітно впливав на іоносферу нашої планети. Гігантський спалах, що відбувся 27 грудня 2004 р. спостерігався за допомогою космічного гама-телескопу Swift - дуже великого радіотелескопа

VLA та багатьох наземних обсерваторій. Вибух був найпотужнішим із усіх, що спостерігалися в нашій Галактиці. Його джерелом була нейтронна зірка SGR 1806-20 в сузір'ї Стрільця. Учені змогли спостерігати оболонку, яка утворилася при цьому спалаху. Вона рухається зі швидкістю 10000 км/с. Відносно близьке розташування до спостерігача та величезна швидкість розширення оболонки дає унікальну можливість досліджувати розвиток цього процесу в часі.

Ще один приклад до цієї ж теми. При вивченні радіохвиль учням цікаво дізнатися про міжнародний проект «Радіоастроном», який передбачає створення радіоінтерферометра, база якого значно перевищуватиме діаметр Землі. Він складатиметься з великої кількості радіотелескопів, до складу яких входить по декілька антен у різних районах планети. Якщо база радіоінтерферометра (відстань між антенами) вимірюється кількома десятками кілометрів і більше, застосовують радіорелейні лінії. Зараз для вивчення Всесвіту та його окремих об'єктів використовують методи радіоінтерферометрії з наддалекою базою. При цьому сигнали від антен, розташованих на протилежних точках Землі, реєструються на магнітній стрічці, а згодом їх зіставляють за допомогою спеціального корелятора. Розмір бази радіоінтерферометра може досягти діаметра Землі, а при використанні космічних апаратів – вона може бути ще більшою. Уже зараз проектується гігантський радіоінтерферометр на базі Земля-Місяць. Він дасть змогу детально вивчати структуру Всесвіту та окремих його об'єктів з надвисокою роздільною здатністю.

Вивчаючи спектри випромінювання, слід підкреслити, що як сонячне світло, так і світло від далеких зір дає неперервний спектр випромінювання з фраунгоферовими лініями поглинання.

У неперервному спектрі Сонця й зір лінії поглинання утворюються в результаті проходження світла через порівняно холодні атмосфери зір. Зоряна газова атмосфера вбирає енергію тих світлових хвиль, які вона сама випромінює. Якби у зір і Сонця не було атмосфер, їх спектри були б суціль-

ними, без ліній поглинання. За такими спектрами неможливо було б визначити хімічний склад зоряного об'єкта.

Лінії ж поглинання належать певним газам, які є в атмосферах. А, оскільки ці останні вбирають промені, що йдуть від нижніх гарячих шарів атмосфери, можна зробити висновок про хімічний склад верхньої атмосфери. Так за спектрами визначають хімічний склад атмосфер Сонця і зір, значну частину яких становить водень. Але є зорі з великою кількістю азоту, вуглецю або цирконію.

За спектрами визначають і фізичний стан атмосфер Сонця та зір: тиск, температуру та ступінь іонізації. Так визначили, що у найбільш гарячих зір іонізованим є навіть гелій та багаторазово іонізовані атоми кисню й азоту. У холодних же зір виявляються нейтральні атоми і навіть молекули, наприклад, окиси титану та цирконію.

За зсувом спектральних ліній учені дізнаються про променеві швидкості зір, тобто про швидкості наближення або віддалення зорі.

На цих прикладах учні переконуються в тому, що спектральний аналіз широко застосовується в астрономії і є основним методом вивчення небесних тіл.

Перші застосування лазерів в астрономії відкривають величезні можливості. За допомогою їх у недалекому майбутньому можна буде вивчити рельєф поверхні Місяця у всіх подробицях. Лазери знайдуть застосування у системі космічного зв'язку, а також для передачі енергії в космічному просторі та керуванні космічними кораблями.

Атом і атомне ядро

При вивченні цієї теми слід розповісти учням про той факт, що крім штучних ядерних реакторів існують природні. У надрах нашого світила температура, за розрахунками сягає 20 млн. градусів. При такій температурі відбуваються ядерні реакції перетворення водню в гелій, в результаті чого виділяється колосальна кількість енергії (на кожний грам витраченого водню виділяється 621 млн. кДж).

Існують два основних механізми термоядерних реакцій у надрах зір: протон-протонний і вуглецево-азотний цикли. У процесі цих реакцій синтезуються ядра гелію з ядер водню та виділяється величезна кількість енергії. Число зір, в яких основним є протон-протонний цикл, величезне. В надрах багатьох зір поряд з протон-протонним циклом проходить також вуглецево-азотний цикл та інші.

Таким чином, Сонце - велетенський природний ядерний реактор, такими самими реакторами є й інші зірки.

При розгляданні питання «екологія і астрономія» у відповідності до Державних стандартів базової та повної середньої освіти слід звернути увагу на наступний матеріал. Темп виробництва енергії людством за рахунок експлуатації земних ресурсів увесь час зростає - тенденція досить стійка й можна чекати, що вже через 20 років виробництво енергії виросте в десятки разів. А це означає, що ми відчутно підсилюємо парниковий ефект на Землі, збільшуючи концентрацію вуглекислого газу в атмосфері. Тільки революція в енергетиці, пов'язана з масовим виробництвом ядерної енергії, може дещо змінити ситуацію, хоча й тут існує своя небезпека. У перспективі очікується використання сонячної екологічно чистої енергії, хоча й тут свої проблеми. Відомо, що повна потужність випромінювання Сонця становить близько 10^{23} кВт. Земля, перебуваючи на відстані $1,5 \cdot 10^8$ км від Сонця і маючи радіус близько 6400 км, отримує на площу перерізу Землі близько 10^{14} кВт енергії сонячного випромінювання. Цього потоку енергії з надлишком вистачило б для задоволення енергетичної потреби земної цивілізації сьогодні й у віддаленому майбутньому. Але існує проблема з ретрансляцією сонячної енергії на поверхню Землі крізь її мало прозору для сонячного випромінювання атмосферу. А поки що ми підсилюємо парниковий ефект на Землі й приводимо до зміни клімату на ній. До цього потрібно додати й поступове зменшення прозорості атмосфери за рахунок викиду мільйонів тонн антропогенних аерозолів - продуктів згоряння автомобільного і насамперед ракетного палива, а також за рахунок лісових пожеж.

Інший факт пов'язаний з порушенням кисневого балансу в атмосфері. Його запаси в земній атмосфері величезні - близько 10^{15} тонн. Але своєю діяльністю ми постійно вилучаємо кисень із атмосфери. З однієї сторони це пов'язане зі спалюванням органічного палива, а з іншого боку - зі знищенням зеленого покриву - постачальника кисню в атмосферу. І тут тенденція дуже небезпечна. Підрахунки показують, що за останні кілька десятиліть рівноважна кількість кисню в земній атмосфері зменшилася на 15-20%. Цей процес може привести до кисневого голодування майбутніх поколінь.

Кілька слів про озон у земній атмосфері. Молекули озону, активно поглинаючи випромінювання Сонця в ближній ультрафіолетовій ділянці спектру, рятують все живе на Землі від загибелі. Але людство, не бажаючи цього, сприяє зменшенню концентрації озону в атмосфері. Найбільш активними руйнівниками озонного шару є молекули різного роду фреону - речовини, яку використовують у виробництві холодильників. Підраховано, що щорічно в атмосферу надходить близько 10 мільйонів тонн фреону. Це означає, що коли в найближчі роки така діяльність людства не припиниться, то вже через кілька десятиліть товщина озонового шару в атмосфері відчутно зменшиться.

Таким чином, виникає цілий ряд проблем, пов'язаних зі згубним впливом людини на сформований мільярдами років баланс біосфери на Землі. Але головним залишається питання "Що робити?". Така філософія людини та цивілізації в цілому, що вони не можуть зменшити темп розвитку технологій, і ми завжди радіємо будь-яким досягненням науки й виробництва, які сприяють нашому миттєвому забезпеченню життєво необхідними ресурсами. Але ми повинні усвідомити наявність все зростаючої небезпеки для життя людини, яка викликана діяльністю самої ж людини. Досить парадоксальна ситуація. Ми говоримо про загрозу людству з боку зовнішніх космічних факторів - зустрічі з великими астероїдами або кометами, з можливими катаклізмами на Сонці. Вже зараз організований міжнародний патруль для спостереження за рухом великих астероїдів на околицях Сонця й розроблені проекти запобігання їхнього зіткнення із Землею, але ймовірність таких зіткнень дуже мала,

а Сонце - зірка спокійна. Тоді виходить, що сама більша загроза для земної цивілізації є діяльність самої цивілізації.

2.1.2. Задачі астрономічного змісту, які використовуються на уроках фізики

Фізичною задачею називають певну проблему, яка в загальному випадку розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів фізики.

У методичній літературі під задачею зазвичай розуміють доцільно підібрані вправи, основне призначення яких полягає у вивченні фізичних явищ, формуванні понять, розвитку логічного мислення учнів і прищеплення їм умінь застосовувати свої знання на практиці [182, с. 55 – 57].

Розв'язування задач є невід'ємною складовою частиною навчального процесу, бо дозволяє формувати і збагачувати фізичні поняття, розвивати фізичне мислення учнів, їх навички застосування знань на практиці. У процесі розв'язування задач формуються працелюбність, допитливість розуму, самостійність у судженнях, виховується інтерес до навчання, загартовується воля та характер, розвивається вміння характеризувати явища, узагальнювати відомості про них тощо. Велика роль задач у здійсненні політехнічного принципу навчання. Розв'язування задач є способом перевірки і систематизації знань, дає можливість раціонально проводити повторення, розширювати і поглиблювати знання, сприяє формуванню світогляду, знайомить з досягненнями науки, техніки тощо.

Задачі відрізняються одна від одної за багатьма ознаками: за змістом, за способом завдання, за дидактичною метою та ін. Класифікація задач за певними ознаками дозволяє раціонально здійснювати їх підбір та розробити методику їх розв'язання. Існують різні класифікації задач. Нижче наведена одна з можливих класифікацій.

За змістом:

- конкретні,
- абстрактні,
- з міжпредметним змістом,
- технічні,
- історичні,
- з певних розділів курсу фізики.

За дидактичною метою:

- тренувальні,
- творчі,
- дослідницькі,
- контрольні.

За способом подання умови:

- текстові,
- графічні,
- експериментальні,
- задачі-малюнки (або фотографії).

За ступенем складності:

- прості,
- середньої складності,
- складні,
- підвищеної складності.

За вимогою:

- на знаходження невідомого,
- на доведення,
- на конструювання,

За способом розв'язування:

- експериментальні,
- обчислювальні,
- графічні.

Розглянуту класифікацію не можна вважати досить повною, оскільки одна й та ж задача може бути віднесена до різних груп, проте вона досить зручна у застосуванні. У цю класифікацію не ввійшли також якісні задачі.

У залежності від того, які логічні операції застосовуються при розв'язуванні задач, розрізняють методи розв'язування – аналітичний, синтетичний, та аналітико-синтетичний.

Аналітичний метод полягає у розділенні задачі на кілька простіших задач. Розв'язання розпочинається з шуканої величини. У результаті аналізу відшуковують закономірність, що зв'язує шукану величину з заданими. Якщо у закономірність входять крім шуканої величини інші невідомі, то шукають інші закономірності, що зв'язують їх з відомими в умові задачі. Розрахункова формула одержується як синтез окремих закономірностей.

При синтетичному методі послідовно виявляють зв'язок величин, які дані в умові з іншими до тих пір, поки у рівнянні не вийде тільки одна шукана невідома величина. Отже на відміну від аналітичного методу, де починають з шуканої величини, в синтетичному методі починають з величин, заданих в умові задачі.

У чистому вигляді аналітичний і синтетичний, як окремі методи майже не застосовуються. При розв'язуванні задач використовують, як правило, і аналіз і синтез, тобто застосовують аналітико-синтетичний метод.

У залежності від математичного апарату, що застосовують при розв'язуванні задач, виділяють такі способи розв'язування обчислювальних задач: арифметичний, алгебраїчний, геометричний.

При арифметичному способі задачу розв'язують за питаннями, тобто застосовують математичні дії або тотожні перетворення над фізичними величинами без складання рівняння.

Алгебраїчний спосіб ґрунтується при використанні фізичних формул для складання рівнянь, з яких визначається шукана фізична величина.

Замість геометричного способу вживають термін геометричний прийом. Він полягає у застосуванні при розв'язуванні задач геометричних і тригонометричних властивостей фігур.

Усе це дозволяє говорити про розв'язування задач як метод навчання. Розв'язування задач астрономічного змісту на уроках фізики має свої особливості. Вчителю треба спрямувати увагу учнів не тільки на вміння розв'язувати задачі певного типу з використанням фізичних законів, а й довести до свідомості учнів зміст одержаних результатів. Також необхідно формувати в учнів впевненість, що космічні явища різного масштабу можна пояснити на основі фізичних законів, які відкриті в земних умовах.

Вивчаючи механіку у 9-му класі загальноосвітньої школи, учні розглядають рух тіла по колу. Серед прикладів такого руху вчитель нагадує учням, що багато тіл Сонячної системи рухаються по траєкторіях близьких до колових. Далі розглядаються гравітаційні сили і закон всесвітнього тяжіння. Вивчення цього закону в шкільних підручниках обмежується розглядом руху Землі навколо Сонця та Місяця навколо Землі. Або розглядається рух штучного супутника навколо абстрактної планети [130, с.81].

Таблиця 2.2

Фізичні характеристики планет Сонячної системи

Назва планети	Радіус планети $R \cdot 10^3$ м	Відстань від планети до Сонця $S \cdot 10^9$, м	Назва супутника	Період обертання супутника T , діб	Відстань від планети до супутника $r \cdot 10^6$, м
Меркурій	2439	57,9	-	-	-
Венера	6051	108,2	-	-	-
Земля	6378	149,6	Місяць	27,32	384,4
Марс	3394	227,9	Фобос	0,32	9,4
			Деймос	1,26	43,5
Юпітер	71400	778,3	Іо	1,77	422,0
			Європа	3,55	671,0
			Ганімед	7,15	1070,0
			Калісто	18,69	1880,0
Сатурн	60240	1427,2	Титан	15,95	1223,0
Уран	24300	2869,3	Оберон	13,46	586,4
Нептун	25050	4498,5	Тритон	5,88	353,6

Вивчаючи цей розділ, доцільно познайомити учнів з фізичними характеристиками інших планет Сонячної системи, але не у вигляді фактичних даних, а шляхом розв'язування задач та порівняння результатів обчислень з табличними даними, які можна одержати з довідкової літератури. У таблиці 2.2 подані деякі відомі величини щодо планет, за допомогою яких вчитель може сформулювати ряд задач і запропонувати їх учням.

Виходячи з даних таблиці 2.2, учням пропонується знайти такі характеристики планет, як маса, прискорення вільного падіння на поверхні кожної з них, а також доцільно познайомити учнів з поняттям першої та другої космічних швидкостей. Наводимо приклади задач.

Задача 1

Чому дорівнює маса Марса, якщо відомо, що його супутник Фобос знаходиться від нього на відстані $r = 9,4 \cdot 10^6$ м і має період обертання (T) навколо планети 0,32 доби.

Розв'язок. На супутник при його русі навколо планети діє сила всесвітнього тяжіння: $F = G \frac{m \cdot M}{r^2}$. Ця сила за другим законом Ньютона надає су-

путнику доцентрового прискорення $a = \frac{v^2}{r}$, де $v = \frac{2\pi r}{T}$, звідси $a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$.

Тоді можемо записати: $\frac{4\pi^2 r m}{T^2} = G \frac{m M}{r^2}$, звідки одержимо $M = \frac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$

$$M = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (9,4 \cdot 10^6)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (0,32 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60)^2} = 6,425 \cdot 10^{23} \text{ кг}.$$

Таким чином можна обрахувати маси планет, які мають супутники. Якщо планета має два чи більше супутника, вірність розрахунків доцільно перевірити декількома способами. Також можна знайти масу Сонця, вважаючи планети його супутниками.

Задача 2

Знайти прискорення вільного падіння поблизу поверхні Марса, якщо відомо, що радіус його дорівнює $3394 \cdot 10^3$ м, а значення маси використати з попередньої задачі.

Розв'язок. Розглянемо випадок коли тіло знаходиться над рівнем поверхні Марса на висоті, якою можна знехтувати порівняно з радіусом цієї планети. Тоді під дією сили всесвітнього тяжіння тіло набуває прискорення g і рівняння руху тіла запишемо у вигляді:

$$G \frac{mM}{R^2} = mg, \text{ звідси } g = G \frac{M}{R^2} .$$

$$\text{Отже } g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{6,425 \cdot 10^{23}}{(3394 \cdot 10^3)^2} = 3,71 \text{ м/с}^2 .$$

Задача 3

Яку швидкість треба надати тілу біля поверхні Марса, щоб воно стало його штучним супутником? Значення прискорення вільного падіння взяти з попередньої задачі.

Розв'язок. Згідно другого закону Ньютона, сила, яка діє на супутник з боку планети, надає йому доцентрового прискорення. Тому можна записати:

$$\frac{mv^2}{R} = G \frac{mM}{R^2}, \text{ звідси } v = \sqrt{G \frac{M}{R}} .$$

Якщо тіло знаходиться біля поверхні планети, то сила притягання до неї практично дорівнює силі тяжіння mg . Тоді $mg = G \frac{mM}{R^2}$, а $g = G \frac{M}{R^2}$. Мо-

жемо записати $G \frac{M}{R} = gR$. Підставимо це значення у формулу швидкості,

одержимо: $v = \sqrt{gR}$.

$$v = \sqrt{3,71 \cdot 3394 \cdot 10^3} = 3548 \text{ м/с} .$$

Цю швидкість називають першою космічною швидкістю для Марса. Набувши такої швидкості, тіло буде рухатися по коловій орбіті навколо планети.

Задача 4

Яку треба надати швидкість космічному апарат, у щоб він, стартуючи з Марса, назавжди покинув Сонячну систему?

Розв'язок. Така швидкість називається другою космічною і знаходиться за формулою: $v_{2k} = \sqrt{2} \cdot v_{1k}$. Знаходимо її значення для Марса:

$$v_{2k} = \sqrt{2} \cdot 3553 = 5025 \text{ м/с}.$$

Для кращого розуміння величин першої та другої космічних швидкостей, після одержання результатів, доцільно перевести їх у більш сприйнятливі для дитячої уяви одиниці (км/год) і порівняти з швидкостями, з якими учні стикаються у повсякденному житті.

У роботі, як приклад, наведені розрахунки тільки для однієї планети, але доцільно повторити їх для всіх планет Сонячної системи і зробити разом з учнями порівняльний аналіз результатів.

Подані задачі підібрані таким чином, щоб для розв'язання наступної учні повинні були користуватися відповіддю попередньої. Мета такої роботи полягає в тому, щоб з малої кількості відомих величин знайти якомога більше фізичних характеристик всіх планет Сонячної системи.

Проблемі знаходження мас небесних об'єктів різними способами доцільно приділити особливу увагу.

1. Знаходження маси Землі:

a) за гравіметричними даними.

Масу небесного тіла можна визначити з вимірів ваги на поверхні даного тіла (гравіметричний спосіб). Цей спосіб полягає в наступному. На підставі закону тяжіння прискорення сили тяжіння на поверхні Землі $g = G \frac{m_{\oplus}}{R^2}$, де

$$m_{\oplus} - \text{маси Землі, } R - \text{її радіус. Звідси маса Землі дорівнює } m_{\oplus} = \frac{gR^2}{G}.$$

Прискорення сили тяжіння g (точніше прискорення складової сили тяжіння, обумовлено тільки силою притягання), так само, як і радіус Землі R , визначається з безпосередніх вимірів на поверхні Землі. Постійна тяжіння G

досить точно визначена з дослідів Кавендіша та Йоллі, добре відомих у фізиці. Підставивши знайдені таким чином величини

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м/кг} \cdot \text{с}^2,$$

$$R = 6378 \text{ км} = 6378 \cdot 10^3 \text{ м},$$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$, знаходимо масу Землі, отримуємо: $m = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$. Знаючи масу Землі та її об'єм, легко знайти середню густину Землі. Вона дорівнює $5,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

б) за параметрами ШСЗ

Протягом останніх десятиліть на орбіти навколо Землі виведено сотні штучних супутників Землі (ШСЗ) різного призначення. Деякі з них використовуються для визначення розподілу прискорення вільного падіння по поверхні Землі й уточнення його значення на екваторі Землі. Очевидно, параметри орбіт ШСЗ можна використати для визначення маси Землі, застосувавши третій, уточнений Ньютоном, закон Кеплера. В разі ж колової орбіти ШСЗ масу Землі можна визначити і без застосування третього закону Кеплера. В цьому випадку використовують відому просту залежність:

$$G \frac{m_{\oplus} m_c}{r^2} = \frac{m_c v^2}{r}, \text{ де } v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r}.$$

$$\text{Тоді маємо: } G \frac{m_{\oplus}}{r^2} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r}, \text{ звідки } m = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}.$$

Для визначення маси Землі скористаємося параметрами колової орбіти ШСЗ «Космос – 206», виведеного на орбіту 1.09.1983 р. Для цього супутника $h = 630 \text{ км}$, $T = 97^{\text{м}}$. Очевидно, що відстань від центру маси Землі до супутника $r = R + h$, де R – радіус Землі. Отже у нашому випадку $r = 6378 + 630 = 7008 \text{ км} \approx 7 \cdot 10^6 \text{ м}$, а $T = 97^{\text{м}} \cdot 60^{\text{с}} = 5820^{\text{с}}$. Підставивши значення одержуємо:

$$m_{\oplus} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (7 \cdot 10^6)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5820} = 5,984 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

Як бачимо, це значення близьке до того, яке знайдене гравіметричним методом.

У 11 класі учні знайомляться з принципом відносності Ейнштейна. Вони з'ясовують, що тіло не може рухатися із швидкістю, яка перевищує швидкість світла у вакуумі. Але учнів часто цікавить, які зміни будуть відбуватися з тілом, яке буде рухатися із швидкістю близькою до швидкості світла ($3 \cdot 10^8$ м/с). Користуючись формулами зміни маси об'єкта, який рухається, зміни розмірів тіла, та зміни часу, протягом якого тіло знаходиться у русі, запропонуйте учням розв'язати декілька задач.

Задача 1

Уявіть, що у майбутньому космічні кораблі зможуть рухатися із швидкістю, яка близька до швидкості світла, наприклад $2,9 \cdot 10^8$ м/с. Нехай маса корабля становить 100 т, а довжина 100 м. Знайти, який час мине на кораблі, поки на Землі пройде 1 рік; як зміняться розміри і маса корабля з точки зору земного спостерігача.

При розв'язанні якої завгодно фізичної задачі учні знають, що перш за все треба привести всі одиниці до системи СІ. Але у нашому випадку при знаходженні часу зручно його знаходити у добах. Знаючи, що 1 рік складається з 365 діб, підставимо дані й одержимо:

$$t = \frac{365 \text{ діб}}{\sqrt{1 - \left(\frac{2,9 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2}} = 1425 \text{ доби} = 3,9 \text{ роки};$$

При знаходженні маси зручно результат одержати у тонах, тому підставляємо:

$$m = \frac{100}{\sqrt{1 - \left(\frac{2,9 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2}} = 391 \text{ т};$$

$$l = 100 \text{ м} \sqrt{1 - \left(\frac{2,9 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2} = 25,6 \text{ м};$$

Із розрахунків бачимо, що коли тіло рухається відносно Землі зі швидкістю, яка дорівнює $2,9 \cdot 10^8$ м/с, то його маса, з точки зору земного спостері-

гача, збільшилася майже у 4 рази, а довжина зменшилася теж у 4 рази. Час на кораблі, з точки зору земного спостерігача, буде плинати у 4 рази повільніше.

Після розв'язання такої задачі учні часто зауважують, що швидкість, яку ми взяли, не дуже близька до швидкості світла. Уявімо, що ці швидкості рівні, тоді $\frac{v}{c} = 1$, а вираз $\sqrt{1 - 1^2}$ говорить про те, що коли ми будемо розраховувати час і масу, то вони будуть прямувати до безмежності, у той час, як довжина об'єкту, який рухається – прямуватиме до 0. Проробимо розрахунки для швидкості руху 299999999 м/с.

Задача 2

Нехай космічне тіло масою 100т і діаметром 100 м рухається зі швидкістю 299999999 м/с у системі відліку відносно Землі. Як зміняться маса, розміри та час польоту цього тіла поки на Землі пройде 1 рік.

$$t = \frac{1 \text{ рік}}{\sqrt{1 - \left(\frac{299999999 \text{ м/с}}{300000000 \text{ м/с}}\right)^2}} = 11952 \text{ роки};$$

$$m = \frac{100}{\sqrt{1 - \left(\frac{299999999 \text{ м/с}}{300000000}\right)^2}} = 1195227 \text{ т};$$

$$l = 100 \text{ м} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{299999999 \text{ м/с}}{300000000 \text{ м/с}}\right)^2} = 0,083666 \text{ м} \approx 8 \text{ см}$$

Проводячи аналіз даної задачі, учні проходять до висновку, що ці швидкості не реальні і на даний час не мають практичного застосування.

Повернемося до реальних речей і з'ясуємо, як зміняться параметри космічного корабля, який рухається з третьою космічною швидкістю відносно Землі.

Задача 3

Космічний корабель масою 40 т та довжиною 30 м рухається із швидкістю 16,6 км/с у системі відліку, яка зв'язана з Землею. З'ясувати чи зміняться

маса, довжина корабля та час перебування його в русі на впродовж земного року.

$$m = \frac{40}{\sqrt{1 - \left(\frac{1,66 \cdot 10^4 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2}} = 40,065 \text{ т};$$

$$\Delta m = 40,065 \text{ т} - 40,000 \text{ т} = 0,065 \text{ т} = 65 \text{ кг};$$

$$l = 30 \text{ м} \sqrt{1 - \left(\frac{1,66 \cdot 10^4 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2} = 29,95 \text{ м};$$

$$\Delta l = 30,00 \text{ м} - 29,95 \text{ м} = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см};$$

$$t = \frac{365 \text{ дб}}{\sqrt{1 - \left(\frac{1,66 \cdot 10^4 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2}} = 365,55 \text{ дб};$$

$$\Delta t = 365,55 \text{ дб} - 365,00 \text{ дб} = 0,55 \text{ доби} = 13,5 \text{ години}$$

Ці зміни відбуваються для спостерігача, який знаходиться в системі координат, відносно якої рухається дане тіло. Якщо спостерігач буде рухатися разом з тілом, то ніяких змін, з його точки зору, не відбудеться.

Задача 4

Визначити яке зменшення діаметра Землі буде мати місце в системі відліку відносно Сонця, якщо радіус Землі у стані спокою буде 6371 км.

$$l = 6371000 \text{ м} \sqrt{1 - \left(\frac{2,978 \cdot 10^4 \text{ м/с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2} = 6370999,971 \text{ м}$$

$$\Delta l = l - l_0 = 6370999,971 \text{ м} - 6371000 = 0,003 \text{ м} = 3 \text{ см}$$

Якщо радіус Землі при русі зменшиться на 3 см, то діаметр на 6 см. При виборі іншої системи відліку (наприклад відносно центра Галактики) ці результати будуть іншими.

Задача 5.

Використавши закон взаємозв'язку маси й енергії, розрахувати, наскільки зміниться маса Сонця за 1 с, якщо за цей час воно випромінює

$3,83 \cdot 10^{26}$ Дж енергії. Скільки потрібно часу, щоб маса Сонця, яка складає $2 \cdot 10^{30}$ кг, змінилася на 0,1 %?

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2};$$

Підставивши чисельні значення, одержимо:

$$\Delta m = \frac{3,83 \cdot 10^{26} \text{ Дж}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} = 4,2 \cdot 10^9 \text{ кг};$$

Таким чином, щосекунди за рахунок випромінювання Сонце втрачає 4,2 млн. т своєї маси. Однак ця величина настільки мала в порівнянні зі всією масою Сонця, що протягом декількох століть, і навіть тисячоліть, масу Сонця можна вважати незмінною. Підрахуємо час, за який Сонце втрачає 0,1% своєї маси.

$$t = \frac{M \cdot 10^{-3}}{\Delta m};$$

$$t = \frac{2 \cdot 10^{30} \text{ кг} \cdot 10^{-3}}{4,2 \cdot 10^9 \text{ кг}} = 4,8 \cdot 10^{16} \text{ с} \approx 15 \cdot 10^8 \text{ років} = 1500 \text{ млн. років}$$

Кожна розв'язана задача робить внесок у розвиток логічного мислення учня. Якщо ця задача наповнена астрономічним змістом, то учні не тільки опановують принцип її розв'язування, а ще отримують інформацію, яка наближає їх до «розкриття таємниць Всесвіту».

2.1.3. Лабораторні роботи з фізики з елементами астрономії

Під лабораторними роботами розуміють таку організацію навчального експерименту, при якій кожен учень працює з приладами чи установками.

Дидактична роль лабораторних робіт надзвичайно велика. Сприймання при виконанні лабораторних робіт засновані на більшій і різноманітній кількості чуттєвих вражень і стають глибшими та повнішими порівняно зі сприйманням при спостереженнях за експериментом. При виконанні лабораторних робіт учні навчаються користуватися приладами, як знаряддями екс-

периментального пізнання, набувають навичок практичного характеру. У деяких випадках наукове трактування поняття стає можливим лише після безпосереднього ознайомлення учнів з явищами, що вимагають відтворення дослідів самими учнями, у тому числі і під час виконання лабораторних робіт. Виконання лабораторних робіт сприяє поглибленню знань учнів з певного розділу фізики, набуттю нових знань, ознайомленню з сучасною експериментальною технікою, розвитку логічного мислення.

Лабораторні роботи мають також важливе виховне значення, оскільки вони дисциплінують учнів, привчають їх до самостійної роботи, прищеплюють навички лабораторної культури.

Лабораторні роботи класифікуються за різними ознаками [182, с. 61]:

- за змістом – відносяться до певного розділу;
- за методами виконання та обробки результатів - спостереження, якісні досліди, вимірювальні роботи, кількісні дослідження функціональних залежностей величини;
- за мірою самостійності учнів під час роботи – перевірочні, евристичні, творчі;
- за дидактичною метою – вивчення нового, повторення, закріплення, спостереження тощо;
- за місцем у навчальному процесі – попередні, ілюстративні, підсумкові;
- за організаційною ознакою – фронтальні лабораторні роботи, практикум, домашній експеримент.

Остання класифікація найзагальніша та найпоширеніша. Вона дає можливість розглядати експеримент з точки зору методів навчання, правильно визначити місце кожного з його видів у системі навчальних занять з фізики, раціонально підбирати навчальне обладнання.

Використовуючи в курсі фізики загальноосвітньої школи задачі та лабораторні роботи з астрономічним змістом, ми переслідуюмо певні цілі:

- усвідомлення значення фізичних законів у вивченні матеріального світу та меж їх застосування;
- розкриття суті фізичних методів дослідження в астрономії;
- формування діалектико-матеріалістичного світогляду;
- вміння аналізувати одержані результати та робити узагальнюючі висновки;
- одержання нових елементів знань.

Ці цілі не можуть бути досягненні розв'язанням декількох задач та лабораторних робіт з фізико-астрономічним змістом. Потрібен комплекс завдань, який впродовж всього курсу фізики підготує учнів до кращого розуміння астрономії при її вивченні у 11 класі та допоможе сформувати в учнів упевненість, що космічні явища різного масштабу можна пояснити на основі фізичних законів, які відкриті в земних умовах. А це питання пропедевтики астрономічних знань учнів в курсі фізики загальноосвітньої школи.

Наведемо приклади лабораторних робіт, які можна використовувати на уроках фізики.

При вивченні теми “Світлові явища” учні знайомляться з поняттям променя та його властивостями, причинами утворення тіней та напівтіней. У цьому розділі має місце розгляд утворення сонячних та місячних затемнень. До цього часу учні повинні мати уявлення про розміри Сонячної системи, про відстані від Землі до Місяця, та від Сонця до Землі.

Лабораторна робота № 1

Сонячне та місячне затемнення

Мета: познайомити учнів з явищами, які виникають при сонячному та місячному затемненнях.

Приклади: шкільний телурій, плакати із зображенням схеми сонячного та місячного затемнень.

Завдання:

1. На шкільному телурії закріпити на дротині невеличку кульку, яка буде виконувати на моделі функцію Місяця.

2. Ввімкнути телурій та подивитися, як Сонце освітлює Землю.
 3. Розташувати “Місяць” між Сонцем і Землею. Розглянути утворення тіні, напрямом у якому вона відкидається, її розміри відносно “Місяця” і Землі.
 4. Замалювати відповідну схему у зошиті, накреслити хід променів, з’ясувати, яке це буде затемнення (сонячне або місячне).
 5. Розташувати Землю між Сонцем і “Місяцем”. Розглянути утворення тіні, напрямом її відкидання, розміри відносно “Місяця” і Землі.
 6. Замалювати відповідну схему у зошиті, накреслити хід променів, з’ясувати, яке це буде затемнення (сонячне або місячне).
- Зробити висновки.

Методичні вказівки:

1. Розміри кульки (“Місяця”) треба підібрати таким чином, щоб була можливість отримати чітку тінь.
 2. Якщо учні самостійно не зможуть намалювати хід променів Сонця при сонячному або місячному затемненні, для допомоги учням доцільно скористатися відповідними плакатами або малюнком у підручнику “Фізика – 8”.
- Також, при вивченні теми “Світлові явища”, учні знайомляться з оптичними приладами, такими, як мікроскоп, телескоп та інші. Доцільно запропонувати учням лабораторну роботу по вивченню принципу дії телескопа.

Лабораторна робота № 2

Принцип дії телескопа

Мета: познайомити учнів з оптичною схемою, принципом дії телескопа, а також з навиками роботи з ним.

Прилади і матеріали: телескоп, плакат з зображенням ходу променів у телескопах різного типу (рефлектор, рефрактор).

Завдання:

1. Розглянути хід променів на оптичних схемах рефлектора і рефрактора, з’ясувати принцип дії таких телескопів.

2. Навести телескоп на вказаний вчителем об'єкт, за допомогою гвинтів наводки одержати чітке зображення.

3. Розглянути одержане зображення, визначити його характеристики (дійсне, зменшене, обернене)

4. Накреслити хід променів при утворенні зображення за допомогою телескопа.

5. Зробити висновки.

Методичні вказівки:

Лабораторну роботу доцільно проводити вдень, тому що вона не визначає за мету спостереження за небесними об'єктами. Мета роботи – навчити учнів користуватися телескопом, як одним з оптичних приладів, про який іде мова в темі “Світлові явища” у 8 класі. При підбиранні об'єктів дослідження треба вибирати такі, у яких одразу ж можна визначити “перевернутість” зображення, наприклад, телевізійна вежа, дерево, будинок та ін. У 11 класі учні ще зустрінуться з телескопом, як інструментом для спостереження небесних об'єктів (Сонця, Місяця, планет, зірок, туманностей, зоряних скупчень та ін.).

Процеси, які відбуваються в атмосфері Землі, не можуть залишитися без уваги вчителів фізики та астрономії. Хоча у програмі з астрономії конкретно не розглядається поняття вологості повітря, але вивчається будова земної атмосфери та згадується про клімат на Землі. У підручнику фізики 10-го класу за авторством Коршака Є.В. та інш. пропонується лабораторна робота по визначенню відносної вологості повітря за допомогою метеорологічних приладів. В продовження цієї теми можна запропонувати учням лабораторну роботу дослідницького характеру, яку доцільно використати при проведенні фізичного практикуму наприкінці 10-го класу. Для проведення роботи в повному об'ємі потрібно відвести дві академічні години. Якщо такої можливості немає, то доцільно запропонувати учням виконати тільки першу частину роботи.

Лабораторна робота № 3

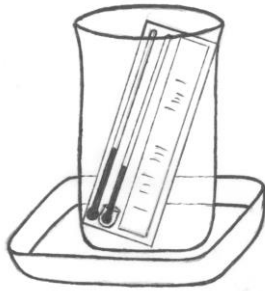
Дослідження залежності відносної вологості повітря від зміни температури та тиску

Мета: Дослідити, як залежить зміна відносної вологості повітря від поступової зміни температури або тиску.

Прилади та матеріали: Психрометр, скляна посудина, вакуумна тарілка з ковпаком, кювета, гаряча вода.

Хід роботи:

1. Зібрати установку згідно малюнку
2. Налити у кювету воду кімнатної температури.



Якщо психрометр не вміщується у посудину, або температура у приміщенні занадто низька та не дозволяє зробити досліди за допомогою психрометра, у якого шкала починається з 15°C , пропонується використувати два однакові термометра, у яких шкала починається з 0°C .

Рис 2.1. Прилад для проведення лабораторної роботи

3. Зняти покази обох термометрів: t_1 – покази сухого, t_2 – покази вологого термометрів. Визначити різницю показів термометрів $\Delta t = t_1 - t_2$. Знаючи покази “сухого” термометру - t_1 та різницю показів двох термометрів Δt , за допомогою таблиці, яка розташована на панелі психрометра, або у підручника [125, с. 83] знайти відносну вологість повітря у закритій посудині.

4. Поступово збільшувати температуру в посудині з психрометром. Для цього у кювету додавати порціями гарячу воду та кожний раз знімати покази термометрів. Для кожного випадку знайти відносну вологість повітря.

5. Результати вимірювань і обчислювань занести у таблицю 2.3.

6. Побудувати графік залежності відносної вологості повітря від температури.

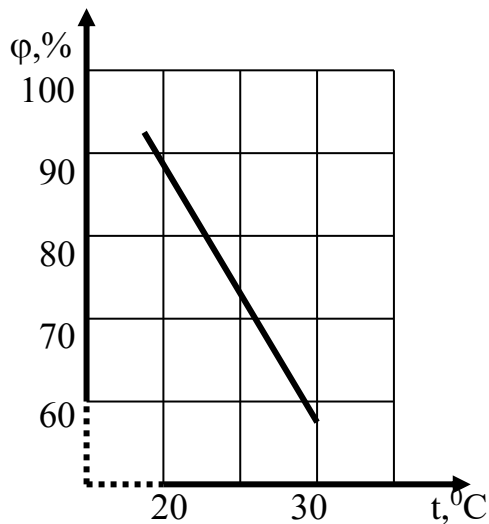
7. Зробити висновки.

Проробивши дану роботу ми отримали такі результати.

Таблиця 2.3

Таблиця результатів для знаходження відносної вологості повітря

№ п/п	Покази “сухо-го” термометра, $t_1, ^\circ\text{C}$	Покази “волого-го” термометра, $t_2, ^\circ\text{C}$	Різниця показів $\Delta t = t_1 - t_2$	Відносна вологість $\varphi, \%$
1.	19	18	1	91
2.	22	20	2	82
3.	26	22	4	69
4.	30	24	6	58



За результатами досліду побудували графік залежності відносної вологості від температури. Користуючись цим графіком (рис.2.2), можна зробити висновок, що при збільшенні температури, відносна вологість повітря буде зменшуватися при умові сталого атмосферного тиску.

Рис. 2.2. Графік залежності відносної вологості повітря від температури.

Додаткове завдання:

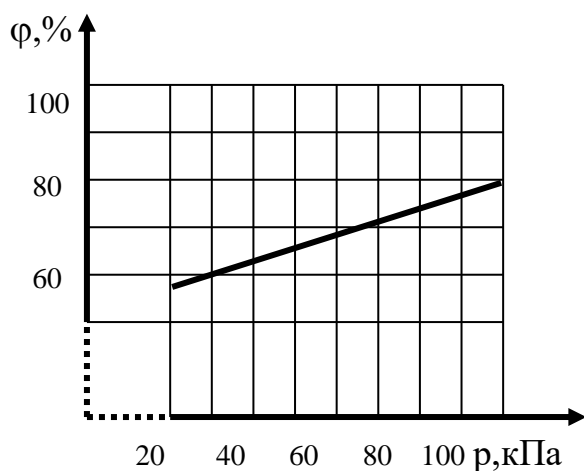
1. Розмістити психрометр на вакуумній тарілці під ковпаком. Виміряти відносну вологість повітря.
2. Відкачати насосом частину повітря, зменшивши тиск під ковпаком на 40 кПа. Виміряти відносну вологість повітря.
3. Провести аналогічні виміри,
4. Одержані результати занести у таблицю.
5. Накреслити графік залежності відносної вологості від тиску.
6. Зробити висновки.

У процесі роботи були одержані такі результати:

Таблиця 2.4

Таблиця результатів для знаходження відносної вологості повітря

№ п/п	Тиск. p , кПа	Покази “сухо- го” термомет- ра. t_1 , °С	Покази “во- логого” тер- мометра. t_2 , °С	Різниця по- казів. $\Delta t = t_1 - t_2$	Відносна воло- гість. φ , %
1.	100	16	14	2	80
2.	60	16	12,5	3,5	67
3.	20	16	11	3	57



За результатами досліду побудували графік залежності відносної вологості від тиску.

Користуючись графіком (рис. 2.3), можна зробити висновок, що при зменшенні тиску, відносна вологість буде зменшуватися при умові сталої температури повітря. (значення t_1)

Рис. 2.3. Графік залежності відносної вологості повітря від тиску

Використання в учбовому процесі аналогічних лабораторних робіт допомагає учням глибше зрозуміти матеріал, розібратися в суті фізичних процесів і підготувати учнів для сприйняття більш складних тем з астрономії, які вони будуть вивчати у випускному класі.

2.2. Реалізація принципу наочності в процесі пропедевтики астрономічних знань

2.2.1. Використання моделей та моделювання як принципу образотворчої наочності

Одним з основних принципів навчання є принцип наочності. Дотримання його під час навчання фізики в середній школі полегшує засвоєння учнями навчального матеріалу, сприяє формуванню у школярів наукових уявлень по фізичні явища та процеси, забезпечує міцні та глибокі знання. Але під час уроку не завжди можна демонструвати натуральні об'єкти і явища. У таких випадках, з метою забезпечення наочності навчання фізики та астрономії, звертаються до образотворчої наочності, яку можна поділити на дві групи:

- об'ємні (моделі, макети, колекції);
- площинні (таблиці, плакати, монтажні, діаграми, малюнки, записи та замальовки на дошці).

В основі використання образотворчої наочності на уроках лежить цілком певний психічний процес. Учитель використовує такі збудники, які сильно впливають на органи відчуття учнів, ґрунтовно перебудовуючи всі його психічні функції. Зорові та слухові аналізатори, які беруть участь у процесі сприймання, забезпечують отримання міцних і повних знань про об'єкт вивчення.

Для сприйняття образотворчої наочності дуже важливо, що зорові аналізатори володіють значно вищою пропускнуою можливістю, ніж слухові. Але основну інформацію учні отримують за допомогою сигналів, які сприймаються слуховими аналізаторами. Таким чином здоровий аналізатор, як засіб одержання навчальної інформації, має значні потенціальні резерви.

Для успішного навчання важливо, щоб у процесі сприйняття брало участь якомога більше видів цього процесу. На першому місці за значенням і ефективністю при застосуванні образотворчої наочності є комбіновані зорово-слухові види сприйняття, потім ідуть зорові і, нарешті, слухові [41, с 145 – 153]. Тому під час використання таких засобів навчання організм учня знаходиться під впливом потужного потоку інформації, що створює емоційну основу, на базі якої полегшується перехід від чуттєвого образу до логічного мислення, або абстрагування.

Використання образотворчої наочності дозволяє вводити на уроках фізики астрономічний матеріал, який відображає навколишній світ. Але цей матеріал служить моделлю, яка дає з певною мірою наближення уявлення про оригінал. Такий матеріал завжди подається з найбільшою простотою та доступністю для сприймання, а знання забезпечують у подальшому перехід до вищого рівня пізнання та теоретичних висновків.

Розглянемо, що являє собою модель і які моделі можна використовувати у пропедевтиці астрономічних знань учнів на уроках фізики.

Слово „модель” походить від латинського *modulus* (міра), яке тісно пов’язане зі словом *modus* (міра. спосіб, вид), отже значення копії або образу.

У наукових дослідженнях у поняття „модель” вкладається дещо інший зміст. Моделлю може бути буді-який об’єкт, установка, явище або мислений образ, за допомогою яких вивчаються більш складні явища, споруди, машини. Модель використовують тоді, коли безпосередньо дослідити відповідні об’єкти неможливо.

У наукових дослідженнях модель використовують для вивчення відповідних об’єктів, явищ і процесів, які вже існують реально, але безпосереднє їх вивчення неможливе або становить значних труднощів. В іншому випадку моделі використовують для дослідження ще не існуючих установок, приладів, споруд тощо.

Отже, модель – це той посередник, що його людина ставить між собою та досліджуваним об’єктом. Модель є представником самого об’єкта або його замітника. Через це модель має бути чимось схожа на досліджуваний об’єкт, мати щось спільне з ним. [107, с.5]

Досі немає єдиного означення, яке розкривало б поняття „модель” у сучасному розуміння цього слова. Це пояснюється на сам перед тим, що в поняття „модель” часто укладають різний зміст.

Найбільш вдале та доступне для розуміння вчителя середньої школи означення моделі, яке пропонує В.О. Штофф. За його визначенням, модель – це подумки уявлена або матеріально реалізована система, яка, відображаючи

або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінювати його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт дослідження. [295]

Наукове поняття моделі передбачає такий спосіб пізнання дійсності, що полягає у відображенні або відтворенні явища, яке досліджується. Моделювання, як метод дослідження, знайшло широке використання у природничих, прикладних науках і в техніці.

За визначенням В. Окоця: «Модель являє собою спрощене візуальне уявлення, будь-якої системи (структури) з виключенням другорядних складових або зв'язків між ними. Враховуючи ці особливості, модель використовують для попереднього ознайомлення з будь-яким, тобто, цілим, ще до початку його глибокого аналізу. Внаслідок цього моделі все ширше використовуються у процесі навчання» [195, с. 194].

У дидактиці розрізняють два типи моделей [173]. Одні з них призначені для уявлення реальних предметів або ситуацій, що мають місце в техніці, природі. Шлях мислення веде від конкретної уяви до моделей, причому задачею моделей є створення абстрактної схеми будь-якого фрагмента дійсності.

Моделі другого типу призначені для уявлення абстрактних складових, таких, як зв'язки між поняттями, закони науки та теорії. В цьому випадку модель створюють для конкретного уявлення певної ідеї або абстрактної теорії. Шлях мислення йде у даному випадку від теорії до її моделі.

Будь-яка модель, яку використовують в наукових дослідженнях, має відповідати таким вимогам: однозначно передавати відповідний об'єкт дослідження, створений природою або людиною; бути допоміжним природним або штучним об'єктом, яким замінює оригінал у процесі дослідження та дає про нього відповідну інформацію на даному етапі дослідження; мати ті властивості оригіналу, які істотні для даного дослідження. Метод пізнання, що оперує науковими моделями, називають методом моделювання. Для процесу моделювання характерні такі основні операції: побудова моделі; експериментальне дослідження моделі (налагодження її, дослідження режиму роботи); перенесення даних, здобутих за допомогою моделі, на досліджуваний об'єкт.

Модель містить у собі найважливіші, найістотніші для даної задачі риси або параметри досліджуваного об'єкта. Вона абстрагується від неістотного, другорядного. Модель – це деяка ідеалізація дійсності, деяке спрощення. Проте ступінь спрощення та ідеалізації при побудові відповідних моделей може з часом змінюватися.

З означення моделі випливає, що вона має чимось відрізнятись від досліджуваного об'єкта, бо інакше перестане бути моделлю, ототожниться з ним.

Для зручності проведення відповідних вимірювань модель може бути меншою, ніж досліджуваний об'єкт, або більшою. У моделях може змінюватися масштаб часу. Це робиться для того, щоб звести швидкість перебігу процесів до таких значень, які зручно сприймати або вимірювати відповідними засобами.

Всі навчальні моделі поділяють на дві великі групи: демонстраційно-ілюстративні та навчально-евристичні.

Демонстраційно-ілюстративними є такі матеріальні й уявні моделі, які розкривають функціональні зв'язки та співвідношення між складовими цих систем і відповідають вимогам демонстраційних приладів; служать для розкриття механізму та внутрішньої структури відповідних явищ і процесів; для пояснення за допомогою уявних образів відповідних об'єктів, недоступних безпосередньому чуттєвому сприйманню (моделі - уявлення).

Демонстраційно-ілюстративні моделі, що належать до класу матеріальних моделей, дають змогу виділити та показати учням кінематику процесів у сповільненому або прискореному темпі, фіксувати певний стан системи, повторити явище або процес потрібну кількість разів. Уявні моделі, які виконують роль демонстраційно-ілюстративних, створюють в учнів наочну картину об'єкта вивчення, допомагають краще сприйняти нові ідеї, гіпотези, зрозуміти нові теорії.

Навчально-евристичними є моделі, працюючи з якими учні здобувають нову інформацію кількісного характеру про явища та процеси об'єктивної

дійсності. До цих моделей належать: моделі-практикуми, моделі-задачі, моделі-уявлення.

Однак під час конструювання навчальних моделей потрібно врахувати специфічні ознаки, властиві будь-якої наукової моделі. Основні з них такі:

- наочність;
- наявність елементів абстракції;
- наявність елементів наукової фантастики;
- використання аналогії як логічного методу побудови;
- наявність елементів гіпотези.

У вивченні фізики та астрономії важлива роль відводиться моделюванню об'єкта або явища в умовах класної кімнати. Першоосновою процесу вивчення небесних об'єктів є їх спостереження. Але просте спостереження небесних тіл не створює в свідомості школярів зрозумілі уявлення про їх будову, рух і розвиток. Користуючись абстрактним мисленням як одним із етапів процесу пізнання, для чого використовуються уявні і демонстраційні моделі, вчитель фізики та астрономії знайомить учнів із сучасними уявленнями про природу небесних тіл. Це допомагає глибше зрозуміти їх різноманітність, пізнати закономірності їх виникнення та розвитку. Тому використання моделей і моделювання у навчальному процесі має ряд особливостей:

- моделі та інші засоби навчання повинні ілюструвати слова вчителя;
- у демонструванні моделі використовують метод порівняння для встановлення подібності моделі з оригіналом;
- матеріальні й уявні моделі, що відрізняються ступенем відповідності їх оригіналу, використовують в комплексі;
- використання моделей на уроках астрономії потрібно поєднувати з іншими засобами навчання (спостереження небесних об'єктів, демонстрація астродокументів, діапозитиви тощо).

Астрономія володіє специфічною особливістю порівняно з іншими навчальними предметами, яка полягає в тому, що не можна в умовах класної кімнати показати об'єкт у природному вигляді. Тому вимоги, які висувають-

ся до наочності при викладанні астрономії, враховуючи її специфіку, що залишаються за формою такими ж, як і для інших предметів, повинні відрізнятися за змістом. Основна вимога дидактики у навчанні астрономії полягає в тому, що наочне навчання повинно передбачати безпосереднє спостереження небесних об'єктів і явищ, які дають уявлення про зовнішні ознаки, і демонстрування моделей. Причому спостереження небесних об'єктів проводять у позаурочний час, а демонстрування моделей здійснюється на уроках. При цьому використовують як матеріальне, так і уявне моделювання. У процесі навчання важливо, що саме демонструвати учням і як його демонструвати.

Аналіз науково-методичної літератури щодо вимог до моделей, які використовують в наукових дослідженнях, з одного боку, і врахування основних вимог до шкільного демонстраційного експерименту з іншого, дає можливість сформулювати основні вимоги до конструювання та виготовлення навчальних демонстраційних моделей.

1. Демонстраційні моделі повинні відображати зовнішню форму об'єкта. Об'ємні моделі дають більш повне уявлення, тоді як фотографії та малюнки дають площинну уяву про зовнішні ознаки, розміри та деталі об'єкта.

2. Кінематичні демонстраційні моделі повинні відображати закономірності рухів небесних тіл.

3. Моделі мають відображати світлові характеристики небесних об'єктів.

4. Моделі зірок, скупчень, світлих туманностей і галактик повинні світитися, оскільки вони відображають реальні об'єкти, що випромінюють світло в силу своєї природи.

5. Під час конструювання демонстраційної моделі треба використовувати аналогію або певний вид фізичної подібності явищ як логічний метод побудови моделі.

6. Демонстраційна модель має бути надійною в роботі, універсальною та кожного разу давати по можливості однозначні результати в межах її відповідної точності.

8. Модель повинна бути виконана якісно й естетично, якомога точніше передавати основні властивості об'єкта, бути зручною в користуванні та економічно вигідною.

9. Модель має відповідати всім вимогам ергономіки та техніки безпеки.

Зауважимо, що на практиці не завжди вдається одночасно поєднувати всі названі вимоги в одній моделі. Однак, в кожному конкретному випадку, залежно від дидактичного призначення моделі, потрібно оптимально поєднувати розглянуті вище вимоги. Дослідження підтверджує, що засвоєння учнями багатьох питань значною мірою полегшується під час використання відповідних моделей. Це доведено багатьма методистами. Д. Малюков підкреслює, що процес виготовлення моделей не складний і для вчителя, і для учнів. Є можливість виготовити багато корисних навчальних приладів [168]. Ф. Порошин рекомендує для вивчення подвійних зірок, які становлять особливий інтерес для формування в учнів понять про природу зірок і зіркових систем, використовувати як додаток до підручника модель подвійної зірки [216].

На уроках фізики й астрономії, під час пояснення багатьох явищ, що пов'язані з рухом Землі навколо Сонця, П. Денисюк пропонує користуватися простою установкою. Основними частинами її є карта екваторіальної смуги зіркового неба, що нанесена з внутрішньої сторони шестигранної картонної ширми та саморобний телурій [79].

Для попереднього ознайомлення з небесною сферою достатньо вміти визначати положення трьох основних площин: площини математичного горизонту, небесного екватора та небесного меридіана. З цією метою Є. Ков'язін і А. Марленський пропонують використовувати модель, яку просто виготовити у шкільних майстернях. Для цього з органічного скла вирізають коло (діаметром 40-60 см), яке насаджують на вісь (довжиною 80-90 см) так, щоб

площина кола була перпендикулярна до осі. На площину наносять дві шкали та стрілки-показчики [133].

Щоб учні чітко уявляли справжню відстань у просторі до зірок, Ю. Клевенський пропонує застосовувати просторові моделі ділянок небесної сфери [112].

Г. Яхно пропонує демонструвати моделі різних космічних систем, що значно покращує сприймання реальності картини навколишнього світу, сприяє формуванню просторової уяви [297].

Отже, для унаочнення вивчення фізики та астрономії можна сконструювати чимало моделей, які допоможуть зрозуміти закони небесної механіки, уявити рух планет навколо Сонця, затемнення Сонця й Місяця, рух штучних супутників Землі, обертання зоряного неба тощо. Їх застосування сприятиме створенню наочних уявлень про події й процеси, що відбуваються, можливість їх моделювання з різними значеннями параметрів.

Таким чином, вчителю фізики й астрономії необхідно навчитися самому та навчити учнів виготовляти найпростіші пристосування й моделі, які допомогли б учням самим безпосередньо спостерігати небесні явища, зрозуміти їх суть.

Індивідуальні завдання для виготовлення приладів, моделей і технічних установок повинні відповідати наступним вимогам:

- завдання мають бути пов'язані з програмним матеріалом з астрономії;
- вони повинні мати політехнічний характер, тобто виконання кожного завдання повинно допомогти учню вивчити основи сучасної індустрії (техніки);
- завдання мають відображати певні особливості галузі науки й техніки;
- завдання мають бути реальними, такими, щоб учні могли самі довести роботу з виготовлення приладів до кінця або, скориставшись при потребі допомогою вчителя, подолати труднощі;
- учні повинні знати доцільність виконання завдання;

- індивідуальні завдання з виготовлення моделей і технічних виробів пов'язані з практичною роботою учнів у майстернях, кабінеті. З педагогічної і політехнічної точок зору важливі не стільки прилади, установки, виготовлені учнями, скільки ті знання, вміння, навички, які вони набувають у процесі роботи;

- важливе значення має термін виконання завдання. Якщо він розтягується за часом, то учень не бачить результатів своєї діяльності, і тоді йому важко чекати успішного завершення роботи;

- результати роботи учнів використовуються у вигляді наочних посібників на уроках, при проведенні спостережень у позашкільний час.

Важливість використання навчальних приладів і моделей у навчальному процесі зумовлена багатьма психолого-педагогічними чинниками. Зокрема, це впливає з того, що в процесі психологічного розвитку людини вихідною є практична її діяльність. У цій діяльності розвивається мислення, яке на першому етапі його формування є в основному наочно-дійовим: дитина аналізує та синтезує об'єкт пізнання в міру того, як руками, практично роз'єднує та знову з'єднує, співвідносить, зв'язує сприйняті нею предмети. В ході розвитку розумової діяльності дитини зв'язок мислення з практичними її діями зберігається, але з часом він стає не таким тісним, прямим і безпосереднім, як раніше. Згодом дитина починає мислити наочними образами, тобто виникає наочно-образне мислення. Оскільки на першому етапі наочно - образне мислення дітей підпорядковане їхньому сприйняттю, то вони мислять тільки наочними образами і ще не можуть володіти поняттями. І лише на основі практичного та наочно-чуттєвого досвіду в учнів у ранньому шкільному віці починає розвиватися абстраговане мислення у формі абстрактних понять, які виступають не лише у вигляді практичних дій і не тільки у формі наочних образів, а головним чином у формі абстрактних понять і міркувань.

Метод пізнання, який оперує науковими моделями, називається методом моделювання. Моделювання – це складний діалектичний процес, що складається з багатьох етапів. Як зазначає академік Л.І. Седов, моделювання

– це заміна вивчення явища в натурі вивченням аналогічного явища на моделі меншого або більшого масштабу. Основний зміст моделювання полягає в тому, щоб за результатами дослідів з моделями можна було дістати потрібну відповідь про характер ефектів та різні величини, які пов'язані з досліджуваним об'єктом.

Для процесу моделювання характерні такі основні операції: побудова моделі; експериментальне дослідження; перенесення даних, здобутих за допомогою моделі, на досліджуваний об'єкт.

Задачі які розв'язуються за допомогою моделювання, можна поділити на три групи.

Перша група задач тісно пов'язана з питаннями розвитку теорій, перевірки гіпотез, збирання наукових фактів. Незважаючи на те, що модель більш грубо пояснює відповідні явища і процеси, ніж послідовна теорія, таке пояснення відображає найістотніші риси досліджуваного об'єкта і є закономірним етапом на шляху до відповідної теорії.

Розв'язання другої групи задач дає змогу дістати інформацію в «прискореному» або «сповільненому» часі про роботу нових приладів, установок або про хід явищ які протікають у природі.

Третя група задач спрямована та суто педагогічні цілі. Тут розв'язується проблема поліпшення педагогічного процесу: підвищення його ефективності [107].

З цією метою ми пропонуємо вчителю разом з учнями виготовити демонстраційні астрономічні моделі для подальшого їх використання на уроках фізики й астрономії. Використання саморобних приладів вимагає залучення учнів до технічної творчості, що сприяє розвитку їхніх творчих здібностей, у чому, як відзначає Л. Іванова, полягає основна мета роботи вчителя [96, с. 5].

Нами запропонований ряд моделей, які вчитель може виготовити разом із учнями при проведенні позакласної роботи з астрономії, та використовувати на уроках фізики, астрономії та у позакласній роботі з астрономії.

Рухома карта зоряного неба із підсвіткою

Для проведення нічних спостережень, зручно використовувати рухома карту зоряного неба зі слабкою підсвіткою. Для цього необхідно знайти залізну або картонну коробку круглої форми, діаметр якої рівний діаметру рухомої карти. В середині коробки закріпити батарейку від кишенькового ліхтарика та 4-5 лампочок на 3,5 В. З'єднати лампочки та батарейку провідниками, вимикач вивести на зовнішню частину коробки.

Закрити коробку замість кришки рухомою картою (на твердій основі) у якій заздалегідь зроблені отвори замість зірок. Чим яскравіша зірка, тим більший отвір необхідно зробити.

При нічних спостереженнях у карти світяться тільки точки, які позначають зірки. Вона зручна в користуванні бо не сліпить очі і не вимагає зайвого часу для адаптації зору.

Моделі для вивчення конфігурацій сузір'їв

Для виготовлення моделей необхідно зробити попередні креслення, за якими у подальшому, вигинаючи дрiт, можна виготовляти моделі сузір'їв. По-перше, вчитель повинен визначитися, моделі яких саме сузір'їв і яку кількість він буде виготовляти. Можна виготовляти тільки сузір'я північної півкулі, які учні мають змогу спостерігати у своїй місцевості. Можна виготовити повний комплект сузір'їв зоряного неба - тоді учні зможуть скласти будь-які ділянки зоряного неба.

Користуючись зоряним атласом, необхідно накреслити на папері контури майбутніх сузір'їв розмірами, які будуть відповідати готовим моделям. Можна скористатися додатками В.1, В.2 і В.3, В.4, збільшуючи всі розміри у три рази.

Дрiт краще використовувати той, який можна запаяти (найкраще латунний або мідний). Зігнути дрiт точно по контурах малюнка, з'єднати при необхідності та напаяти вирізані металеві «зірки», як вказано на карті.

При вивченні зоряного неба, учні можуть отримати завдання викласти за допомогою моделей вигляд центральної частини неба, або вигляд зимового чи літнього неба. Також можна викласти зодіакальне коло.

Конструктор «Розрізна карта зоряного неба»

Для виготовлення конструктора необхідно зробити ксерокопію карти зоряного неба північної півкулі, збільшивши її у 2-3 рази відносно оригіналу. Червоним кольором обвести контури сузір'їв, блакитним розмалювати Молочний Шлях. Наклеїти карту на цупкий папір або картон, дати добре просохнути та розрізати по межах сузір'їв. Таким чином отримується розбірна карта зоряного неба. Збираючи розрізну карту, користуйтеся цілою картою або не розрізаною ксерокопією карти.

Учням можна запропонувати скласти карту зоряного неба північної частини, або екваторіальної зони. Якщо на першому етапі для учнів ця задача складна, то спочатку вони можуть дивитися на зоряну карту, а потім те ж саме робити самостійно. У комплект до розрізної карти додається контурна карта зоряного неба. Останній етап підготовки до спостережень зоряного неба – це заповнення контурної карти.

Модель для демонстрації фаз Місяця

Модель складається з лицьової панелі 7, рухомого диска 2 і панелі 3, яка кріпиться зі зворотного боку. Лицьова та задня панелі мають розміри 300x400 мм. На лицевій панелі (Додаток Д, рис. 1) слід намалювати Землю 4 та Місяць 5 (у різних положеннях відносно Землі), а також сонячні промені 6. Навпроти кожного зображення Місяця роблять прорізи 7, які відповідають різним фазам Місяця. На рухомому диску 2 відокремлюють сектор з кутовим розміром 35° і фарбують у жовтий колір. Лицьову панель 1 і рухомий диск 2 (крім жовтого сектора) фарбують у темно-синій колір. Збирають модель за схемою (Додаток Д, рис. 2) так, щоб між деталями міг вільно обертатися диск 2 навколо осі. Центр диска має збігатися з центром «Землі» 4. Деталі скріплюють у вигляді плоскої коробки. Із зворотного боку моделі прилаштовують

ручку 9 для обертання рухомого диска. Для демонстрування фаз Місяця звертаємо увагу учнів на те, що:

- 1) сонячні промені йдуть до Землі паралельним пучком;
- 2) сонячні промені освітлюють ті частини Землі й Місяця, які звернені до Сонця;
- 3) розглядаючи кожну фазу Місяця, повертаємо модель таким чином, щоб дивитися на Місяць із поверхні Землі.
- 4) установлюємо рухомий диск так, щоб жовтий сектор не було видно ні в одному з прорізів 7.

Пропонуємо учням запитання: «Чи можна спостерігати Місяць, якщо він знаходиться між Сонцем і Землею?»

Використовуючи модель учитель, допомагає учням відповісти на запитання, потім нагадує, що така фаза Місяця називається *новим* Місяцем.

Повернемо рухомий диск проти годинникової стрілки так, щоб у прорізі з'явився вигляд серпа Місяця. Розглянемо Додаток В, мал. 3. З малюнка видно, що спостерігач, який знаходиться на поверхні Землі, може бачити лише незначний сектор Місяця. Такий Місяць у вигляді тонкого серпа називається молодим.

Аналогічно розглядають кожну фазу Місяця, демонструючи її за допомогою моделі. Звертають увагу учнів на те, що коли Земля знаходиться між Сонцем і Місяцем, то із Землі видно повний диск Місяця. Таку фазу називають повним Місяцем.

Для закріплення матеріалу доцільно запропонувати учням відповісти на ряд запитань.

1. Чому спостерігаються різні фази Місяця?
2. Як за виглядом Місяця навчитися розрізняти, у якому він перебуває стані — зростання чи спадання?
3. Чому молодий Місяць можна бачити у вечірній час, а старий — перед сходом Сонця?
4. Пояснити за виглядом Місяця, з якого боку від нього знаходиться

Сонце.

Застосування запропонованої моделі має дидактичний ефект також під час вивчення теми «Світлові явища» в курсі; фізики 8 класу. За допомогою цієї моделі можна в доступній формі пояснити учням:

- 1) явище прямолінійного поширення світла;
- 2) явище відбивання світла (у зв'язку з тим, що Сонце освітлює Місяць і світло відбивається від нього, ми можемо побачити ту частину Місяця, яка звернена до Сонця).

Модель для демонстрування місячного затемнення

Модель складається з основної частини 1, рухомої частини 2 і плівки 4, на яку за допомогою принтера нанесено малюнок тіні і півтіні 5. Основна частина і плівка мають розміри 240 x 400 мм. На основну частину нанесені зображення Сонця 6 і Землі 2, а також намальовані промені (Додаток Е, мал. 1). Землю 2 кріплять за допомогою дроту на відповідне місце деталі 1 таким чином, щоб вона разом із Місяцем могла вільно обертатися навколо осі. Із зворотнього боку до осі обертання прилаштовують ручку 7. Модель закривають плівкою (Додаток Е, мал. 2) так, щоб зображення на плівці збігалося із зображенням на основній частині. Для демонстрування затемнення обертають Місяць навколо Землі за допомогою ручки 7.

Для закріплення нового матеріалу пропонується відповісти на декілька запитань:

1. Як має бути розташований Місяць відносно Землі та Сонця, щоб на Землі можна було спостерігати місячне затемнення?
2. Як часто можна спостерігати місячне затемнення? Чому?

Модель доцільно використати і в курсі фізики 8 класу. За її допомогою можна продемонструвати:

1. Утворення тіні й півтіні внаслідок прямолінійного поширення світла.
2. Попадання Місяця в тінь і півтінь під час його обертання навколо Землі.

Модель для демонстрації видимого руху Сонця по екліптиці

Модель складається з двох дисків: основного (Додаток Ж, рис.1) і рухомого (Додаток Ж, рис.2). На основному диску нанесені два кола з зодіакальними сузір'ями: коло, по якому була розділена екліптика 2000 років тому (зовнішнє), та коло, на якому нанесений розподіл зодіакальних сузір'їв у наш час (внутрішнє). На ободі моделі нанесені дати для орієнтації у часі. Посередині рухомого диска намальоване Сонце, а на краю - Земля. Рухомий диск має стрілку-показчик, яка допомагає працювати з моделлю.

Диски для моделі можна зробити за допомогою ксерокопії, збільшивши рис. 1 і 2 , але краще їх виготовити разом з учнями. Для цього потрібно:

1) намалювати коло та розділити його на 12 рівних частин. По краю моделі надписати 12 місяців і кожний розділити на три частини по 10 днів.

Таблиця 2.5

<i>Сузір'я</i>	<i>Дати по гороскопу</i>	<i>Дати по зоряній карті</i>
<i>Риби</i>	20.02 – 20.03	13.03 – 18.04
<i>Овен</i>	21.03 – 20.04	19.04 – 12.05
<i>Телець</i>	21.04 – 21.05	13.05 – 22.06
<i>Близнюки</i>	22.05 – 21.06	23.06 – 22.07
<i>Рак</i>	22.06 – 22. 07	23.07 – 12.08
<i>Лев</i>	23.07 – 23.08	13.08 – 16.09
<i>Діва</i>	24.08 – 23.09	17.09 – 27.10
<i>Терези</i>	24.09 – 23.10	28.10 – 17.11
<i>Скорпіон</i>	24.10 – 22.11	18.11 – 27.11
<i>Зміносець</i>	-	28.11 – 16.12
<i>Стрілець</i>	23.11 – 21.12	17.12 – 22.01
<i>Козеріг</i>	22.12 – 20.01	23.01 – 19.02
<i>Водолій</i>	21.01 – 19.02	20.02 – 12.03

2) за даними таблиці 2.5 намалювати по колу дві шкали: для стародавніх гороскопів (зовнішня) яка показує положення Сонця на екліптиці (внутрішня), користуючись рис. 1 додатку Е.

Наклейте обидва диска на картон і з'єднайте їх центри таким чином, щоб рухомий диск міг вільно обертатися навколо центра. Стрілку-показчик можна залишити паперову, але її доцільно виготовити із дроту та закріпити таким чином, щоб вона оберталась разом із рухомим диском. Виставляючи стрілку-показчик на певну дату, можна визначити дні, у які знак зодіаку не змінився, і дні, у які він став інший. Оскільки тільки незначна кількість людей усе життя користувалась своїм гороскопом, а решта чужим, доцільно зробити висновок, що взагалі астрологічні прогнози не мають наукового підґрунтя, і люди без них можуть спокійно жити. І головний висновок, який з цього випливає, що астрономія й астрологія це різні речі, як наука та псевдонаука.

Ми навели лише деякі приклади розробок моделей, але сподіваємося, що ознайомлення з цим матеріалом не лише надасть можливість учителям виготовити їх та використати у своїй роботі, а й сприятиме розробці нових моделей, аналогічних запропонованим.

2.2.2. Використання інформаційних технологій у пропедевтиці астрономічних знань учнів

Високий ступень абстрактності фізико-математичних дисциплін ставить їх у ряд важкодоступних предметів. Щоб оптимально організувати викладання, вчитель повинен шукати ефективні способи та методи пояснення навчального матеріалу, стимулювання пізнавальної діяльності, широко використовуючи різні дидактичні засоби і, включаючи програмовані посібники та контролюючі тести, що передбачає неоднотиповість, варіативність навчального процесу та вимагає вдосконалення контролю й управління шкільного навчального процесу.

Широке проникнення в освітні процеси інформаційно-комунікаційних технологій поставило на порядок денний питання про необхідність нового погляду на традиційні засоби навчання учнів. Метою створення засобів нав-

чання нового покоління є забезпечення розвитку особистісних якостей школяра та розкриття його творчого потенціалу шляхом їх впровадження у навчальний процес.

Проте існує потреба дослідження питання дидактично обґрунтованого використання засобів сучасних інформаційних технологій у навчанні. Для шкільних курсів фізики та астрономії це особливо актуально, оскільки використання комп'ютерної техніки та відповідного програмного забезпечення суттєво розширює можливості традиційних уроків фізики та астрономії у загальноосвітній школі.

На сучасному етапі в методиці навчання виокремлюють групу технологій комп'ютерного навчання, до якої включають: монотехнології комп'ютерного моделювання комп'ютерних навчальних програм, комп'ютерних лабораторних робіт, комп'ютерного дистанційного навчання тощо. Необхідною умовою реалізації технологій комп'ютерного навчання є наявність у розпорядженні вчителя не лише сучасної комп'ютерної техніки, а і відповідного програмно-методичного забезпечення. Саме від його якості залежить успіх комп'ютерної підтримки навчання.

Наш час характеризується бурхливим розвитком впровадження сучасних інформаційних технологій у різноманітних сферах діяльності людини, в тому числі, і в освіті. Ефективність використання інформаційних технологій у навчанні фізики та астрономії зазначається багатьма вченими, але на практиці використання інформаційних технологій на уроках є на сьогодні досить обмеженим, хоча є й перспективи.

Сучасні педагогічні програмні засоби для уроків фізики та астрономії мають відповідати таким вимогам і передбачати реалізацію таких основних функцій:

- програма має виконувати функції інструмента за допомогою якого вчитель здійснюватиме управління навчально-пізнавальною діяльністю, урізноманітнюватиме методи та форми навчання і тим самим будуть створюватися умови для активізації навчального процесу на уроці.

- зміст комп'ютерної програми має повністю відповідати діючій програмі з фізики та астрономії, а також включати додатковий матеріал, адресований тим учням, які виявляють бажання знати більше;

- за функціональними можливостями комп'ютерні програми повинні задовольняти потреби та можливості вчителів фізики та астрономії різної кваліфікації;

- структура та алгоритми комп'ютерної програми мають передбачати можливість модернізувати та доповнювати програму.

Вирішення одного з основних завдань педагогічної науки та практики – формування сучасного освітнього середовища – потребує використання інноваційних інформаційних технологій, які поступово впроваджуються в практику з метою продуктивного засвоєння всіх навчальних дисциплін.

Водночас потребує належного теоретичного обґрунтування питання методичної доцільності використання мультимедійних технологій у сучасній сфері освіти. Їх використання в навчальному процесі змінює співвідношення методів, форм, засобів навчання, весь методичний апарат. Це сприяє поглибленню предметної сфери шляхом моделювання чи імітації явищ і процесів, компресії інформації, логічного та стилістичного його опрацювання, варіативності у виборі видів навчальної діяльності та способів подання навчального матеріалу; забезпечення індивідуальної та диференційованої роботи над навчальним матеріалом; розширення сфери самостійної роботи. Комп'ютерне моделювання забезпечує одну з найважливіших педагогічних умов навчання, на якій наголошують психологи і педагоги – багатоканальність і полімодальність сприймання інформації.

Під час проведення уроку з фізики чи астрономії з використанням комп'ютерної технології, вчитель сам вирішує як розподілити навчальний час.

Комп'ютерний урок може мати такий вигляд.

1. Демонстрація комплексу дидактичних засобів по відповідній темі з звуковим оформленням (без пояснень вчителя, або з ними).

2. Демонстрація лише частини тематичного матеріалу з виведенням основних формул та законів на дошці.

3. Використання комп'ютера для демонстрування лише експериментів з відповідними поясненнями вчителя.

4. Демонстрація лише моделей, які застосовуються для пояснення процесу, який вивчається.

Застосування комп'ютерного програмування до вивчення фізики й астрономії дає наочні уявлення про основні наукові поняття, що вивчаються, розвиває образне мислення, формує просторову уяву учнів.

Комп'ютер поступово стає ефективним засобом формування сприятливих умов для інтенсифікації, індивідуалізації та підвищення якості підготовки особистості до самостійної діяльності в інформаційному середовищі. Він дедалі більше перетворюється в ефективне, багатофункціональне, потужне дзеркало неперервного навчання. Використання комп'ютерних технологій при вивченні різних дисциплін допомагає цікавіше та переконливіше викладати навчальний матеріал, використовувати різноманітні за змістом і складністю вправи, перевіряти та об'єктивно оцінювати знання тощо. Вони дають змогу адаптувати рівень складності матеріалу, швидкість його появи і кількість повторень, враховувати індивідуальні можливості кожної дитини.

Використання комп'ютерних технологій на заняттях з фізики та астрономії допомагає педагогові переадресувати частину своєї праці на техніку, надаючи цьому процесові навчання більшої інтенсивності. Хоча у жодному разі комп'ютер не замінює педагога, а лише доповнює пояснення, дає змогу наочно поєднати їх з навчальними програмами й методичними посібниками. Таким чином, сучасні комп'ютерні технології є візуально-акустичним засобом навчання, що суттєво доповнює навчально-наочний арсенал педагога.

Під «мультимедіа» ми розуміємо комп'ютерні програмні засоби, які дають змогу висвітлювати навчально-методичний матеріал в естетично організованій формі за допомогою двох модальностей – звукової та візуальної. Вони забезпечують ефективніше застосування дидактичних прийомів, що

допомагає досягти кінцевої навчально-корекційної мети на більш високому якісному рівні. Вивчення досвіду застосування мультимедійних засобів дають підставу твердити, що мультимедійні програми мають значні техніко-педагогічні переваги порівняно з традиційними методичними засобами та прийомами їх використання. Ефективність «мультимедіа» особливо відчувається при викладанні астрономії, коли мова іде про процеси у Всесвіті, тривалість яких обчислюється мільйонами та мільярдами років. У такому випадку вчитель має можливість показати учням розвиток цих явищ і пояснити процеси, які відбуваються.

Таким чином на основі викладеного можна зробити такі висновки:

- при використанні комп'ютера у навчанні фізиці та астрономії слід враховувати, що основними методичними принципами застосування комп'ютерних програм повинна бути їхня сумісність з традиційними засобами навчання. Тому при плануванні уроків необхідно знайти їх розумне поєднання, визначити місце кожного на уроці та створити найсприятливіші умови для ефективного використання цих засобів;

- комп'ютер значно розширює можливості подачі навчальної інформації. Застосування кольору, графіки, мультиплікації, звуку, всіх сучасних засобів відеотехніки дозволяє відтворити реальну сферу діяльності демонстрованого предмета або явища;

- комп'ютер надає можливість одночасно пояснювати навчальний матеріал, отримувати зворотній зв'язок, аналізувати та корегувати відповіді учнів;

- на відміну від традиційних засобів, які не передбачають здійснення оперативного аудиту, комп'ютер, завдяки наявності зворотного зв'язку, забезпечує виявлення та виправлення помилок учнів безпосередньо в процесі навчання. Адже, працюючи традиційно з класом, педагог не має своєчасної інформації про вірність сприйняття навчального матеріалу кожним учнем, зокрема, не виявлені своєчасно помилки закріплюють невірні уявлення у засвоєній галузі, усунути які згодом дуже важко. Комп'ютер дозволяє пере-

вірити відповіді всіх учнів, а в багатьох випадках не лише фіксує помилки, а й досить точно визнає їх характер, що допомагає вчасно усунути причину, яка зумовила їх появу;

- комп'ютерна діагностика помилок дозволяє проводити урок з урахуванням індивідуальних можливостей учнів. Аудит одного і того ж матеріалу може здійснюватися з різноманітним ступенем глибини і повноти, в індивідуальному темпі, а також в індивідуальному виборі послідовності висвітлення матеріалу.

Але існує низка об'єктивних причин, які ускладнюють активне використання інформаційних технологій у шкільній практиці. До них слід віднести наступні:

- систематичне використання інформаційних технологій у процесі вивчення фізики та астрономії передбачає модернізацію шкільного курсу в цілому. Навіть при обмеженому використанні даних засобів виникає потреба у внесенні певних змін до змісту навчальних програм, методики вивчення окремих розділів;

- обмеження, що визначаються особливостями самого комп'ютера (зменшення долі спілкування учня та вчителя, недоліки комп'ютера, як технічної системи);

- необхідність передбачення системи заходів з охорони здоров'я учнів.

Але, не зважаючи на негативні наслідки використання інформаційних технологій, безперечно наймогутнішим технічним засобом, який використовується у навчальному процесі та підвищує його ефективність є комп'ютер. Така безумовна перевага перед більшістю інших засобів підвищення ефективності навчання обумовлюється його універсальністю. Це означає, що комп'ютер може ефективно використовуватися як вчителем, так і учнем майже на всіх етапах навчання.

Це стосується в першу чергу різноманітних навчаючих програм з фізики та астрономії, які можна класифікувати за призначенням: електронні підручники; програми-треножери; контролюючі та тестуючі програми; предме-

тно-зорієнтовані середовища, моделюючі програми; електронні довідники; енциклопедії, бази даних навчального призначення; демонструючі програми.

Однією з основних форм навчання фізиці та астрономії під керівництвом учителя є лекція. Розглянемо особливості підвищення якості підготовки учнів при використанні комп'ютерів для її організації.

При проведенні лекцій з застосуванням комп'ютера слід мати звичайну лекційну аудиторію, яка повинна бути оснащена одним комп'ютером з можливістю виведення інформації на демонстраційний екран.

Цікаво підбираються матеріали, які вчитель використовує на уроках фізики з введенням елементів астрономії. Вони готують у середовищі Power Point яке входить до найбільш розповсюдженого пакету Microsoft Office. Використання цієї програми не потребує спеціальної тривалої підготовки вчителя.

Нами розроблена астрономічна тематика, для використання на уроках фізики у загальноосвітній школі. До кожної теми (пункт 2.1.1.) також нами розроблені ілюстративні матеріали, які вчитель може використовувати на уроках фізики.

Вони вміщують рисунки, фотографії, таблиці, діаграми, мультімедіа тощо. Дослідження виявили, що у пам'яті людини відкладається близько десятої частини прочитаного, п'ятої частини – почутого, більше третини побаченого та більше половини почутого та побаченого одночасно.

В результаті вчитель отримує такі переваги:

- по-перше, глибина засвоєння астрономічного матеріалу учнів значно підвищується,
- по-друге, застосування комп'ютера дозволяє швидше підготувати матеріал до заняття,
- по-третє, відпадає необхідність збереження великої кількості таблиць, плакатів, стендів тощо,
- по-четверте, структурований матеріал набагато легше відображається у конспекті учнів і краще запам'ятовується.

Таким чином, використання комп'ютерних технологій у навчальному процесі з фізики та астрономії суттєво сприяє підвищенню його ефективності, а сам цей процес викликає додаткові позитивні емоції як в учнів, так і у вчителів.

2.3 Позаурочна робота з астрономії як одна з форм пропедевтичної роботи з астрономії

Розвиток учнів однієї вікової групи дуже неоднорідний. Неоднаковий також інтерес учнів до вивчення астрономії. Обмеженість часу та зарегламентованість форм організації навчання не дають можливості врахувати всі індивідуальні особливості учнів. Тому вчитель розв'язує ці завдання поза межами школи, класу, уроку. Вся ця робота одержала назву позаурочної або позакласної.

Основною особливістю позаурочної роботи є її дуже слабка зарегламентованість. Вчитель вільний у виборі форм, змісту та методів роботи. Цінним є й те, що він має можливість залучати учнів до активної практичної діяльності. Тому проведення позаурочної роботи дозволяє формувати вміння та навички, творче мислення, здійснювати політехнічне навчання, профорієнтацію учнів, формувати моральні якості. І якщо можливості позаурочної роботи співпадають із завданнями, які стоять перед шкільною астрономією в цілому, то ефективність навчального процесу стає значно вищою.

Основні завдання позаурочної роботи з астрономії – поглиблювати, розширювати астрономічні знання учнів, розвивати в них зацікавленість астрономією, розвивати науковий світогляд. Виходячи з цих завдань, розглянемо зміст позакласної та позашкільної роботи з астрономії.

Існують різні форми позаурочної роботи. Одна з кваліфікацій здійснюється за мірою охоплення учнів, а саме:

- індивідуальна;
- групова;

- масова.

Індивідуальні форми позаурочної роботи :

- читання книжок і журналів;
- підготовка рефератів;
- розв'язування задач з астрономії,
- виготовлення моделей;
- виконання експериментальних робіт дослідницького типу.

Групові форми позаурочної роботи:

- факультативні заняття;
- астрономічний гурток;
- участь у роботі МАН;
- екскурсії;
- спостереження.

Масові форми позаурочної роботи:

- астрономічні олімпіади;
- учнівські астрономічні конференції;
- лекторії з астрономії;
- декада фізики та астрономії,
- астрономічні вечори;
- КВН, брей-рінг;
- науково-практична конференція,
- випуск стінгазети, інформаційного листка;
- зустрічі із вченими, космонавтами, ветеранами Байконуру.

Усі види позаурочної роботи повинні бути добре організовані і узгоджені. Це можливо при використанні передового досвіду вчителів, результатів наукових досліджень вчених методистів.

Позаурочна робота з астрономії повинна плануватися в залежності від вікових особливостей учнів. Доцільно починати працювати з учнями як можна раніше, навіть з початкових класів, коли в них дуже розвинений інтерес до всього нового. Заняття для учнів початкових класів можна проводити у ви-

гляді гри під назвою “Стану космонавтом” або “Подорож до космосу” тощо. Дітей такого віку більш цікавлять не природні явища, а проблеми польоту людини в космос. У такій грі вони можуть познайомитися з поняттям невагомості, дізнатися як космонавти, які знаходяться у стані невагомості, споживають їжу, як вони сплять та інше.

Починаючи з V-го класу, основною формою позаурочної роботи з астрономії повинен стати астрономічний гурток. У цьому віці на уроках природознавства учні знайомляться з явищами обертання Землі навколо Сонця, Місяця навколо Землі, дізнаються про планети Сонячної системи. У зв'язку з цим на заняттях астрономічного гуртка у перші два роки навчання треба звернути увагу на наступне.

По-перше, на вивчення зоряного неба. Основне завдання вчителя - домогтися того, щоб діти чітко уявляли конфігурацію кожного сузір'я, які можна спостерігати на зоряному небі на географічній широті даної місцевості. Для цього він може з успіхом використовувати різноманітні моделі, контурні карти, рухому карту зоряного неба тощо.

Саморобні плакати з намальованими сузір'ями можна розвісити на стінах класу, у якому проходять заняття астрономічного гуртка, а також запропонувати учням малюнки з такими ж зображеннями розвісити у своїх кімнатах вдома. У такому випадку в учнів для запам'ятовування цього матеріалу почне працювати мимовільна пам'ять. Такі вправи дають позитивний ефект.

По-друге, познайомити дітей не тільки з будовою Сонячної системи, а й дати на елементарному рівні інформацію про планети Сонячної системи та їх супутники.

Непогано, аби у розпорядженні кожного керівника астрономічного гуртка був планетарій, але це доступно тільки тоді, коли гурток працює при ВНЗ або при міському планетарії. Але з впровадженням інноваційних технологій при наявності комп'ютера, діти можуть познайомитися з небесною сферою за допомогою комп'ютерних програм, наприклад «Starcalc» «Redshift-5.1».

У тематику занять астрономічного гуртка для учнів VII-IX класів доцільно включити запропоновані нижче питання.

1. Подальший розгляд фізичних умов на планетах Сонячної системи.
2. Методи та засоби астрономічних досліджень.
3. Елементи сферичної астрономії.
4. Будову нашої Галактики.
5. Елементи небесної механіки.

Завдяки такій підготовці учні X-XI (XII) класів спроможні займатися більш серйозними проблемами астрофізики. На цьому етапі спостереження мають елементи наукових досліджень. У зв'язку з цим доцільно починати підготовку учнівських робіт для представлення на Малій Академії наук.

Пропонується наступна тематика робіт:

1. Визначення атмосферної рефракції для Землі на малих висотах.
2. Визначення лінійного діаметру Сонця за переміщенням його телескопічного зображення на екрані внаслідок обертання Землі.
3. Пошуки екзопланет.
4. Нові дані про фізичні умови на Марсі.
5. Вік Сонця та зірок.
6. Методи визначення мас космічних тіл.
7. Атмосферний озон.
8. Прихована маса Всесвіту і її роль в космології.

Тематика занять з учнями X-XI (XII) включає в себе:

1. Будову та еволюцію зірок,
2. Будову та еволюцію Всесвіту,
3. Розгляд проблеми існування життя у Всесвіті, тощо.

Після вивчення тематики гуртка та належної агітаційної роботи проводиться організаційне засідання, на якому затверджується план роботи, обираються керівні органи гуртка. Практика показує, що оптимальна кількість членів гуртка 10-15 чоловік. Якщо запишеться більша кількість, то групи потрібно поділити на декілька.

Мета роботи астрономічного гуртка не зводиться до того, щоб дати учням елементарні знання з астрономії (ці знання учні й без гуртка отримують на уроках), а довести роботу до логічного завершення, тобто до розробки учнями своїх власних астрономічних проєктів.

Організації гуртка повинна передувати велика підготовча робота. Суть її полягає у тому, що учнів інформують про майбутній гурток, основні напрямки цього роботи. Для цього використовують не тільки шкільні засоби інформації, а й індивідуальні та групові бесіди з учнями. Великий ефект дає проблемна організація навчальної роботи, коли на уроці фізики учитель аналізує ту чи іншу проблему, яка заснована на елементах астрономії, пропонує розв'язати її на заняттях гуртка.

Астрономічні гуртки можуть мати різні спрямування в залежності від підготовки та власних уподобань вчителя, який вестиме цей гурток, а також від початкових інтересів та побажань учнів. У залежності від тематики роботи гуртки можуть бути:

1. Теоретичні (історія астрономії, розгляд певних теоретичних питань астрономії, розв'язування задач)
2. Технічні (авіамоделювання).
3. Експериментальні (проведення астрономічних спостережень, конструювання моделей).
4. Комплексні (займається декількома видами діяльності.)

Керівник гуртка, застосовуючи різноманітні форми та методи роботи, зокрема лекцію, розповідь, пояснення, бесіду, використовуючи наочність, технічні засоби навчання, домагається на заняттях глибокого засвоєння учнями знань про Сонячну систему, Сонце та зорі, будову Всесвіту, походження та розвиток небесних тіл, виховує стійкий інтерес до астрономії.

Відповідно до віку учнів у школах і позашкільних закладах організують два види гуртків: одновікові, в яких навчаються учні одного або паралельних класів; різновікові коли в одному гуртку працюють учні різних суміжних класів.

Щоб виявити, як учні обізнані з астрономією та космонавтикою, керівник гуртка проводить конкурси та вікторини, в які включаються нескладні й цілком доступні запитання. Відповіді кожного з учасників певним чином оцінюються. На базі цього вчитель створює чітку картину про інтереси учнів, глибину їх знань на даному етапі.

Члени колективу гуртка, укомплектованого з учнів одного або паралельних класів, мають однаковий рівень інтелектуального розвитку, приблизно однакові інтереси, знання, вміння та навички з астрономії та космонавтики, але, безумовно, різні індивідуальні психофізіологічні особливості. Враховуючи це, керівник гуртка має можливість проводити заняття на високому рівні без додаткової затрати часу на пояснення окремих теоретичних положень. Йому легко контролювати роботу гуртківців, підбивати підсумок кожного заняття.

У всіх учнів, що навчаються другим рік у гуртку, фактично однаковий рівень інтересів до астрономії. А тому сприймання та засвоєння матеріалу буде приблизно однаковим. Це дає можливість керівнику гуртка продовжувати розвивати цей інтерес.

Проте астрономічний гурток з одновіковим складом учнів має й свої недоліки. Вони полягають у тому, що тут не може відбуватися передача знань і вмінь від старших за віком учнів до молодших. Другим недоліком є те, що в одному класі не завжди є потрібна кількість (для одного гуртка) любителів астрономії з достатнім рівнем інтересів. Комплектування гуртка з учнів, які не виявляють особливого інтересу до астрономії, може привести їх до розчарування цим предметом. Щоб запобігти цьому, керівник повинен знайти раціональні способи розвитку інтересів учнів.

У неповних середніх школах астрономічний гурток комплектується з учнів різних класів. У зв'язку з тим, що у цих школах астрономія не вивчається там немає навчально-технічної бази з цього предмета, керівник гуртка стикається з труднощами у процесі проведення занять й у виконанні програми гуртка. Тому на сам перед потрібно придбати таке обладнання: кілька

призмових біноклів, зорову трубу, рухомі карти зоряного неба, підібрати літературу для учнів і керівника тощо.

У середній школі організатор позаурочної роботи з астрономії, як правило, має кращу підготовку, а базою може стати навчальний кабінет фізики й астрономії. Тут є можливість на високому рівні організувати масові заходи.

Особливість позаурочної роботи з астрономії та космонавтики на станціях юних техніків полягає насамперед у тому, що тут на роботу астрономічного гуртка виділяється до чотирьох годин на тиждень. Завдяки цьому учні повніше засвоюють матеріал, там проводиться більше практичних робіт.

У позашкільних закладах можна створити астрономічну лабораторію або обсерваторію, обладнавши її астрономічним обладнанням. Це сприятиме підвищенню ефективності навчально-виховного процесу, даватиме можливість проводити посильні наукові дослідження.

При складанні плану астрономічного гуртка враховуються: вікові особливості учнів, рік навчання в гуртку, наявна навчально-матеріальна база, фахова та методична підготовка керівника гуртка, тип навчального закладу (середня, неповна середня школа, позашкільний заклад), наявність у даному населеному пункті планетарію, обсерваторії, науково-дослідного інституту або лабораторії та зв'язки з ними, спрямованість роботи гуртка (наукова, науково-аматорська або аматорська).

Позаурочна робота з астрономії полягає не тільки в роботі астрономічного гуртка. Вона може бути складовою частиною програм фізичного та фізико-технічного гуртків. У фізичних гуртках відповідно до навчального плану розглядаються в основному питання теоретичного характеру. У такому гуртку навчаються учні, які люблять фізику, цікавляться досягненнями науки та техніки. Якщо в школі немає можливостей організувати астрономічний гурток, то для задоволення інтересів учнів створюються групи юних астрономів у складі фізичного гуртка. Комплектуються вони з любителів астрономії та космонавтики.

Заняття з такою групою можуть проводитися як в складі фізичного гуртка, так і окремо. Якщо вони проводяться окремо, то керівник може глибше опрацювати те чи інше питання. А коли група працює з іншими членами фізичного гуртка, то тут потрібно дати кожному юному астроному індивідуальне завдання, яке він зміг би виконати самостійно або за допомогою керівника.

У діяльності фізичного гуртка і в роботі групи юних астрономів є деякі спільні форми роботи, які керівник гуртка може застосовувати. Зокрема, для всіх гуртківців можна організувати та провести конкурси, вікторини, тематичні вечори на астрономічну та космічну тематику. Можна організувати розв'язування задач з астрономічним змістом, екскурсії до обсерваторії та планетарію тощо.

У багатьох школах працюють фізико-технічні гуртки, в яких юні фізики займаються конструюванням різних приладів і моделей. І в цьому гуртку, як і в попередньому, може успішно працювати група юних астрономів.

Комплектуючи фізико-технічний гурток, керівник уважно вивчає тих учнів, які захоплюються астрономією та космонавтикою, одночасно люблять і вміють конструювати. Таких учнів об'єднують в одну групу. Спочатку у групі вивчають основи астрономії та космонавтики протягом 1-1,5 місяця. Потім починається виготовлення приладів та моделей з астрономії та космонавтики, продовжуючи вивчати теоретичні питання і самостійно поглиблювати свої знання.

Складність у роботі юних астрономів у фізико-технічному гуртку полягає в тому, що на поглиблене вивчення астрономії та космонавтики залишається зовсім небагато часу. Проте, керівник гуртка повинен знайти можливість вивчати й теоретичний матеріал.

Важко собі уявити позаурочну роботу з астрономії без організації систематичних спостережень за небесними світилами. Їх необхідно проводити завжди, коли дозволяють погодні умови, використовуючи для цього телеско-

пи, зорові труби, біноклі та інші інструменти, а також проводити спостереження неозброєним оком.

Астрономічні спостереження повинні займати не менше третини всього навчального часу роботи астрономічного гуртка. Спостереження для учнів V - VI класів проводяться здебільш неозброєним оком та за допомогою бінокля. З VII-го класу можна починати проводити спостереження за допомогою телескопу. Перед початком спостережень необхідно провести з учнями підготовчу роботу: вивчити будову та принцип дії телескопу. Для керівництва проведенням спостережень у молодшій та середній групах доцільно залучати учнів старших класів. Для цього у старшій групі треба з'ясувати, кого з учнів більше цікавить наукова робота, ті можуть займатися розробкою власних проектів, а кого більше цікавить робота з молодшими школярами – можуть допомагати керівнику гуртка проводити заняття (особливо спостереження) для учнів V-VI та VII-IX класів.

Захоплюючою формою позакласної роботи є астрономічні експедиції, під час яких гуртківці глибоко і протягом тривалого часу ведуть спостереження за Сонцем, Місяцем, планетами, метеорами, кометами, сузір'ями, зорями, штучними супутниками Землі. Більшість експедицій, як правило, є підсумком роботи юних астрономів.

Важливе значення для організації та проведення позакласної астрономічної діяльності має створення міцної навчально-технічної бази. Гурток, як правило, повинен мати свою лабораторію. Для цього можна використовувати навчальні кабінети з фізики й астрономії, планетарії, шкільні обсерваторії. Безперечно, що чим краще обладнано ці об'єкти, тим цікавіше можна організувати роботу, тим більший інтерес вона викличе в юних любителів астрономії.

На першому занятті з'ясовуються розпорядок роботи гуртка, учні вибирають запропоновані вчителем завдання для індивідуальної роботи. Якщо гурток об'єднує учнів різних вікових груп і з різним гуртковим стажем, то

доцільно створити невеликі бригади по 2-3 чоловіки на чолі із старшим і більш досвідченим учнем. Цим досягається взаємонавчання і обмін досвідом.

Робота планується таким чином, щоб теоретичні заняття чергувалися із спостереженнями. Результати роботи висвітлюються на спеціальних залікових закладах: вечорах, конференціях.

У окремих випадках організуються творчі групи. Вони комплектуються з добре підготовлених учнів, які об'єднуються спільним інтересом у певній галузі астрономії. Такі групи дають можливість ефективно готувати майбутніх учасників олімпіад різних рівнів, та є важливою організаційною формою роботи МАН.

На базі Чернігівського педагогічного університету працює астрономічний гурток для учнів 8-11 класів. Гуртківці розділені на дві вікові групи для загальних занять, на яких вони вивчають астрономію за програмою, розробленою керівниками, враховуючи пропозиції гуртківців. Особлива увага приділяється індивідуальній роботі над проектами, які неодноразово були переможцями на Малій Академії наук. Діти є активними учасниками учнівських конференцій «Сузір'я», «Шлях до зірок», а також на осінньому колоквіумі у м. Ужгород. Пропонуємо короткі конспекти деяких учнівських робіт.

Визначення лінійного радіуса Сонця

Для знаходження лінійного радіуса Сонця необхідно визначити його кутовий радіус, тобто кут, під яким ми бачимо радіус Сонця з Землі. Лінійний радіус Сонця можна обчислити за відомою формулою:

$$R = r \cdot \sin \alpha'' \approx \frac{\alpha'' \cdot r}{206265}, \text{ де } \sin 1'' = \frac{1}{206265}, \text{ а } r - \text{ відстань від Сонця до Землі.}$$

до Землі.

Звідси видно, що завдання зводиться до визначення кутового радіуса Сонця, а відстань від Сонця до Землі на час експерименту знаходимо в астрономічному щорічнику.

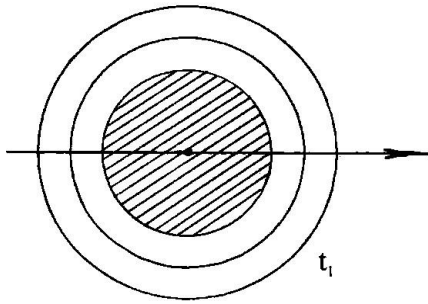


Рис. 2.4

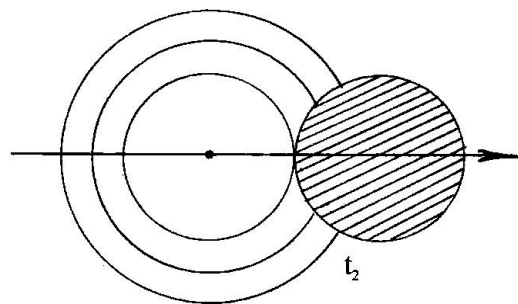


Рис. 2.5

Для знаходження кутового діаметра Сонця готується екран, на якому намальовані кілька кіл із загальним центром. Він закріплюється на телескопі таким чином, щоб зображення Сонця попадало на екран і, до того ж, в одне з намальованих кіл (як це показано на рис. 2.4).

Оскільки в простих шкільних телескопах відсутній годинковий механізм, то в процесі роботи зображення Сонця увесь час буде зміщуватися внаслідок добового руху Землі. Цим можна скористатися для визначення часу проходження зображення диска Сонця по екрану. Телескоп наводиться таким чином, щоб зображення Сонця потрапило в одне з кіл на екрані. Секундоміром фіксується момент часу t_1 (рис. 2.4), а потім момент часу t_2 (рис. 2.5), коли зображення Сонця повністю вийде з кола й торкнеться його своїм краєм.

Таким чином, час проходження діаметру сонячного зображення по екрану (Δt) визначається за формулою: $\Delta t = t_2 - t_1$. Оскільки спостереження проводяться в будь-який день року, то, очевидно, схилення Сонця (δ) в різні дні буде різним. Тому приведений до небесного екватору ($\delta = 0$) відрізок

$$\Delta t_0 = \Delta t \cdot \cos \delta.$$

Знаючи, що одній секунді часу відповідає 15 кутових секунд, кутовий діаметр Сонця знаходимо за формулою:

$$D'' = 15'' \cdot \Delta t_0 = 15'' \cdot \Delta t \cdot \cos \delta \quad (2.1)$$

Щоб знайти кутовий радіус Сонця, діаметр ділиться навпіл:

$$\alpha'' = \frac{D''}{2} = \frac{15'' \cdot \Delta t \cos \delta}{2} \quad (2.2)$$

Тоді лінійний радіус Сонця визначається за формулою:

$$R = \frac{15'' \cdot \Delta t \cos \delta \cdot r}{2 \cdot 206265} . \quad (2.3)$$

Лінійний радіус Сонця має велике практичне значення, тому що, знаючи його, можна визначати інші характеристики Сонця (об'єм, масу, середню густину).

Виявлення ефекту опозиції деталей Місяця

Установка для спостереження

Фотографічні спостереження Місяця біля нульової фази проводилися за допомогою телескопа-рефлектора системи Д.Д. Максудова, діаметром 15см, на цифровий фотоапарат через окуляр.

Телескоп встановлений у стаціонарних умовах в астрономічній обсерваторії Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка, виставлений по меридіану.

При вирішенні такої задачі як вивчення фазового ходу яскравості деталей позаатмосферного об'єкта в класичному варіанті повинна бути виконана так названа абсолютна фотометрія. Це означає, що кожен знімок, що відноситься до конкретного значення фазового кута повинен бути фотометрично прив'язаний до всіх інших. Так, що спостереження Місяця повинне супроводжуватися контролем прозорості земної атмосфери в період усього сеансу основних спостережень. Такий контроль був передбачений нашою програмою. Програма спостережень Місяці була складена заздалегідь.

Характеристика фотографічного матеріалу

У результаті спостережень було отримано 8 знімків Місяця. Усі вони зняті при однакових умовах цілком придатні для подальшої фотометричної обробки. Визначення ефекту опозиції деталей Місяця передбачалося проводити безпосередньо по фазовому ході яскравості окремих утворень на Місяці, що припускає наявність контролю прозорості земної атмосфери протягом усього сеансу спостережень. Однак, оскільки погодні умови по прозорості атмосфери були не стійкі, одержати надійні критерії варіації прозорості не

вдалося. Тому довелося змінити методику обробки знімків, минаючи їхню абсолютизацію, тобто без фотометричного зв'язку всіх негативів в один ряд.

Сформульована у вступі задача може бути вирішена й у межах відносної фотометрії, тобто без обліку прозорості земної атмосфери. Оскільки кінцева мета припускає побудову докладної карти розподілу величини ефекту опозиції по всьому диску Місяця

Припустимо, що фазовий хід досліджуваної деталі Місяця відрізняється від середнього Місяця в ту чи іншу сторону. Тоді, мабуть, виявлення цього розходження може бути здійснене шляхом виміру контрасту яскравості між вибраною деталлю на Місяці і середньою яскравістю Місяця при цій же фазі. Тоді задача вивчення розподілу ефекту опозиції по Місяцю зводиться до фотометричного порівняння всіх досліджуваних деталей Місяця із середнім Місяцем при даній фазі.

При цьому можна було б використовувати фазову криву Руж'є, але в цьому випадку зустрічаються такі труднощі. По-перше повинен бути надійно обраний нуль-пункт для зв'язку цих спостережень з нашими, і, по-друге (і це головне) спостереження Руж'є не містить вимірів між мінімальною фазою і фазою $\varphi < 10^\circ$. Так, що його криву довелося б ретельно інтерполювати на проміжні фази, що містяться в наших спостереженнях. Тому ми пішли по іншому шляху, що виключає і абсолютизацію всього ряду спостережень і використання для нашої задачі інших фазових спостережень Місяця.

Як характеристику ефекту опозиції тієї чи іншої деталі Місяця ми використовували її контраст яскравості із середньою яскравістю Місяця, виведеної з наших же вимірів, шляхом одержання середнього значення яскравості по багатьох об'єктах місячного диска. У цьому випадку величина ефекту опозиції визначається фазовим ходом контрасту цієї деталі з нашим середнім Місяцем. Виходячи з цього і була побудована програма подальшої обробки знімків.

Апаратура і методика вимірів

Для рішення нашої задачі на диску Місяця було обрано 12 ділянок мі-

сячного диска, що відносяться до морфологічно різних утворень. Координати і назви цих утворень представлені в таблиці 2.5.

Фотометрична обробка знімків проводилося за допомогою комп'ютерної програми Astroart 3.0.

Таблиця 2.5

№ п.п	Назва	Селенографічні координати	
		ψ	ω
1.	Болото.Сна	+14°	+42°8
2.	Море Спокойствия	+8°	+30°
3.	Менелой	+16°	+15°,9
4.	Материк	0°	+4°,5
5.	Море Спокойствия	+1°	+24°
6.	Материк	-8°,0	+11°,2
7.	Материк	-11°0	-52°0
8.	Море.Облаков (середина)	-26°0	-15°,0
9.	Материк	-35°6	-11°
10.	Кратер Тихо	-43°	-11°,1
11.	Кратер Коперник	+20°	+10°

Ми не ставили мету використовувати повну роздільну здатність телескопа, із загальних розумінь, що визначаються оптимальними умовами обробки (точність наведення на деталь, усереднення фотометричних даних областей і ін.). Кожна з обраних деталей Місяця оброблялася тричі, а остаточні значення інтенсивностей є середнім арифметичним з цих вимірів. У таблиці 2.5 наведені результати безпосередніх вимірів яскравості всіх 12 утворень Місяця.

Виявлення ефекту опозиції деталей Місяця щодо середньої фазової кривої.

Як відзначалося вище результати обробки знімків Місяця являють собою відношення яскравостей обмірюваних деталей до яскравості "середньо-

го" Місяця. У роботі представлені таблиці з даними та графіки, які відображають ці результати. На них показана фазова залежність відносної яскравості ($I = I_{\phi}/I_c$) кожної деталі до "середнього" Місяця. Звертає на себе увага Помітне значне розходження фазового ходу відношень для 3-х груп деталей. Деталі 5 і 6 мають такий же фазовий хід як і „середній Місяць”. Друга група деталей 7-11 мають більш виражений ефект опозиції в порівнянні із „середнім Місяцем”. Нарешті, третя група деталей 1-4 та 12 навпаки, має менш виражений ефект опозиції відносно „середнього Місяця”.

З результатів випливає що, величина ефекту опозиції не має конкретної прив'язки до морфології місячних утворень. У кожній з 3-х названих груп зустрічаються різні морфологічні об'єкти, як материки, так і моря, а в деяких випадках і кратерні утворення. Отже мікрорельєф досліджуваних нами деталей Місяця не залежить від альbedo деталі. Іншими словами, саме величини ефекту опозиції є індикатором залежить вік окремих ділянок поверхні Місяця.

Так як ефект опозиції більш виражений, по відношенню до середнього ходу, для деталей які мають більш пористу поверхню, отже можна визначити відносний вік тих чи інших утворень на Місяці.

Для прикладу утворення біля кратеру „Копернік” (точка 11) має вік приблизно 0,85млрд. років, тоді співставивши коефіцієнти, що виражають функціональний хід усереднених значень відносно ефекту опозиції можна зробити висновок, що деякі утворення мають приблизно такий же вік, як кратер Копернік, а інші були утворені раніше.

Найбільш цікавою була робота, яка на Всеукраїнському конкурсі учнівських робіт у Дніпропетровську зайняла перше місце, яка називалася «*Чи правий був Галілей?*», у якій розглядається проблема, яким би ми бачили Місяць, аби він був би дзеркальною кулею.

Галілей безперечно був правий у тому, що, якби планети були б дзеркальними кулями, ми не бачили б їх дисків, а бачили б тільки відбите ними зображення Сонця. Однак сумарний блиск планети від цього практично не

зміниться. І справді, розглянемо відбивання паралельного потоку світла, яке падає на дзеркальну кулю.

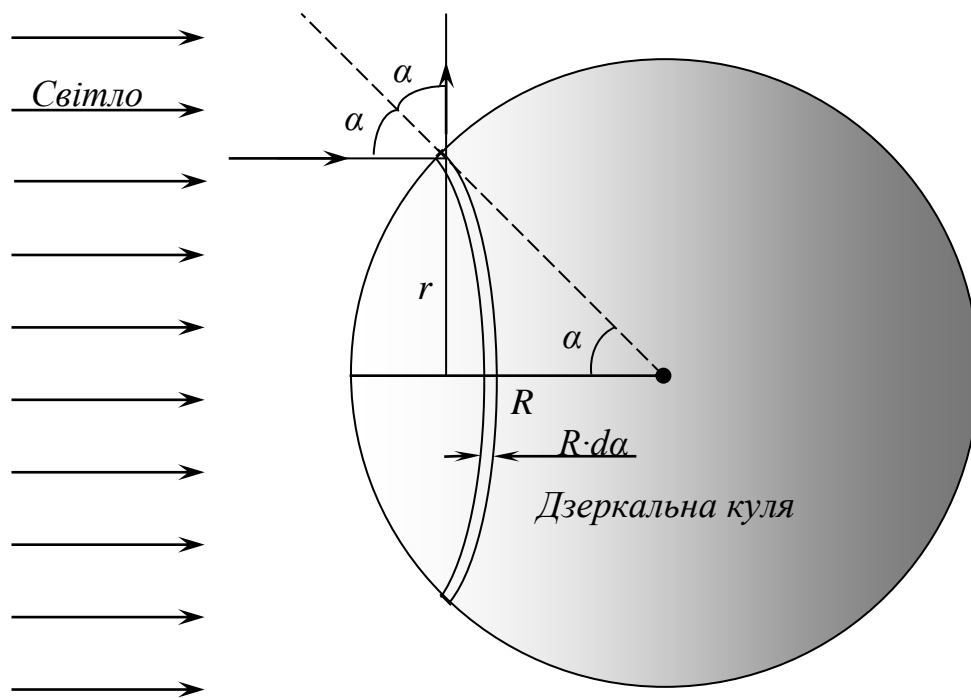


Рис. 2.6

Нехай R – радіус кулі, A – її альbedo, α – кут падіння $r = R \sin \alpha$ світла на елемент поверхні кулі, ϕ – потік світла, який падає на одиницю перпендикулярної до нього поверхні (рис. 2.6). Тоді на вузький коловий пояс раді $r = R \sin \alpha$ і шириною $R \cdot d\alpha$ падає потік

$$d\hat{O} = \hat{o} \cdot 2\pi r \cdot dr = \hat{o} \cdot 2\pi R \sin \alpha \cdot R \cos \alpha d\alpha = \pi R^2 \hat{o} \sin 2\alpha \cdot d\alpha \quad (2.4)$$

Згідно закону відбивання це світло буде поширюватися під кутом $\beta = 2\alpha$ до напрямку на джерело. Нагадаємо, що, в даному випадку, кут β є фазовим кутом, тобто кутом між напрямками від Сонця до Місяця і від Місяця до спостерігача. Якщо згадати, що сила світла, це світловий потік в одиниці тілесного кута Ω , то матимемо, що у напрямку β сила світла дорівнює:

$$I(\beta) = A \frac{d\hat{O}}{d\Omega}. \quad (2.5)$$

Пам'ятаючи, що $\Omega = 2\pi(1 - \cos \beta)$, а $d\Omega = 2\pi \sin \beta d\beta$ матимемо:

Звідси випливає, що блиск дзеркальної кулі не залежить від фазового кута спостерігача β . Інакше кажучи, дзеркальна куля відбиває світло в усіх напрямках рівномірно і з усіх боків має однаковий блиск.

$$I(\beta) = A \frac{d\hat{O}}{2\pi \sin \beta d\beta} = \frac{A\hat{o} \pi R^2 \sin 2\alpha d\alpha}{2\pi \sin 2\alpha 2d\alpha} = \frac{A\hat{o} R^2}{4} \quad (2.6)$$

Порівняємо його з блиском Сонця. Якщо відстань від кулі до Сонця – r , а від спостерігача – s то потік випромінювання, який падає на кулю, дорівнює

$$\hat{O} = \frac{L_0 \pi R^2}{4\pi r^2}, \quad (2.7)$$

а освітленість спостерігача відбитим світлом

$$E_1 = \frac{A\hat{O}}{4\pi s^2} = \frac{AL_0 \pi R^2}{(4\pi rs)^2}. \quad (2.8)$$

У той же час, освітленість спостерігача прямими сонячними променями

$$E_2 = \frac{L_0}{4\pi r_0^2} \quad (2.9)$$

де r_0 - відстань Сонця від спостерігача, а L_0 – світність Сонця. У зоряних величинах різниця блиску Сонця та дзеркальної кулі складає

$$\Delta m = 2,512 \lg \left(\frac{E_2}{E_1} \right) = 2,512 \lg \left(\frac{4}{A} \right) + 5 \lg \left(\frac{rs}{r_0 R} \right). \quad (2.10)$$

Ми отримали залежність у загальному вигляді. Якщо дзеркальна куля відбиває світло без втрат ($A = 1$), то формула спрощується:

$$\Delta m = 1,5 + 5 \lg \left(\frac{rs}{r_0 R} \right). \quad (2.11)$$

Ще більше вона спроститься, якщо відстані від спостерігача та кулі до Сонця однакові ($r \approx r_0$) як у випадку з Місяцем:

$$\Delta m = 1,5 + 5 \lg \frac{s}{R}. \quad (2.12)$$

Ось цю формулу ми і використаємо, щоб довести помилку Галілея і оцінити блиск «дзеркального Місяця». Для $R = 1738$ км и $s = 384,4$ тис. км

отримаємо $\Delta m = 13,2^m$. Приймавши візуальний блиск Сонця $m_{\odot} = -26,6^m$, отримуємо блиск «дзеркального Місяця»

$$m = m_0 + \Delta m = -13,4^m. \quad (2.13)$$

Нагадаємо, що при дуже низькому альбедо ($A=7\%$) реальний Місяць у повні має блиск $m = -12,7^m$, тобто, він всього в два рази слабкіше блищить за «дзеркальний». Це пов'язано з тим, що шорсткувата поверхня реального Місяця в більшості відбиває світло в напрямку джерела освітлення.

Отже, ми довели, що «дзеркальний Місяць» був би навіть трішки яскравіше реального і, як і раніше, залишався б найяскравішим об'єктом нічного неба.

Досить цікаве питання виникає після розгляду попередньої проблеми. Ми знаємо, що при спостереженнях Місяця його видимий кутовий діаметр близький до $0,5^\circ$. Отож, чи буде кутовий діаметр «дзеркального Місяця» таким же, як і у звичайного? Спробуємо визначити кутовий діаметр зображення Сонця в «дзеркальному Місяці».

Якщо проводити спостереження в період «повного Місяця», тобто в момент протистояння «дзеркального Місяця» і Сонця, то кутовий розмір Сонця (α) і його зображення в кулі (γ) пов'язані наступним чином (рис. 2.9):

$$\begin{cases} \eta = \alpha - \beta \\ \eta = \gamma + \beta \end{cases}, \quad (2.14)$$

звідки $2\beta = \alpha - \gamma$ а, враховуючи, що $\gamma s = \beta R$, отримаємо:

$$\gamma \left(2 + \frac{R}{s} \right) = \alpha \frac{R}{S} \quad (2.15)$$

оскільки при спостереженнях небесних тіл $R \ll s$, отримаємо:

$$\gamma = \alpha \frac{R}{2s}. \quad (2.16)$$

Для Сонця $\alpha = 0,5^\circ$ і, відповідно, підставивши значення, матимемо, що розмір його відображення в «дзеркальному Місяці» буде мати кутовий діаметр $\gamma = 4''$. Для незброєного ока, чи навіть шкільного телескопу, такий

об'єкт сприймається, як точковий, тобто, ми бачитимемо не Місяць, а «зірку».

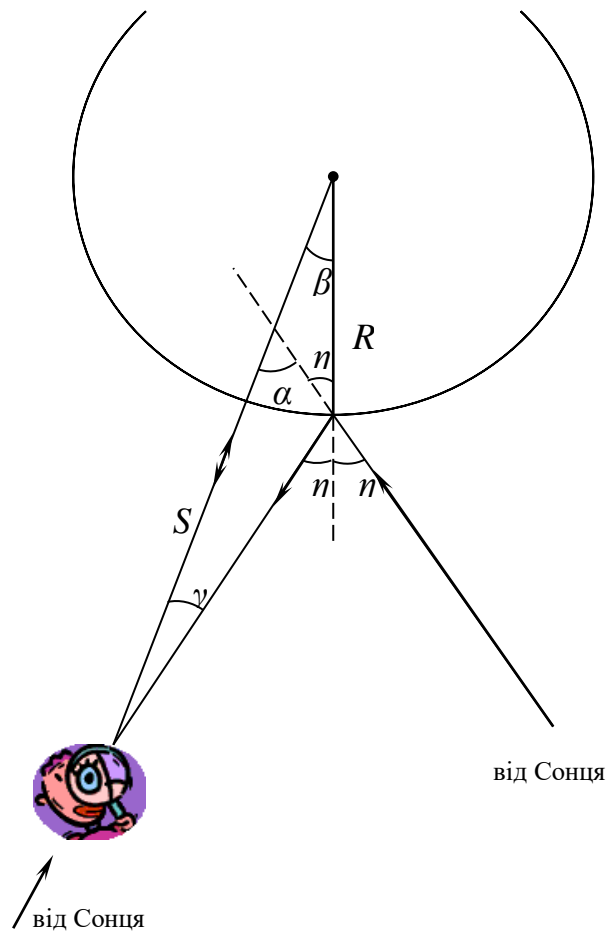


Рис. 2.7

До речі, використавши математичні викладки попередньої задачі, можна розв'язати ще досить багато цікавих задач, пов'язаних із спостереженням штучних супутників Землі. Наприклад, чи можна бачити неозброєним оком стаціонарний супутник Землі. Нехай супутник має форму сфери з радіусом $R = 2$ м і його альбедо $A = 50\%$. Знаючи, що стаціонарні супутники обертаються на відстані $s = 3,6 \cdot 10^7$ м від поверхні Землі, визначимо різницю в блиску Сонця та супутника за вже виведеною формулою:

$$\Delta m = 2,5121 \lg\left(\frac{4}{A}\right) + 5 \lg\left(\frac{s}{R}\right). \quad (2.17)$$

тоді, $m = m_{\odot} + \Delta m$. Враховуючи, що $m_{\odot} = -26,6^m$, та підставивши значення, отримаємо:

$$\Delta m = -26.6^m + 2.512 \lg \frac{4}{0.5} + 5 \lg \frac{3.6 \cdot 10^7 \text{ ǎ}}{2 \text{ ǎ}} = 11,9^m. \quad (2.18)$$

Отже, виходить, що стаціонарні супутники таких розмірів побачити можна тільки в досить потужний телескоп. Подальші розрахунки показують, що для того, щоб побачити стаціонарний супутник неозброєним оком його радіус повинен бути, як мінімум, 30 м. Об'єктів таких розмірів на стаціонарній орбіті поки що, як відомо, не має.

Позаурочна робота з астрономії значно розширює можливості цілеспрямованої навчальної діяльності, стимулює самоосвіту дітей, дозволяє корисно й цікаво використовувати дозвілля. Під час позаурочних занять школярі дізнаються багато нового та цікавого про Всесвіт й одержують можливість досить докладно познайомитися з сучасними методами астрономічних досліджень і застосовуваними в наш час інструментами. Позаурочна робота дає можливість учням, які цікавляться астрономією, познайомитися з класичними та новітніми науково-популярними книгами та журналами, практикуватися в одержанні цікавої наукової інформації, використовуючи сучасні інформаційні технології. Також вона дозволяє по-справжньому «навчитися вчитися», що розвиває творчі можливості дітей і сприяє формуванню в них потреби в постійному навчанні. Крім того, робота в різних позакласних і позашкільних астрономічних колективах має велике виховне значення, формуючи в дітей навички роботи в науковому колективі, відповідальність за доручену справу.

Висновки до розділу 2

1. Розвиток науки й техніки потребує від вчителів та учнів нових форм комунікації, нових типів рішення абстрактних і конкретних задач, перетворюючи вчителя із авторитарного транслятора готових ідей в особистість, яка надихає учнів до самостійної інтелектуальної творчої праці.

2. Впровадження пропедевтики астрономічних знань на уроках фізики

не потребує додаткових витрат часу, астрономічний матеріал підібраний у відповідності зі «Стандартами базової та повної середньої освіти», а також з діючими програмами «Фізика 7-11. Астрономія 11.» Шкільна практика свідчить про те, що у класах, де застосовується пропедевтика астрономічних знань, учні показують кращі результати у навчанні.

3. Нами розроблено зміст і структуру пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи:

- науково-методичні рекомендації щодо впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у шкільну практику викладання фізики;
- методичні рекомендації до використання задач з астрономічним змістом на уроках фізики;
- інструкції по виготовленню дидактичних засобів навчання;
- методика застосування інформаційно-комп'ютерних технологій у навчально-виховному процесі з астрономії;
- методичні рекомендації для використання в позаурочній роботі з астрономії;

4. Астрономічні спостереження активізують навчальний процес, спонукають до подальшого теоретичного осмислення матеріалу дають змогу систематизувати факти та відповідні поняття, сприяють формуванню в учнів загальнонаукових уявлень про різноманітність і причинну зумовленість явищ природи, неперервність розвитку наукових знань, цілісної фізичної картини світу.

5. Широке застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі з фізики і астрономії (зокрема, презентацій, виконаних в середовищі Microsoft Power Point, Macromedia Flash Player тощо) дає можливість розкрити значний гуманітарний потенціал природничих дисциплін, пов'язаний з формуванням наукового світогляду, розвитком аналітичного і творчого мислення, суспільної свідомості учнів і свідомого ставлення до навколишнього світу.

6. Розроблені нами астрономічні моделі відповідають наступним вимогам:

- однозначно представляють відповідний об'єкт дослідження, створений природою;
- являють собою штучні об'єкти, які замінює оригінал у процесі дослідження і дають про них відповідну інформацію на даному етапі дослідження;
- мають ті властивості оригіналу, які істотні для даного дослідження.

8. Позашкільну роботу з астрономії ми розглядаємо як одну з форм пропедевтики астрономічних знань. Нами розглянути такі форми позашкільної роботи як індивідуальні, групові, масові. Особлива увага приділена роботі астрономічного гуртка, а також підготовці робіт для участі у Всеукраїнських конкурсах дитячих наукових робіт та роботі МАН.

РОЗДІЛ 3

ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ЙОГО РЕЗУЛЬТАТИ

3.1. Критерії оцінювання та методика їх застосування при проведенні педагогічного експерименту

В школах України так само, як і у європейських, впроваджено декілька видів контролю: поточний (необов'язковий), тематичний, підсумковий. Тематичну атестацію визнано основним видом діагностики навчальних досягнень учнів, оскільки навчальна тема є головною структурною одиницею програми. За результатами тематичного оцінювання здійснюється підсумкове оцінювання: семестрова та річна атестація. Однак, дані види оцінювання є обов'язковими для кожного навчального закладу, оскільки наші школи не володіють правом на створення власної шкали оцінювання й використанням при цьому власних методів і правил педагогічного вимірювання як це є, приміром, у школах Польщі. Щодо форм оцінювання, то на відміну від підходів у зарубіжних школах, де практикується бальна, відсоткова, буквена, словесна (описова), “карта успішності учня”, в Україні вона єдина й обов'язкова – лише бальна.

Відмінністю нового підходу в атестації знань українських школярів, у порівнянні з попередньою системою оцінювання, є орієнтація не на “середнього учня”, а на учня, який може досягнути відповідного рівня. Крім того, у новій системі педагогічних вимірювань в Україні робиться акцент на оцінювання максимальних можливостей учня, а саме його компетентності. У зв'язку з цим створено критерії оцінювання, в основу яких лягло положення про те, що навчальна діяльність у кінцевому підсумку повинна не просто дати людині суму знань, умінь і навичок, як було раніше, а сформувати її компетентність (здатність набувати завдяки навчанню знання, досвід, цінності і розвивати свої здібності). Дані якості особистості формуються у людини в основному на базі змісту загальної середньої освіти, оскільки

загальноосвітня школа є центральною ланкою системи національної освіти. Рівень компетентності учнів визначається за допомогою оцінювання, основу якого складають такі чинники:

1. Повнота відповіді учня (правильна, повна, логічна, обґрунтована).
2. Якість (осмисленість, глибина, міцність, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість).
3. Володіння розумовими операціями (аналіз, порівняння, узагальнення тощо).
4. Творча діяльність (виявлення проблем і їх розв'язання, формулювання гіпотез і самостійність у судженнях).
5. Загальнонавчальні та предметні уміння й навички [135, с. 2].

Дані чинники лягли в основу визначення чотирьох рівнів навчальних досягнень учнів: початкового, середнього, достатнього, високого.

Під рівнем знань В.П. Беспалько розуміє здатність дитини виконувати ряд цілеспрямованих дій для вирішення поставлених задач певного класу, пов'язаних із використанням об'єкта вивчення. [13 – 15]. У нашому дослідженні такими об'єктами є пропедевтичні астрономічні поняття, окреслені Державними стандартами відповідних дисциплін. Учений виокремлює чотири рівні знань:

1. Загальне знайомство з об'єктом вивчення, а діяльність зводиться до впізнання предмета, що вивчається за його зображенням, а процес або явище за описом.
2. Розуміння засвоюваного матеріалу та здатність до словесного опису об'єктів і явищ, до аналізу різних дій.
3. Уміння розв'язувати задачу з використанням попередніх знань на основі поданого зразка.
4. Здатність трансформувати отримані знання з метою застосування їх для розв'язання нових нестандартних задач.

О.І. Гірний, М.В. Зінкевич, М.М. Савчин, П. Хобзей, О.І. Шиян об'єктом оцінювання вважають інтелект учнів, разом із його структурними елементами, а процес оцінювання інтерпретують як діагностику навченості учнів. Опираючись на види пізнавальної діяльності (репродуктивний, творчий), вони визначили 5 рівнів навченості:

1. *розпізнання* (здатність розрізняти символічні (буквені, словесні, графічні) позначення об'єктів, що вивчалися, та ідентифікувати їх із відповідними реальними предметами чи іншими символічними позначеннями);

2. *запам'ятовування* (здатність учня механічно запам'ятовувати навчальні тексти різного обсягу);

3. *розуміння* (здатність орієнтуватись у причинно-наслідкових зв'язках та механізмах перебігу явищ (процесів), класифікувати предмети за суттєвими ознаками та виражати це відповідними висловлюваннями);

4. *елементарні вміння та навички* (здатність застосовувати відтворені на попередніх рівнях знання до розв'язування стандартних навчальних завдань);

5. *перенесення* (здатність переносити знання попередніх рівнів на нестандартні завдання) [59].

Опираючись на критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти; підходи до оцінювання знань, умінь та навичок було змодельовано чотири рівні навчальних досягнень учнів 7-11 класів з фізики та астрономії.

I рівень – початковий. Учень володіє невеликим обсягом навчального матеріалу, відповідь на поставлене запитання дає однослівно, тільки за допомогою вчителя.

II рівень – середній. Учень володіє деякою частиною навчального матеріалу за допомогою вчителя може його відтворити; здатний викласти думку уривчастими реченнями чи фразами.

III рівень – достатній. Учень володіє навчальним матеріалом на рівні розв'язання стандартних завдань; самостійно може порівнювати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки.

IV рівень – високий. Учень вільно володіє навчальним матеріалом; здатний узагальнювати, систематизувати знання та застосовувати їх на практиці у знайомих і нестандартних ситуаціях.

Беспалько В.П. вважає, що використання тестів є реальною можливістю для об'єктивного оцінювання знань школярів взагалі і при програмованому навчанні зокрема. За структурою та метою використання він розрізняє такі види тестових завдань: 1) *тести - “сходинки”*, які будуються у вигляді серії випробувань відповідно до висхідної та спадної шкали рівнів і зручні для проведення зрізів знань учнів; 2) *тести з вибором відповіді* (вибіркові), які використовуються для тестування на рівні знайомства; 3) *тести-підстановки і конструктивні тести*, які дозволяють з'ясувати знання учнів на середньому й достатньому рівнях; 4) *тести-задачі*, які дають достовірні судження про оволодіння учнями знаннями та прийомами роботи на рівнях умінь і трансформацій [14, с. 62].

На думку М.М. Олійника та Ю.А. Романенка “Педагогічний тест – це система завдань специфічної форми, певного змісту, яка дозволяє якісно оцінити структуру і кількісно виміряти рівень знань, умінь та навичок” [195, с.3].

Для проведення педагогічного експерименту в загальноосвітніх школах нами були відібрані приблизно рівні за успішністю та складом експериментальні та контрольні класи учнів. В контрольних класах використовувалися традиційні методи навчання, а в експериментальних – поряд з традиційними методами навчання фізиці на уроках використовувалася пропедевтика астрономічних знань. Для експерименту були вибрані класи у яких вчителі добровільно погодились займатися цією справою. З ними було проведено бесіди, в ході яких ознайомлено з ідеєю та методикою проведення педексперименту. Ми забезпечили цих вчителів необхідними для проведення педагогічного

експерименту матеріалами (методичними посібниками, електронними дисками, текстами тестування, яке проводилося на початку та наприкінці кожного навчального року).

Педагогічний експеримент дав можливість у значно більшій мірі, ніж інші методи дослідження, встановити характер зв'язків між компонентами педагогічного процесу, умовами та результатами різних дій учнів. У ході проведення навчального експерименту, ми порівнювали ефективність різних факторів або змін, що відбувались у структурі навчального процесу, вибрали оптимальне їх поєднання та встановили в якісній і кількісній формах закономірні зв'язки між окремими фізичними і астрономічними явищами та процесами.

Якість знань учнів середніх шкіл визначалася через порівняння рівнів (низького, середнього і високого) навчальних досягнень, а також підвищенням чи зниженням середнього балу успішності в експериментальних та контрольних групах.

Нами уточнено критерії оцінювання навчальних досягнень учнів, відповідно до рівня їх знань (див. таблицю 3.1).

Перевірка навчальних досягнень учнів проводилась за 12-бальною шкалою. Така шкала оцінювання знань учнів передбачає, що досягнення учнів у навчанні враховуються об'єктивніше, хоча методика оцінювання й потребує докладної розробки [122, с. 4].

Таблиця 3.1

Рівні та критерії навчального процесу

Рівень	Бали	Критерії навчальних досягнень учнів
І. Початковий	1.	Учень за допомогою вчителя в загальному може розпізнати і назвати окремі астрономічні об'єкти; зустрічається з непереборними труднощами при виконанні лабораторних, практичних та інших робіт.
	2.	

	3	Учень за допомогою вчителя або підручника наводить елементарні приклади і ознаки астрономічних і фізичних об'єктів; за інструкцією і за допомогою вчителя частково, без оформлення виконує лабораторні і практичні роботи.
II. Середній	4.	Учень за допомогою вчителя або підручника фрагментарно характеризує окремі фізичні й астрономічні об'єкти; за інструкцією і з допомогою вчителя виконує лабораторні та практичні роботи з частковим оформленням їх.
	5.	Учень за допомогою вчителя або підручника дає означення окремих фізичних й астрономічних понять, неповно характеризує їх загальні ознаки; за інструкцією і за допомогою вчителя виконує лабораторні та практичні роботи з неповним оформленням їх.
	6.	Учень самостійно, але неповно відтворює навчальний матеріал; характеризує будову окремих астрофізичних об'єктів, наводить прості приклади; за допомогою вчителя виконує прості типові практичні вправи; за інструкцією виконує лабораторні і практичні роботи, оформлює їх, робить висновки, що не відповідають меті роботи.
III. Достатній	7.	Учень за допомогою вчителя відповідає на поставлені запитання; дає порівняльну характеристику явищ і процесів природи, розв'язує типові задачі, виправляє допущені помилки; за інструкцією виконує лабораторні і практичні роботи, оформляє їх, робить нечітко сформульовані висновки.
	8.	Учень самостійно відповідає на поставлені запитання; дає порівняльну характеристику явищ і процесів природи, розв'язує типові задачі, виправляє допущені помилки; за інструкцією виконує лабораторні і практичні роботи, оформляє їх, робить сформульовані висновки.
	9.	Учень вільно відповідає на поставлені запитання; самостійно розв'язує практичні задачі; виправляє помилки; з допомогою учителя встановлює причинно-наслідкові зв'язки; виконує лабораторні і практичні роботи, оформляє їх, робить чітко сформульовані висновки.

IV. Високий	10.	Учень вільно відповідає на ускладнені запитання; самостійно аналізує і розкриває суть астрофізичних явищ, процесів, узагальнює, систематизує, встановлює причинно-наслідкові зв'язки; виконує лабораторно-практичні роботи, оформляє їх виконання, робить логічно побудовані висновки відповідно до мети роботи.
	11.	Учень логічно, усвідомлено відтворює навчальний матеріал; самостійно аналізує і розкриває закономірності природи, оцінює окремі астрофізичні явища, закони; встановлює й обґрунтовує причинно-наслідкові зв'язки; ретельно виконує лабораторно-практичні роботи, оформляє їх, робить логічно обґрунтовані висновки.
	12.	Учень виявляє міцні й глибокі знання з фізики і астрономії, може вести дискусію з конкретного питання з використанням міжпредметних зв'язків, самостійно оцінює та обґрунтовує різноманітні астрофізичні явища і процеси, виявляє особисту позицію щодо них, вміє аналізувати проблему і знаходити шляхи її розв'язування; самостійно користується джерелами інформації; ретельно виконує лабораторні та практичні роботи, робить обґрунтовані висновки, справляється з додатковими завданнями

Критерії оцінювання педагогічного експерименту дають змогу встановити:

- рівень обсягу, глибини та дієвості засвоєння учнями знань;
- рівень самостійності й активності розумової діяльності учнів;
- уточнення здобутих знань, умінь та навичок учнів, сприяння правильному розумінню фактичного матеріалу;
- стимулювання навчальної діяльності, підвищення інтересу до здобуття знань через введення елементів астрономії у курс фізики.

3.2. Методика проведення та аналіз результатів педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент передбачав таку мету: визначення ролі та міста пропедевтики астрономічних знань у шкільному курсі фізики, розробки загальнометодичних і практичних аспектів її впровадження та оцінка ефективності запропонованого методу навчання.

Експеримент проводився у три етапи.

I етап (2000 – 2001 рр). Відбувалось теоретичне вивчення досліджуваної проблеми, аналіз наукової та навчально-методичної літератури, визначення об'єкта, предмета, мети, гіпотези та завдань дослідження; проводився констатувальний експеримент та узагальнювались його результати. У ході констатувального експерименту було проведено анкетування вчителів та учнів сільських та міських шкіл Чернігівської та Київської областей про яке ідеться мова у розділі 2.

II етап (2001 – 2006 рр.) на підставі теоретичного аналізу філософсько-педагогічних джерел з проблеми пропедевтики астрономічних знань, а також з урахуванням результатів вивчення шкільної практики, визначались підходи до реалізації змісту сучасних курсів фізики та астрономії. Виділялись експериментальні фактори, проводився формувальний експеримент, у ході якого перевірялась гіпотеза дослідження, вивчалась доцільність та ефективність пропедевтики астрономічних знань у шкільному курсі фізики та використанні методичних порад для вчителів; відбувався збір та аналіз експериментальних даних.

Формувальним експериментом були охоплені школи: №3. м. Славутич Київської області, Хорошеозерська, Сиволожська та Красносільська ЗОШ Борзнянського району Чернігівської області, а також ліцей № 15 та школи №3 м. Чернігова. Така географія проведення формувального експерименту обумовлена тим, що перевірялась придатність розробленої методики як для сільських так і для міських шкіл. Наша методика передбачає використання учнями і вчителями додаткової літератури поряд з навчальною, а можливості її використання у учнів різних шкіл різні. Школярі обласного центру та м. Славутич мають порівняно вільний доступ до наукової та науково-

популярної літератури бібліотечного фонду. У сільських школах вибір додаткової літератури незначний.

Протягом п'яти років нами досліджувалося: використання астрономічного матеріалу у курсі фізики загальноосвітньої школи, засобів інтенсифікації навчального процесу та комплексної діагностики знань. Проведення експерименту сприяло впровадженню в навчальний процес різних форм і видів занять, активній розробці програмно-педагогічного забезпечення.

Для проведення формувального експерименту школи добиралися як звичайні так і спеціалізовані. Головним критерієм вибору була наявність у школі досвідчених вчителів фізики та астрономії, які добре володіють навчальним матеріалом, різноманітними методами проведення уроків, вміють підтримувати дисципліну серед учнів і користуються серед них повагою. Друге на що зверталася увага, це наявність у вчителів бажання працювати за експериментальною методикою та їх впевненість у тому, що це принесе успіх.

У школах, обраних для проведення експерименту, вчителі відповідали всім поставленим вимогам. В основному це всі досвідчені вчителі із стажем роботи від 15 до 25 років, і лише одна має стаж роботи 6 років, але вже зарекомендувала себе, як досвідчений і вмілий педагог.

Формувальний експеримент проводився у два етапи (перший розпочався у вересні 2001 року, а другий - через рік.) Це було пов'язано з тим, що розпочинаючи експеримент ми не приготували методичні матеріали у повному обсязі вважаючи, що вчителям достатньо мати матеріал на один навчальний рік. Результати експерименту першого року нас не задовольнили у повному обсязі, тому було вирішено провести для вчителів, які будуть навчати учнів за експериментальною методикою у наступному навчальному році, семінари і ознайомити їх із усіма методичними матеріалами і пояснити методику проведення уроків, використовуючи пропедевтику астрономічних знань у курсі фізики загальноосвітньої школи.

Дослідженням було охоплено 402 учні на першому етапі експерименту (198 – експериментальні класи, 204 – контрольні класи), та 438 учнів на другому етапі (220 - експериментальні класи та 218 - контрольні класи). З них 34% учнів сільських шкіл, решта міські. Всього у експерименті брало участь 840 учнів.

Не зважаючи на не досить вдалий експеримент у перший рік, було вирішено працювати з цими учнями до 11 класу, а також проводити експеримент протягом п'яти років із учнями на рік молодшими.

Крім класів у яких проводився формувальний експеримент, для перевірки достовірності його результатів відбирались і контрольні класи. При відборі контрольних класів необхідно було виконати ряд умов. По-перше, контрольні класи повинні бути з шкіл тієї ж місцевості, що й експериментальні. По-друге, вчителі, які працюють у контрольних класах, повинні мати приблизно таку ж кваліфікацію, як і ті вчителі, що працюють в експериментальних класах. По-третє, рівень підготовки учнів контрольних класів повинен бути близьким до рівня підготовки учнів експериментальних класів. По-четверте, вчителі в контрольних класах мають працювати за традиційною методикою, не вдаючись до експериментів.

Оскільки експериментальні класи були у школах обласного центру та в сільській місцевості, то контрольні класи добирались із шкіл такого ж регіонального розташування. У зв'язку з тим що педагогам було зручніше працювати за однією методикою, контрольні класи були обрані в інших школах. Наприклад у школі №3 м. Чернігова, де старші класи розподіляються по профілям так само, як у ліцеї № 15 м. Чернігова, експериментальні класи відбирались у ліцеї № 15, а контрольні у школі №3.

Оскільки зараз у школах класи диференційовані за успішністю, то в такому випадку контрольним брали клас з середньою успішністю, а експериментальними – сильний та слабкий.

Підготовка вчителів, які проводили уроки в контрольних класах, не становила труднощі. Вчителі мали тестові завдання, на які учні відповідали у

письмовій формі. Потім вчителі оцінювали відповіді учнів за певними критеріями (див. п. 3.1) та повідомляли результати нам. Ми, у свою чергу, проводили перевірку учнівських робіт, щоб знати, чи відповідають результати вчительської перевірки обраним критеріям.

Підготовка вчителів, які проводили роботу в експериментальних класах, була набагато складнішою та проходила в кілька етапів. На першому етапі вчителі одержали повний набір експериментальних матеріалів – додатки до уроків, задачі астрономічного змісту, інструкції до лабораторних робіт, план роботи астрономічного гуртка, інструкції до виготовлення моделей, ілюстративний матеріал у електронному варіанті. Після самостійного ознайомлення з матеріалом, вчителям були прочитані лекції, на яких аргументовано доводилась необхідність пропедевтики астрономічних знань та пояснювалась структура запропонованої методики. Подальша робота із вчителями зводилась до консультацій, як проводилися на базі Чернігівського педагогічного університету та Борзнянського районного відділу освіти.

На початку експерименту всі учні, які були до нього залучені, навчалися у 7-х класах. Основна ідея експерименту – провести спостереження за одними і тими ж учнями починаючи з 7-го і до закінчення ними 11 класу.

Після відбору експериментальних класів був проведений зріз знань учнів з астрономії, які вони отримали при вивченні курсів природознавства та географії. Результати показали, що рівень знань учнів з астрономії приблизно однаковий, що дозволило розпочати проведення експерименту.

У визначенні ефективності розробленої нами методики проводилися контрольні зрізи результатів знань учнів 7-10 класів (по закінченню вивчення курсу) з використанням спеціальних тестів, з паралельним їх аналізом і порівнянням як в експериментальному, так і в контрольному класах.

Приклади тестових завдань наведені у додатках: 7 клас – Додаток 3.1, 8 клас – Додаток 3.2, 9 клас – Додаток 3.3, 10 клас – Додаток 3.4. Кожне з них складено з 10 завдань.

Тестові завдання для учнів 7-го класу розроблені для перевірки астрономічних знань, які учні отримали при вивченні курсів природознавства географії та фізики у 7-му класі.

Таблиця 3.2

**Кількісний аналіз результатів виконання учнями 7-х класів
тестових завдань**

Номер завдання	Кількість учнів, які дали вірні відповіді			
	Експериментальні класи		Контрольні класи	
	В абсолютних одиницях	У відсотках	В абсолютних одиницях	У відсотках
1	344	78,2	240	55,1
2	242	55,0	212	48,6
3	340	77,3	176	63,3
4	324	73,6	230	52,8
5	210	47,7	70	16,1
6	256	58,2	42	9,6
7	312	70,9	222	50,9
8	288	65,5	126	28,9
9	170	38,6	138	31,7
10	160	36,4	120	27,5

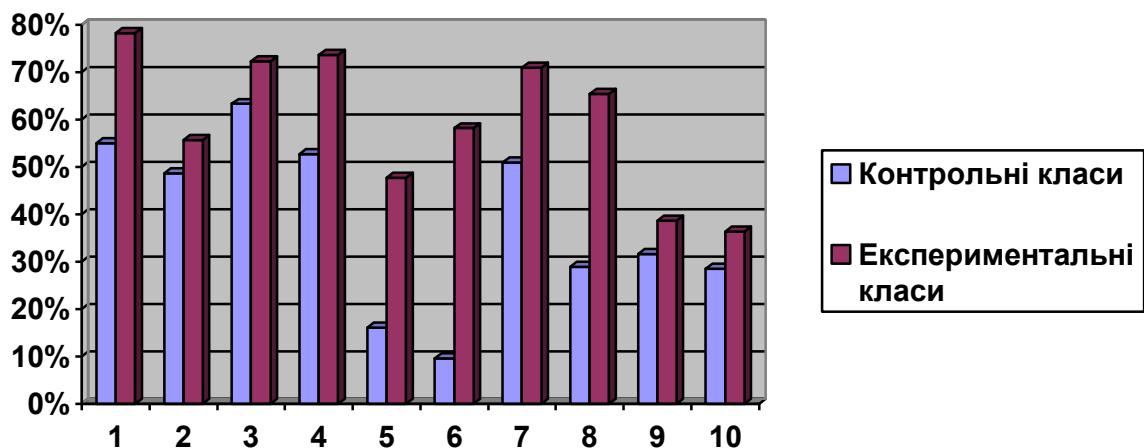


Рис. 3.1 Діаграма розподілу вірних відповідей учнів 7-х класів у експериментальних та контрольних групах

Як видно з наведеної діаграми (рис. 3.1), у експериментальних групах, порівняно з контрольними, більша кількість учнів дали вірні відповіді на запитання. Найменша різниця (7,4%) у кількості вірних відповідей на запитання 2, яке стосувалося компонентів Сонячної системи. Найбільші труднощі в учнів контрольної групи викликало запитання №6 про найпоширеніший агрегатний стан речовини у Всесвіті. У той же час у експериментальній групі на це запитання дали вірну відповідь 58,2% учнів.

Таблиця 3.3

**Кількісний аналіз результатів виконання учнями 8-х класів
тестових завдань**

Номер завдання	Кількість учнів, які дали вірні відповіді			
	Експериментальні класи		Контрольні класи	
	В абсолютних одиницях	У відсотках	В абсолютних одиницях	У відсотках
1	340	77,3	252	57,8
2	292	66,4	192	40,0
3	384	87,3	332	76,2
4	404	92,7	308	70,6
5	184	64,5	120	27,5
6	352	80,0	172	39,5
7	372	84,5	132	53,2
8	204	46,4	140	32,1
9	152	34,6	68	15,6
10	276	62,7	156	35,8

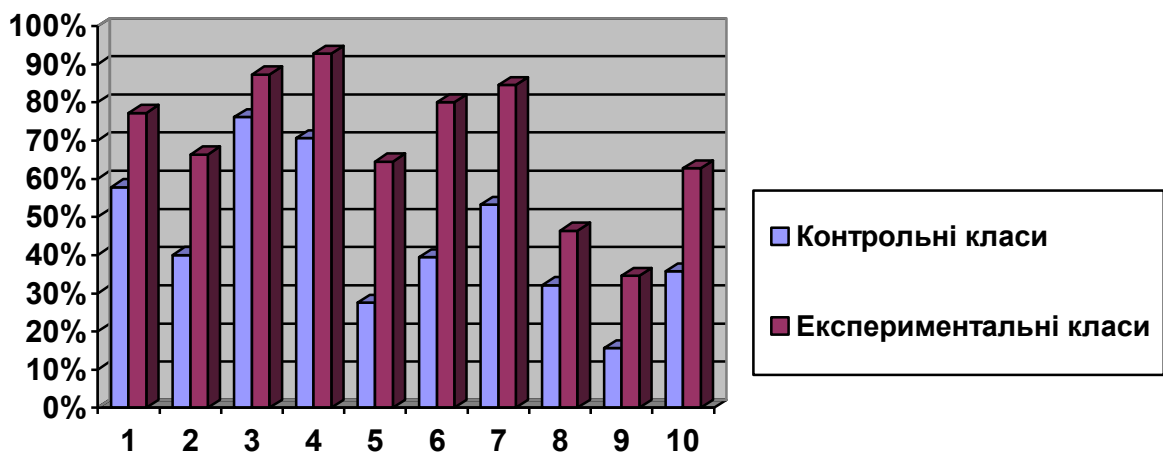


Рис. 3.2 Діаграма розподілу вірних відповідей учнів 8 класів у експериментальних та контрольних групах

При проведенні тестування учнів 9-х класів, їх кількість у контрольній групі зменшилася на двоє. У експерименті продовжували приймати участь 418 учнів експериментальної групи та 420 учнів контрольної.

Таблиця 3.4

**Кількісний аналіз результатів виконання учнями 9-х класів
тестових завдань**

Номер завдання	Кількість учнів, які дали вірні відповіді			
	Експериментальні класи		Контрольні класи	
	В абсолютних одиницях	У відсотках	В абсолютних одиницях	У відсотках
1	328	74,6	152	35,2
2	192	43,6	92	21,3
3	232	57,3	192	44,4
4	380	86,4	312	72,2
5	282	66,4	40	9,3
6	232	52,7	30	6,9
7	264	60,0	108	25,0
8	352	80,0	192	44,4
9	244	55,5	184	42,6
10	300	68,2	80	18,5

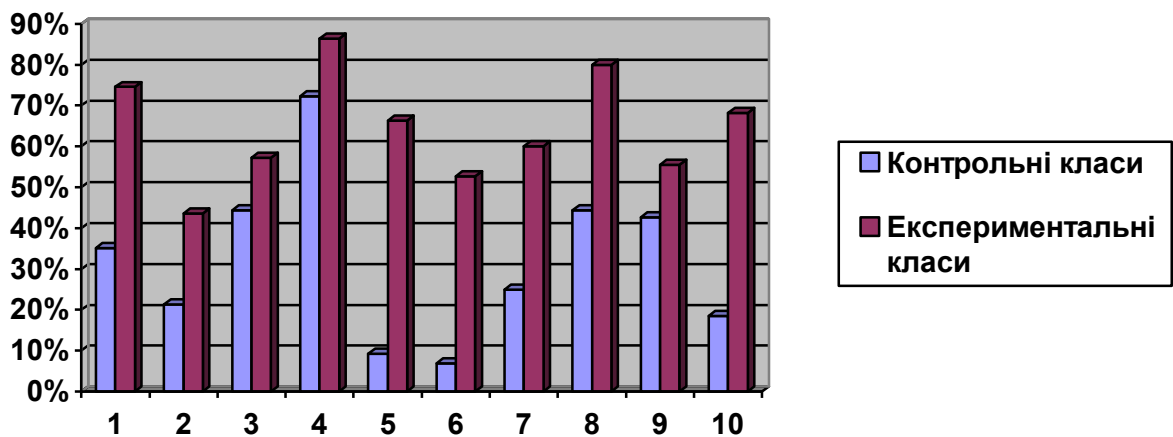


Рис. 3.3 Діаграма розподілу вірних відповідей учнів 9-х класів у експериментальних та контрольних групах

Проаналізувавши діаграму (рис. 3.3), можна побачити, що кількість вірних відповідей учнів 9-х класів зменшується у порівнянні з кількістю вірних відповідей учнів 7 та 8 класів.

При закінченні учнями 9-ти річної школи у подальшому експерименті приймало участь 417 учнів експериментальної групи та 419 контрольної. У зв'язку з тим, що деякі учні продовжили навчання не в школах, а в інших навчальних закладах, кількість учнів у експериментальній групі прийшлося зменшити.

Результати анкетування учнів 10-х класів наведені у таблиці 3.5 та ілюстровані діаграмою 3.4.

Таблиця 3.5

**Кількісний аналіз результатів виконання учнями 10-х класів
тестових завдань**

Номер завдання	Кількість учнів, які дали вірні відповіді			
	Експериментальні класи		Контрольні класи	
	В абсолютних одиницях	У відсотках	В абсолютних одиницях	У відсотках
1	156	59,5	172	39,8
2	184	89,3	254	58,8
3	326	75,4	122	28,2
4	266	61,9	164	38,0
5	296	68,8	162	37,5
6	338	78,6	234	54,2
7	250	58,1	214	49,5
8	224	52,1	122	28,2
9	258	60,0	224	51,9
10	182	42,3	140	32,4

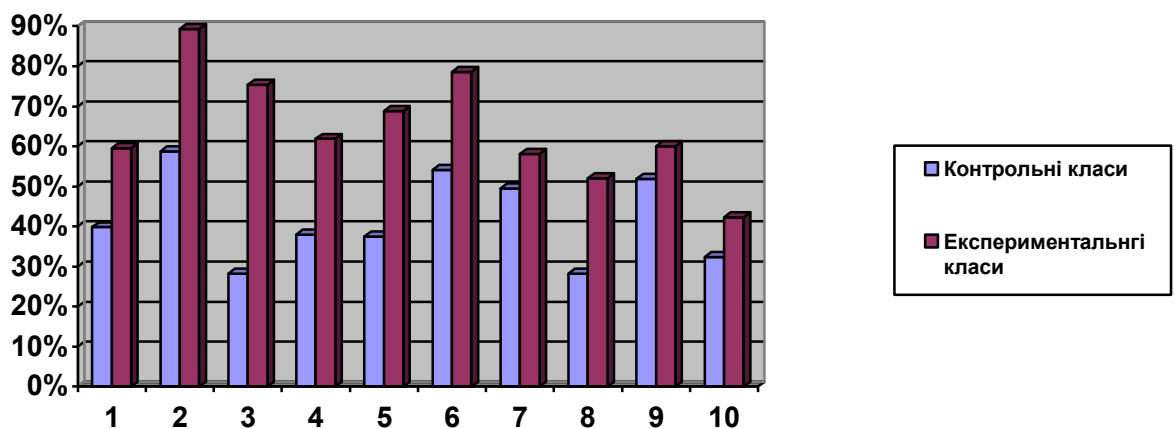


Рис. 3.4 Діаграма розподілу вірних відповідей учнів 10-х класів у експериментальних та контрольних групах

У процесі вивчення астрономії, результати навчання перевірялися за допомогою самостійних та контрольних робіт, приклади яких одани у додатках К.1, К.2, Л.1, Л.2. Запитання до заліку – додаток М.

У відповідності до Державних стандартів базової та повної середньої освіти були розроблені тести для перевірки знань учнів 11 класів після вивчення курсів фізики та кожної теми з курсу астрономії. У додатках Н.1, Н.2, Н.3, Н.4, Н.5, Н.6 наведені приклади тестових завдань для учнів 11 класів, які використовувалися для перевірки знань після вивчення кожної теми з астрономії. Рівень астрономічних знань визначався як за рівнями та критеріями навчального процесу (таблиця 3.6), так і у переведенні на п'ятибальну систему.

Середній бал, він же є коефіцієнтом ефективності, ми підраховали за формулою: $X = \frac{\sum X_i \times n_i}{n}$,

де X – середній бал класів; n – загальна кількість учнів в класі;

X_i – оцінки, які набирають значень 2, 3, 4, 5;

n_i – частота оцінок.

Підраховуємо, для експериментальних класів:

$$\bar{O} = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 39 + 4 \cdot 211 + 5 \cdot 166}{418} = 4,3$$

Таблиця 3.6

**Зведена таблиця результатів перевірки астрономічних знань
учнів 11 класів**

	<i>Початковий, оцінка 2</i>	<i>Середній, оцінка 3</i>	<i>Достатній, оцінка 4</i>	<i>Високий оцінка 5</i>	<i>Середній бал</i>	<i>Якість знань</i>
Вибірка 1 (експериментальна група) $n_2=220$	2 0,5%	39 9,8 %	211 50,2 %	166 39,5 %	4,3	90,2%
Вибірка 2 (контрольна групи) $n=198$	18 4,4%	183 43,3%	144 33,3%	80 19,0%	3,7	52,3%

Для контрольних класів:

$$\bar{O} = \frac{2 \cdot 18 + 3 \cdot 183 + 4 \cdot 144 + 5 \cdot 80}{420} = 3,7$$

Порівнюючи результати тестування робіт експериментальних і контрольних класів, приходимо до висновку, що якість знань учнів, що відповідає достатньому та високому рівню знань у експериментальних класах становить 90,2 %, тоді як у контрольних класах – 52,3 %, що підтверджує ефективність застосування розробленої нами методики пропедевтики астрономічних знань учнів при вивченні фізики.

Результати перевірки астрономічних знань учнів 11 класів експериментальних та контрольних груп подані на діаграмі 3.5.

Як видно з наведеної діаграми, у експериментальних групах, порівняно з контрольними групами, більша кількість учнів, які мають добрі та відмінні оцінки.

Кількісна обробка результатів педагогічного експерименту здійснювалась за методикою І. Барвіна [11, с.21].

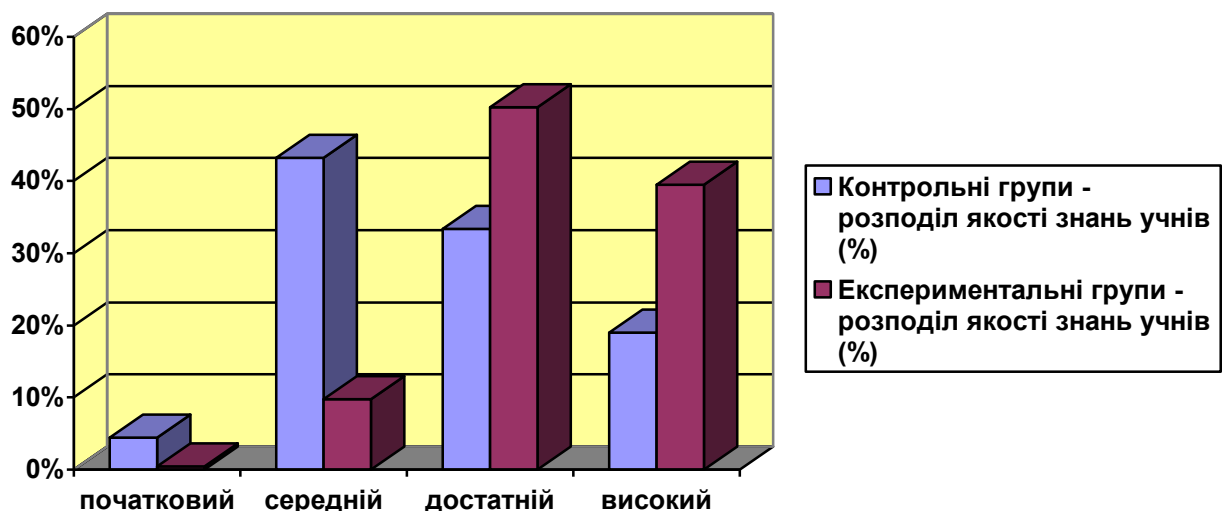


Рис. 3.5. Діаграма розподілу учнів за рівнями навчальних досягнень в експериментальних та контрольних групах

Основні характеристики випадкових величин: *математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації.*

Математичним сподіванням X називається сума добутків окремих значень, що їх набуває x відповідних імовірностей p .

p - імовірність того, що $X < x$ є функцією від x

$p(X < x) = F(x)$ – функція розподілу випадкової величини,

$M(x)$ – математичне сподівання;

$$M(x) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + x_3 p_3 + x_n p_n; \quad (3.1)$$

$D(x)$ – дисперсія характеризує ступінь розсіювання значень випадкової величини навколо її середньої величини;

$$D(x) = [x_1 - M(x)]^2 \cdot p_1 + [x_2 - M(x)]^2 \cdot p_2 + [x_3 - M(x)]^2 \cdot p_3 + [x_4 - M(x)]^2 \cdot p_4; \quad (3.2)$$

$G(x)$ – середнє квадратичне відхилення;

$$G(x) = \sqrt{D(x)}; \quad (3.3)$$

$V(a)$ – коефіцієнт варіації;

$$V(a) = \frac{G(x)}{M(x)} \times 100\% \quad (3.4)$$

Для експериментальних груп: вибірка 1;

$$P_1 = \frac{2}{418} = 0,005; \quad P_2 = \frac{39}{418} = 0,093; \quad P_3 = \frac{211}{418} = 0,505; \quad P_4 = \frac{166}{418} = 0,397;$$

Таблиця 3.7

**Ряд розподілу дискретної випадкової величини
для експериментальних груп**

x	2	3	4	5
p	0,005	0,093	0,505	0,397

$$M(x) = 2 \cdot 0,005 + 3 \cdot 0,093 + 4 \cdot 0,505 + 5 \cdot 0,397 = 4,294;$$

$$D(x) = [2 - 4,294]^2 \cdot 0,005 + [3 - 4,294]^2 \cdot 0,093 + [4 - 4,294]^2 \cdot 0,505 + [5 - 4,294]^2 \cdot 0,397$$

$$- 4,294]^2 \cdot 0,397 = 0,424;$$

$$G(x) = \sqrt{D(\bar{\sigma})} = \sqrt{0,424} = 0,651;$$

$$V(a) = \frac{G(\bar{\sigma})}{\bar{I}(\bar{\sigma})} \times 100\% = \frac{0,651}{4,294} \times 100\% = 15,2\%;$$

Для контрольних груп: вибірка 2

$$P_1 = \frac{18}{422} = 0,043; \quad P_2 = \frac{183}{422} = 0,434; \quad P_3 = \frac{141}{422} = 0,334; \quad P_4 = \frac{80}{422} = 0,189;$$

Таблиця 3.8

**Ряд розподілу дискретної випадкової величини
для контрольних груп**

x	2	3	4	5
p	0,043	0,434	0,334	0,189

$$M(x) = 2 \cdot 0,043 + 3 \cdot 0,434 + 4 \cdot 0,334 + 5 \cdot 0,189 = 3,669;$$

$$D(x) = [2 - 3,669]^2 \cdot 0,043 + [3 - 3,669]^2 \cdot 0,434 + [4 - 3,669]^2 \cdot 0,334 + [5 - 3,669]^2 \cdot 0,189 = 0,686;$$

$$G(x) = \sqrt{D(\bar{\sigma})} = \sqrt{0,686} = 0,828;$$

$$V(a) = \frac{G(\bar{\sigma})}{\bar{I}(\bar{\sigma})} \times 100\% = \frac{0,828}{3,669} \times 100\% = 22,6\%;$$

Таким чином, математична обробка результатів педагогічного експерименту показала, що коефіцієнт варіації в експериментальній групі становить 15,2 %, тоді як у контрольній – 22,6 %; відповідно й ступінь розсіювання значень випадкової величини навколо її середньої величини менша у експериментальній групі – 0,651, порівняно з контрольною – 0,828.

Одночасно перевірка гіпотези про доцільність введення пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи здійснювалась за методикою χ^2 (хи-квадрат). Оцінка результатів проводилася по декількох показниках: рівень виконання учнями контрольних та тестових завдань, відповіді учнів та вчителів на запитання анкети; бесіди із вчителями та учнями тощо.

Розглянемо методику порівняння відповідей вчителів експериментальних класів на одне із запитань анкети «Чи потрібна пропедевтика астрономічних знань у курсі фізики загальноосвітньої школи?» (Відповідь: так – ні).

Включення даного запитання в анкету пояснюється тим, що необхідно було з'ясувати рівень підготовки вчителів до запланованого виду роботи. На основі порівняння думок вчителів експериментальних і контрольних класів передбачалося перевірити гіпотезу про відсутність відмінностей між двома методиками.

Відношення вчителів до запропонованої методики вимірювалося по шкалі найменувань, яка має два критерії: так, ні. Обидві вибірки вчителів випадкові і незалежні. Таким чином, в умовах даного експерименту виконувалися всі умови використання критерію χ -квадрат для перевірки сформульованої гіпотези. У зв'язку з тим, що шкала вимірів має тільки дві категорії, використовується варіант двостороннього критерію, пристосований до тих випадків, коли результати вимірів зведені у чотириклітинну таблицю 2×2 . Відповіді 18-ти вчителів, які працювали за запропонованою методикою та 12-ти, які працювали за традиційною методикою розподілилися на дві категорії (так, ні) і запишемо у формі таблиці 2×2 .

Таблиця 3.9

	Так	Ні	
Вибірка №1 (експериментальна група)	$O_{11}=14$	$O_{21}=4$	$n=O_{11}+O_{12}=18$
Вибірка №2 (контрольна група)	$O_{21}=5$	$O_{22}=7$	$n=O_{21}+O_{22}=12$
	$O_{11}+O_{21}=19$	$O_{12}+O_{22}=11$	$N=n_1+n_2=30$

Позначимо p_1 імовірність того, що вчителі, які працюють по запропонованій методиці, вважають саме її найбільш ефективною з точки

зору формування наукового світогляду учнів та рівня фізичних і астрономічних знань учнів, а p_2 – імовірність того, що вчителі, які працюють за традиційною методикою, віддають перевагу їй.

На основі даних таблиці 3.9 можна перевірити нульову гіпотезу $H_0: p_1=p_2$ – при альтернативній гіпотезі $H_1: p_1 \neq p_2$. Три значення з чотирьох у таблиці менші за 5, та три менші за 10. Тому у відповідності з умовами використання критерію, підрахунок статистичного критерію χ -квадрат проводиться за скоректованою формулою:

$$T = \frac{N \left(|O_{11} \cdot O_{22} - O_{12} \cdot O_{21}| - \frac{N}{2} \right)^2}{n_1 \cdot n_2 \cdot (O_{11} + O_{21}) \cdot (O_{12} + O_{22})}$$

Підставимо значення та отримуємо:

$$T = \frac{30 \left(|14 \cdot 7 - 4 \cdot 5| - \frac{30}{2} \right)^2}{18 \cdot 12 \cdot (14 + 5) \cdot (4 + 7)} = 2,64$$

У відповідності з умовами використання двостороннього критерію χ -квадрат за таблицею [71; с. 129] для одного ступеня вільності ($\nu=1$) і рівня значимості $\alpha=0,05$ знайдемо $X_{1-\alpha}=T_{\text{критичне}}=3,84$. Звідси вірна нерівність $T_{\text{спостер}} < T_{\text{критичне}}$ ($2,64 < 3,84$). У відповідності з правилом прийняття рішення для критерію χ -квадрат, отриманий результат не дає достатніх підвалин для відхилення нульової гіпотези, тобто результат проведеного опитуванням вчителів експериментальних і контрольних класів не дають достатніх основ для виявлення кращої методики.

Розглянемо методику порівняння результатів письмових робіт учнів, які перевіряли засвоєння навчального матеріалу у випускному класі.

Методом випадкового відбору із учнів експериментальних класів була отримана вибірка об'ємом 200 учнів ($n_1=200$), які навчаються за запропонованою методикою та вибірка об'ємом 200 учнів ($n_2 = 200$), які навчалися за традиційною методикою. У відповідності із спеціально розробленими критеріями оцінки виконання роботи, кожний учень міг

потрапити у одну з чотирьох категорій: з початковим рівнем знань, середнім, достатнім та високим. Результати виконання роботи двома вибірками учнів використовуємо для перевірки гіпотези про те, що запропонована у дисертації методика, яка заснована на пропедевтиці астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи, сприяє покращенню засвоєння астрономічних знань, які перевіряються, тобто ці учні у середньому будуть отримувати вищі оцінки, ніж учні, які навчаються за традиційною методикою.

Вибірки учнів випадкові та незалежні, властивість що вимірюється (засвоєння розділу програми) має безпосередній розподіл і вимірюєна по шкалі порядку, яка має чотири категорії: початковий рівень знань, середній, достатній, високий. Таким чином, у даному випадку виконані всі припущення критерію Вілкоксона-Мана-Уїтні, який дозволяє перевірити сформульовану гіпотезу. Але у зв'язку з невеликою кількістю категорій шкали вимірювань (чотири категорії) значна частина експериментальних даних представляє ланцюг однакових значень, що знижує точність висновків, отриманих на основі цього критерію. Тому залишається використати двосторонній критерій χ -квадрат, який пристосований до таких ситуацій, тоді коли експериментальні данні записані у формі таблиці $2 \times C$ (у нашому випадку 2×4 , так як $C=4$).

Результати виконання робіт учнями обох вибірок запишемо у вигляді таблиці 2×4 .

Таблиця 3.10

	Категорія 1 (початковий)	Категорія 2 (середній)	Категорія 3 (достатній)	Категорія 4 (високий)
Вибірка №1 (експериментальна група) $n_1=200$	$O_{11} = 1$	$O_{12} = 17$	$O_{13} = 102$	$O_{14} = 80$
Вибірка №2 (контрольна група) $n_2=200$	$O_{21} = 10$	$O_{22} = 79$	$O_{23} = 76$	$O_{24} = 35$

У таблиці 3.10 O_{li} позначає кількість учнів першої вибірки, які відносяться до категорії i ($i=1, 2, 3, 4$); O_{2i} – кількість учнів другої вибірки, які відносяться до категорії i ($i=1, 2, 3, 4$).

Позначимо p_{1i} ($i=1, 2, 3, 4$) імовірність виконання робіт учнями першої вибірки на оцінку, яка відповідає категорії i ; p_{2i} ($i=1, 2, 3, 4$) – імовірність виконання робіт учнями другої вибірки на оцінку, яка відповідає категорії i . На основі даних таблиці можна перевірити нульову гіпотезу $H_0 : p_{1i} = p_{2i}$ для всіх $C = 4$ категорій (т.т. : $p_{11} = p_{21}$, $p_{12} = p_{22}$, $p_{13} = p_{23}$, $p_{14} = p_{24}$) – при альтернативі $H_1 : p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча би для одного з $C = 4$ категорій.

Для перевірки даної гіпотези підрахунки значення статистичного критерію будемо проводити, враховуючи, що кількість категорій $C = 4$.

$$T = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \sum_{i=1}^c \frac{(n_1 O_{2i} - n_2 O_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}} = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \left[\frac{(n_1 O_{21} - n_2 O_{11})^2}{O_{11} + O_{21}} + \frac{(n_1 O_{22} - n_2 O_{12})^2}{O_{12} + O_{22}} + \frac{(n_1 O_{23} - n_2 O_{13})^2}{O_{13} + O_{23}} + \frac{(n_1 O_{24} - n_2 O_{14})^2}{O_{14} + O_{24}} \right]$$

$$T = \frac{1}{200 \cdot 200} \cdot \left[\frac{(200 \cdot 10 - 200 \cdot 1)^2}{1 + 10} + \frac{(200 \cdot 79 - 200 \cdot 17)^2}{17 + 79} + \frac{(200 \cdot 76 - 200 \cdot 102)^2}{102 + 76} + \frac{(200 \cdot 35 - 200 \cdot 80)^2}{80 + 35} \right] = 51,93$$

З таблиці [71; с.129] для $\alpha=0,05$ і числа ступеней вільності $\nu=C-1=4-1=3$ знаходимо критичне значення статистичного критерію T : $\chi_{1-\alpha} = 6,635$. Звідси випливає, що вірна нерівність $T_{спостер.} > T_{критич.}$ ($51,93 > 6,635$), т.т. у відповідності із правилом прийняття рішення отримані результати дають достатньо підстав для відхилення нульової гіпотези. Інакше кажучи, отримані результати перевірки тестових завдань, виконаних учнями експериментальної та контрольної груп, дають достатньо підстав для відхилення думки про те, що учні, які займалися за різною методикою,

отримали однакові результати. Якісний аналіз експериментальних даних у табл. 3.6 також дає підтвердження того, що учні, які навчалися фізиці із застосуванням пропедевтики астрономічних знань у 7-10 класах, після вивчення астрономії у 11 класі показали з цього предмети більш глибокі та ґрунтовні знання, ніж ті, що вчилися за традиційною методикою.

Розроблена нами експериментальна методика введення елементів астрономії у курс фізики протягом всього періоду навчання сприяє збільшенню обсягу та поглибленню засвоєних знань, умінь і навичок учнів, активізації навчальної діяльності, покращенню ставлення до навчання при раціональному поєднанні загальнокласної, групової та індивідуальної навчальної діяльності.

На уроках, проведених за розробленою нами методикою створюються оптимальні умови не лише для засвоєння набутих знань, формування умінь та навичок, але й для розвитку особистості учнів.

Результати теоретичного та експериментального навчання повністю підтверджують правомірність висунутої гіпотези та свідчать про практичне значення розроблених методичних матеріалів.

III етап (2006 – 2007 рр.) здійснено узагальнення та систематизовано результати дослідження, проведена обробка результатів за методикою χ^2 -квадрат.

Висновки до розділу 3

1. Розроблені критерії оцінки педагогічного експерименту дають змогу встановити:

а) рівень обсягу, глибини, самостійності, активності та дієвості засвоєння учнями астрономічних знань;

б) уточнення здобутих знань, умінь та навичок учнів, сприяння правильному розумінню фактичного матеріалу;

в) стимулювання навчальної діяльності, підвищення інтересу до здобуття знань через пропедевтику астрономічних знань у курсі фізики.

2. Розроблено методику експериментальної перевірки ефективності впровадження у навчальний процес з фізики пропедевтики астрономічних знань учнів, яка включає тестові завдання для учнів 7-10 класів для перевірки астрономічних знань та комплекс перевірочних завдань для учнів 11 класу, які пропонувалися їм після вивчення кожної теми з астрономії (самостійні, контрольні роботи, тестові завдання та запитання до заліку).

3. Експериментально підтверджено, що впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи дає підстави стверджувати про доцільність запропонованої методики. Зокрема, зросла кількість учнів експериментальної групи, що навчаються на достатньому і високому рівні, порівняно з контрольною групою. Якість знань учнів, у експериментальних класах становить 90,2%, тоді як у контрольних класах – 52,3%.

ВИСНОВКИ

1. Проведені нами дослідження показали, що стан астрономічної грамотності учнів 7-11 класів загальноосвітніх шкіл суттєво відстає від потоку інформації з астрономії, а особливо з астрофізики. І це в першу чергу пов'язано з тим, що учні 7-8 класів мають високий інтерес до вивчення астрономії, а до 11 класу, якщо цей інтерес не підтримувати, він знижується

2. Протиріччя між високим рівнем вимог до сучасної освітньої галузі «Природознавство» (у частині її астрономічної компонент), з одного боку, та малою кількістю навчального часу з іншого, привели до необхідності пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи.

3. Підтверджено, що міжпредметних зв'язків астрономії з навчальними предметами природничого циклу дають можливість успішно формувати науковий світогляд учнів. Фізична географія тісно пов'язана з астрономією. Програма з географії включає деякі теми лише астрономічного змісту. Тому вчитель географії, викладаючи програмний матеріал може розширити його інформацією з астрономії. Готуючи данні для запуску, польоту і посадки штучних супутників Землі, космічних кораблів, забезпечуючи розрахунки міжпланетних трас, вчені використовують математичну базу. На жаль, програми з математики середньої школи не відображають цього зв'язку, в них навіть не вказані приклади застосування математичних знань в астрономії, немає задач з астрономічним змістом.

4. Розроблено зміст і структуру пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи:

- науково-методичні рекомендації щодо впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у шкільну практику викладання фізики;
- методичні рекомендації до використання задач з астрономічним змістом на уроках фізики;
- інструкції по виготовленню дидактичних засобів навчання;

- методика застосування інформаційно-комп'ютерних технологій у навчально-виховному процесі з астрономії;
- методичні рекомендації для використання в позаурочній роботі з астрономії;

5. Астрономічні спостереження активізують навчальний процес, спонукають до подальшого теоретичного осмислення матеріалу дають змогу систематизувати факти та відповідні поняття, сприяють формуванню в учнів загальнонаукових уявлень про різноманітність і причинну зумовленість явищ природи, цілісної фізичної картини світу, неперервність розвитку наукових знань.

6. Широке застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі з фізики і астрономії (зокрема, презентацій, виконаних в середовищі Microsoft Power Point, Macromedia Flash Player тощо) дає можливість розкрити значний гуманітарний потенціал природничих дисциплін, пов'язаний з формуванням наукового світогляду, розвитком аналітичного і творчого мислення, суспільної свідомості учнів і свідомого ставлення до навколишнього світу.

7. Розроблені нами астрономічні моделі відповідають наступним вимогам:

- однозначно представляють відповідний об'єкт дослідження, створений природою;
- являють собою штучні об'єкти, які замінює оригінал у процесі дослідження і дають про них відповідну інформацію на даному етапі дослідження;
- мають ті властивості оригіналу, які істотні для даного дослідження.

8. Розроблено методику експериментальної перевірки ефективності впровадження у навчальний процес з фізики пропедевтики астрономічних знань учнів, яка включає тестові завдання для учнів 7-10 класів для перевірки астрономічних знань та комплекс перевірочних завдань для учнів 11 класу,

які пропонувалися їм після вивчення кожної теми з астрономії (самостійні, контрольні роботи, тестові завдання та запитання до заліку).

9. Експериментально підтверджено, що впровадження пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи дає підстави стверджувати про доцільність запропонованої методики. Зокрема, зросла кількість учнів експериментальної групи, що навчаються на достатньому і високому рівні, порівняно з контрольною групою. Якість знань учнів, у експериментальних класах становить 90,2%, тоді як у контрольних класах – 52,3%.

Додаток А. 1

Анкета

для з'ясування рівня інтересу учнів до астрономії

1. Чи цікавитесь Ви астрономією (так, ні). Чому?
2. Чи цікавитесь Ви науковою фантастикою? (так, ні) Чому?
3. Приїхавши до Києва, куди б Ви перш за все хотіли б потрапити? (простав номери): магазини, кінотеатр, естрадний концерт, планетарій, ботанічний сад, телескоп у астрономічній обсерваторії, цирк.
4. Чи цікавитесь Ви популярною астрономічною літературою? (так, ні) Які ви знаєте астрономічні науково-популярні журнали?
5. Хто з членів вашої сім'ї цікавиться новинами у астрономії?
6. Чи подобається Вам грати на комп'ютері? (так, ні)
7. Чи доводилося Вам бачити комп'ютерні програми з астрономії? Які?
8. Чи працює у вашій школі астрономічний гурток? (так, ні)
9. Чи відвідуєте Ви його? (так, ні) Чому?
10. Астрономія – це цікава наука? (так, ні)
11. Чи цікавитесь Ви зоряним небом? (так, ні) Які Ви знаєте назви сузір'їв?
12. Чи цікавитесь Ви останніми досягненнями в області астрономії та космонавтики? (так, ні)
13. Як Ви гадаєте, чи є життя на Марсі? (так, ні) У якому вигляді?
14. Чи були люди на Місяці? (так, ні). Якщо так, то хто і коли?
15. Зміна дня і ночі пов'язані з: а) обертанням Землі навколо власної осі; б) обертанням Землі навколо Сонця; в) обертанням Місяця навколо Землі.
16. Зміна пір року пов'язана з: а) обертанням Землі навколо власної осі; б) обертанням Землі навколо Сонця; в) обертанням Місяця навколо Землі.
17. Назвіть прізвища космонавтів, які пам'ятаєте.
18. Скільки планет у Сонячній системі? Які?
19. Чи вірите Ви у гороскопи?
20. Як часто Ви звертаєтесь до послуг астрологів?
21. Чи маєте Ви доступ до мережі INTERNET?

Додаток А. 2**Анкета****для вчителів фізики та астрономії загальноосвітніх шкіл**

1. На Вашу думку, астрономія в школі потрібна бути: а) окремим навчальним предметом; б) інтегрованим курсом «Фізика і астрономія»; в) Ваш варіант
2. Яку кількість годин, на Вашу думку потрібно виділити на вивчення астрономії у школі: а) 17 годин; б) 34 годин; в) 68 годин; г) ваш варіант
3. Чи достатньо астрономічного матеріалу у шкільних підручниках фізики?(так, ні).
4. Чи використовуєте Ви на уроках фізики додатковий астрономічний матеріал? (так, ні).
5. Чи цікавитесь Ви популярною астрономічною літературою? (так, ні) Якою?
6. Які Ви знаєте астрономічні науково-популярні журнали?
7. Чи маєте Ви достатньо інформації для використання астрономічного матеріалу на уроках фізики?
8. Чи вважаєте Ви доцільним мати методичні рекомендації для вчителів по використанню астрономічного матеріалу на уроках фізики протягом всього часу навчання (так, ні)?
9. Які Ви знаєте комп'ютерні програми з астрономії?
10. Чи маєте можливість використовувати їх у роботі з учнями?(так, ні)
11. Якщо так, то як використовуєте?
12. Чи працює у Вашій школі астрономічний гурток? (так, ні)
13. Чи маєте Ви доступ до мережі INTERNET? (так, ні)

Додаток Б

Альbedo – характеристика відбивної здатності поверхні: відношення потоку випромінювання розсіяного поверхнею в сіх напрямках до падаючого на неї потоку.

Астролябія – кутомірний прилад, яким користувалися у минулому для визначення широти та довгот за спостереженнями світил поза меридіаном.

Астрономічна одиниця – відстань, що дорівнює великій піввісі земної орбіти, $1,49597870 \cdot 10^{11}$ м.

Астрофізика – розділ астрономії, який вивчає фізичну природу, хімічний склад, походження та еволюцію небесних об'єктів, усього Всесвіту в цілому.

Блиск – умовна міра освітленості, що її створює світило на площині, перпендикулярній до його променів. Блиск вимірюється у зоряних величинах.

Великий Вибух – термін, за допомогою якого об'єднано сучасні уявлення про початкові стадії розвитку Всесвіту. Всесвіт почав розширюватися, коли температура була дуже високою, а густина та тиск мали нескінченно великі значення. При такому стані всі взаємодії об'єднані і діють невідомі нам закони.

Всесвіт – весь навколишній світ з усіма видами речовини та випромінювання, який розвивається у просторі та часі. У великих масштабах Всесвіт однорідний і ізотропний. Повна маса Всесвіту приблизно 10^{56} кг, радіус $2 \cdot 10^{28}$ м, вік $1,5 \cdot 10^{10}$ р. Всесвіт бере початок від моменту Великого вибуху. Одна з фундаментальних особливостей Всесвіту – його розширення.

Закони Кеплера:

1. Кожна з планет рухається навколо Сонця по еліпсу, в одному з фокусів якого знаходиться Сонце.

2. Радіус-вектор планети за однакові інтервали часу описуєть рівновеликі площі.

3. Квадрати сидеричних періодів обертання планет відносяться як куби великих півосей їхніх орбіт: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^2}{a_2^3}$.

Уточнений Н'ютоном: $\frac{(M + m_{\oplus})T_{\oplus}^2}{(m_{\oplus} + m_c)T_c^2} = \frac{a_{\oplus}^3}{a_c^3}$.

Зоря – самостійний космічний об'єкт, у надрах якого ефективно відбуваються (або відбувалися) термоядерні реакції з виділенням енергії.

Зоряна величина – міра освітленості від космічного об'єкта. Видима зоряна величина m і освітленість E пов'язані формулою Погона:

$$\frac{E_2}{E_1} = 2,512^{m_1 - m_2}$$

Абсолютна зоряна величина – це така зоряна величина, яку б мала зоря, якби перебувала від нас на відстані 10 пк (32,6 св.р.).

$$M = m + 5 - 5 \lg r$$

де r – відстань до зорі, виміряна у парсеках.

Ізотропія Всесвіту – однаковість фізичних властивостей Всесвіту в різних напрямках. Поряд з однорідністю Всесвіту є однією з найважливіших характеристик нашого світу.

Іоносфера – верхня частина атмосфери Землі від 50-60 км і вище, що зазнала іонізації короткохвильовою радіацією Сонця. Концентрація електронів і іонів на висоті 200-300 км є максимальною.

Конфігурації – особливі положення планет відносно Сонця і Землі.

Світловий рік – відстань, яку світло проходить за один рік.

Сублімація – процес прямого переходу речовини з твердого у газоподібний стан, минаючи рідку фазу.

Синодичний місяць – проміжок часу S між двома послідовними однаковими фазами Місяця (від грец. «синодос» – «зближення»).

Синодичний період – проміжок часу S між двома послідовними однаковими конфігураціями планети.

Теодоліт – прилад для вимірювання кутових відстаней.

Термінатор – лінія на диску небесного тіла, яка відокремлює його освітлену поверхню від неосвітленої.

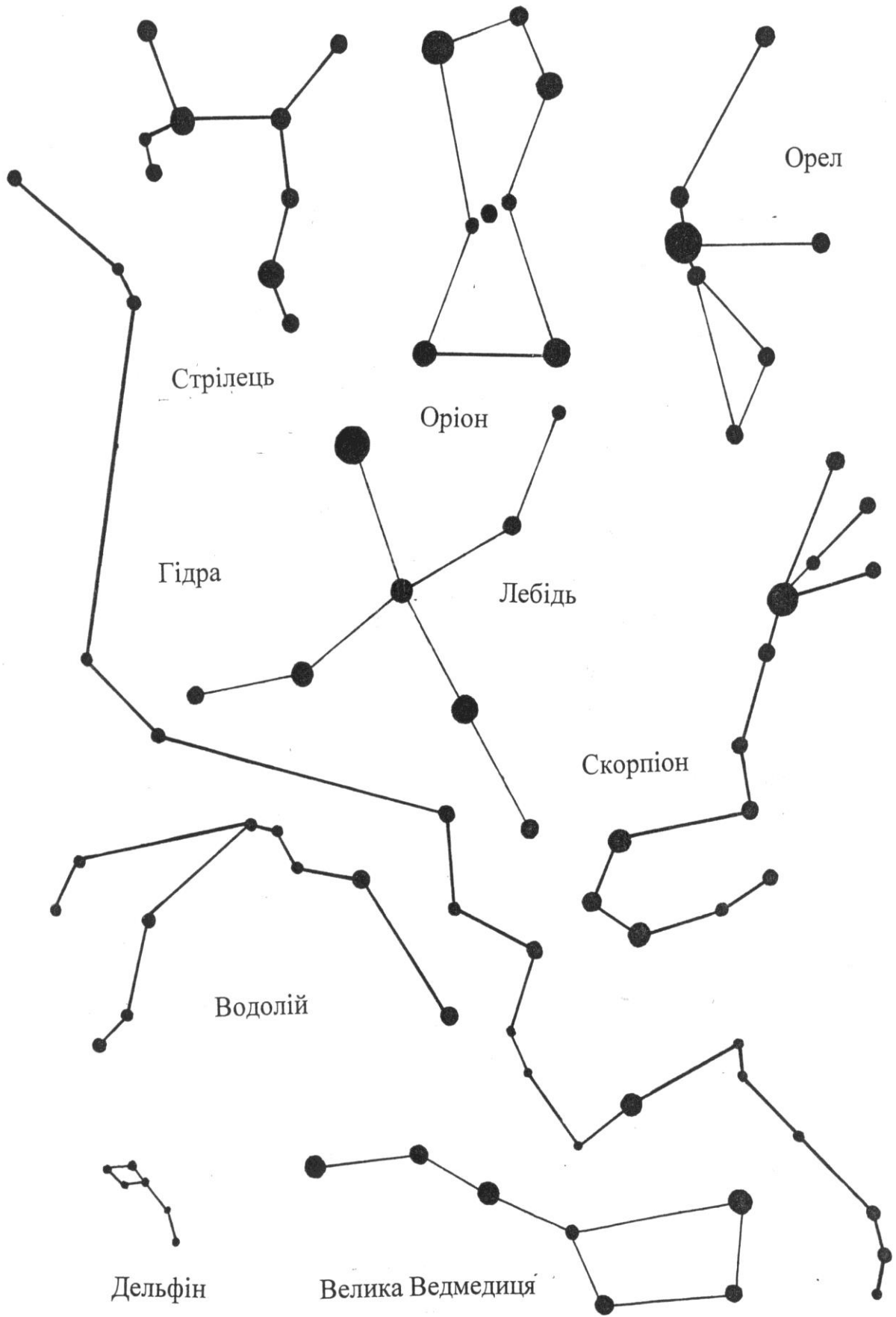
VLA («Very Large Array» – «Дуже велика ґратка») – найвідоміший радіоінтерферометр, який введений в дію 1980р. Цей радіотелескоп встановлено в пустельній місцевості штату Нью-Мексіко, США. Складається з 27 повноповоротних 25-метрових параболічних антен, розміщених у формі літери Y з довжиною двох плечей по 21 км, а третього – 19 км.

Роздільна здатність телескопа – характеристика, що визначається найменшою кутовою відстанню між точковими об'єктами, помітними в телескоп окремо без злиття в одне розпливчасте зображення.

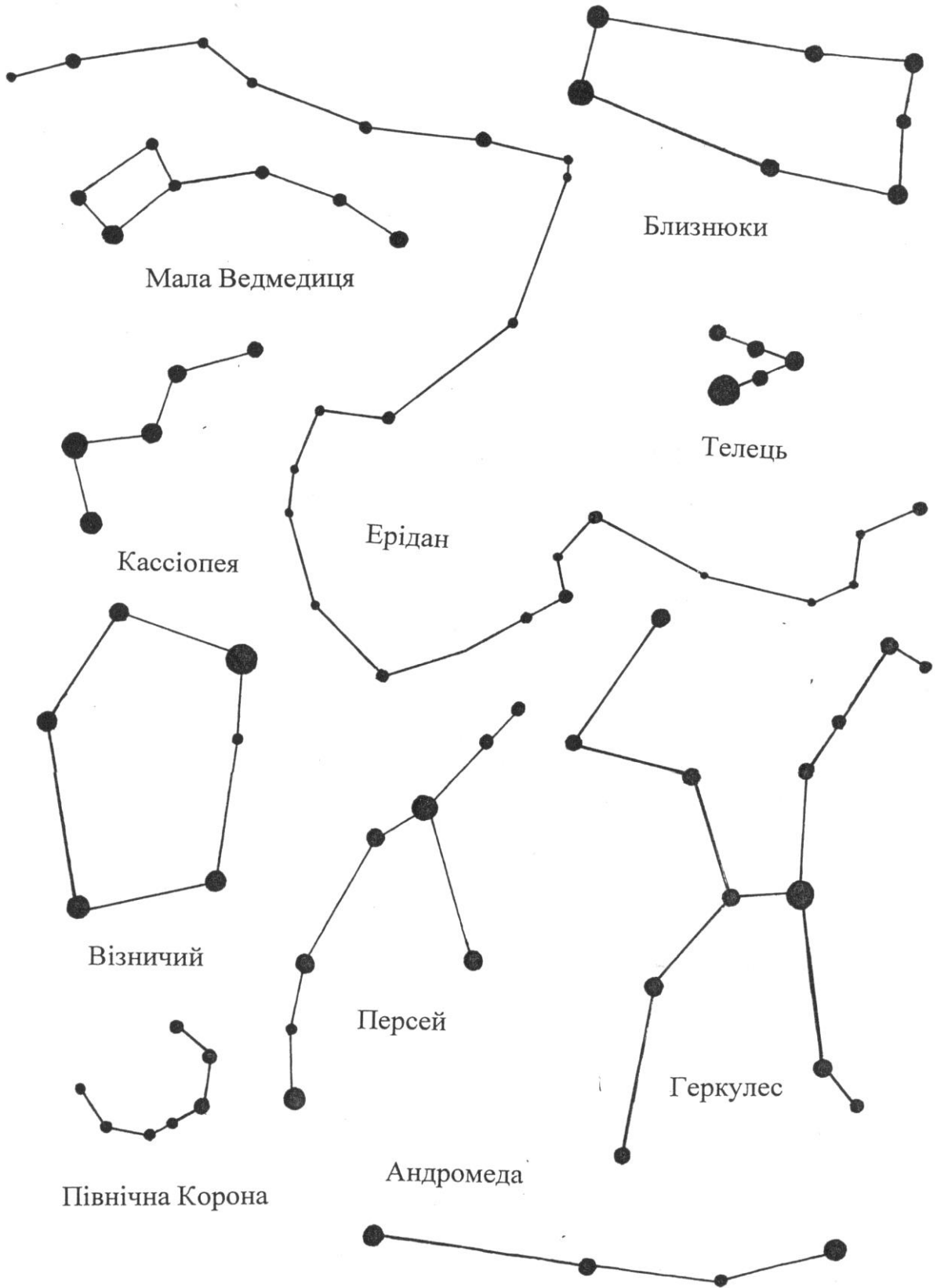
Люмінофор – речовина, що випромінює в видимому діапазоні під впливом більш короткохвильового випромінювання або потоку частинок.

Теплове випромінювання – електромагнітне випромінювання довжиною хвилі 10^{-4} – $7,7 \cdot 10^{-7}$ м, між діапазонами радіохвиль та видимим світлом.

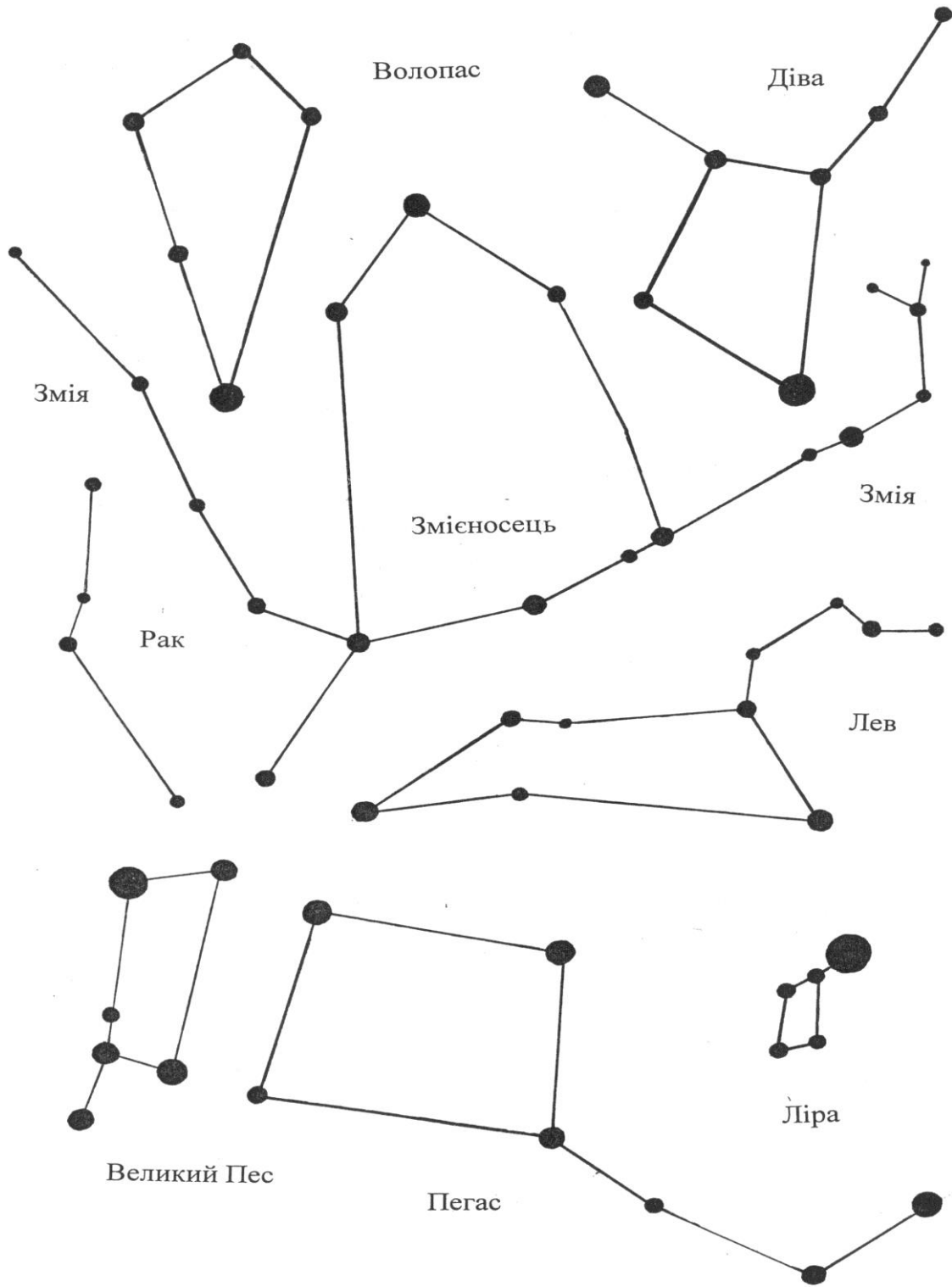
Додаток В. 1



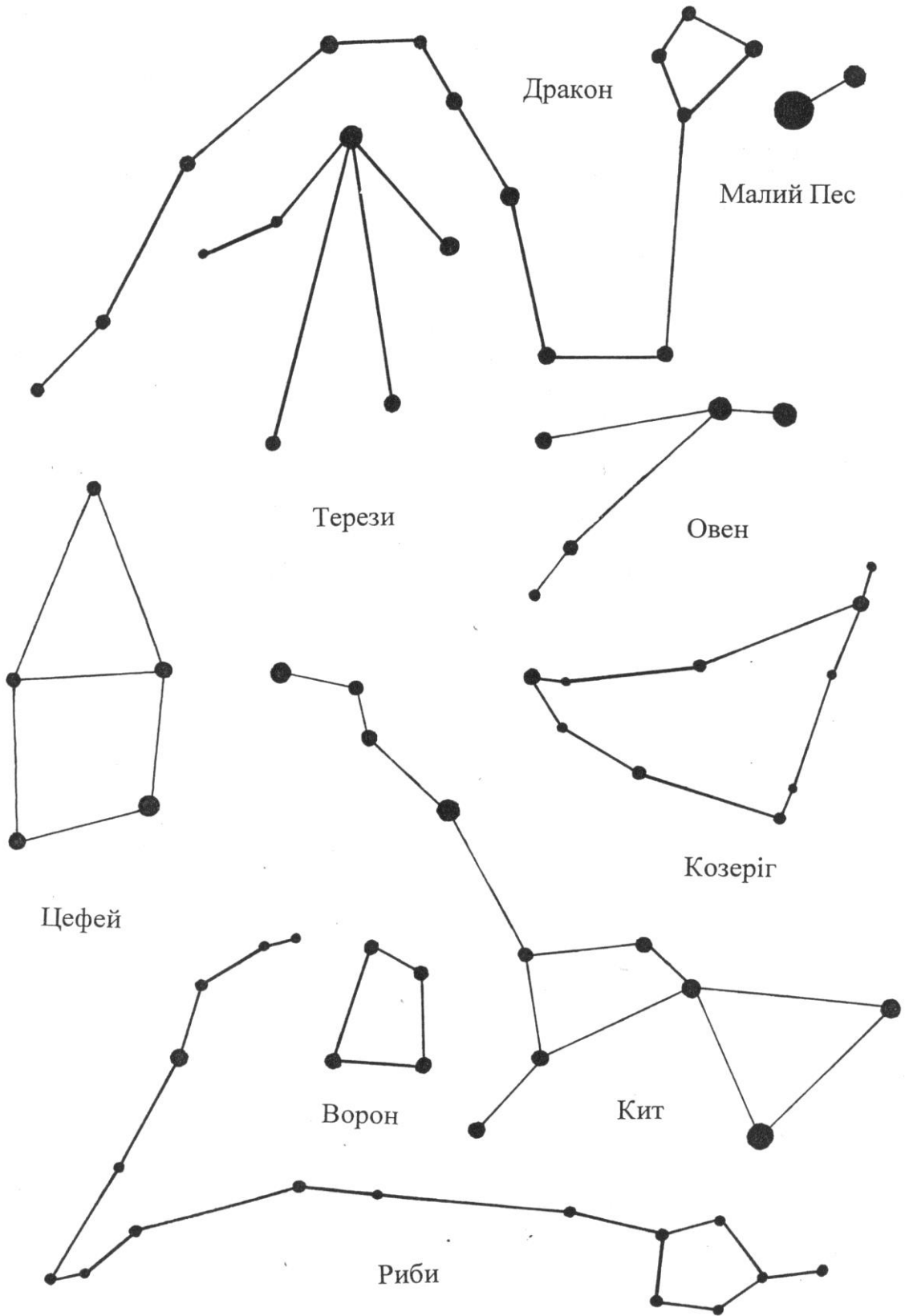
Додаток В. 2



Додаток В. 3



Додаток В. 5



Додаток Д

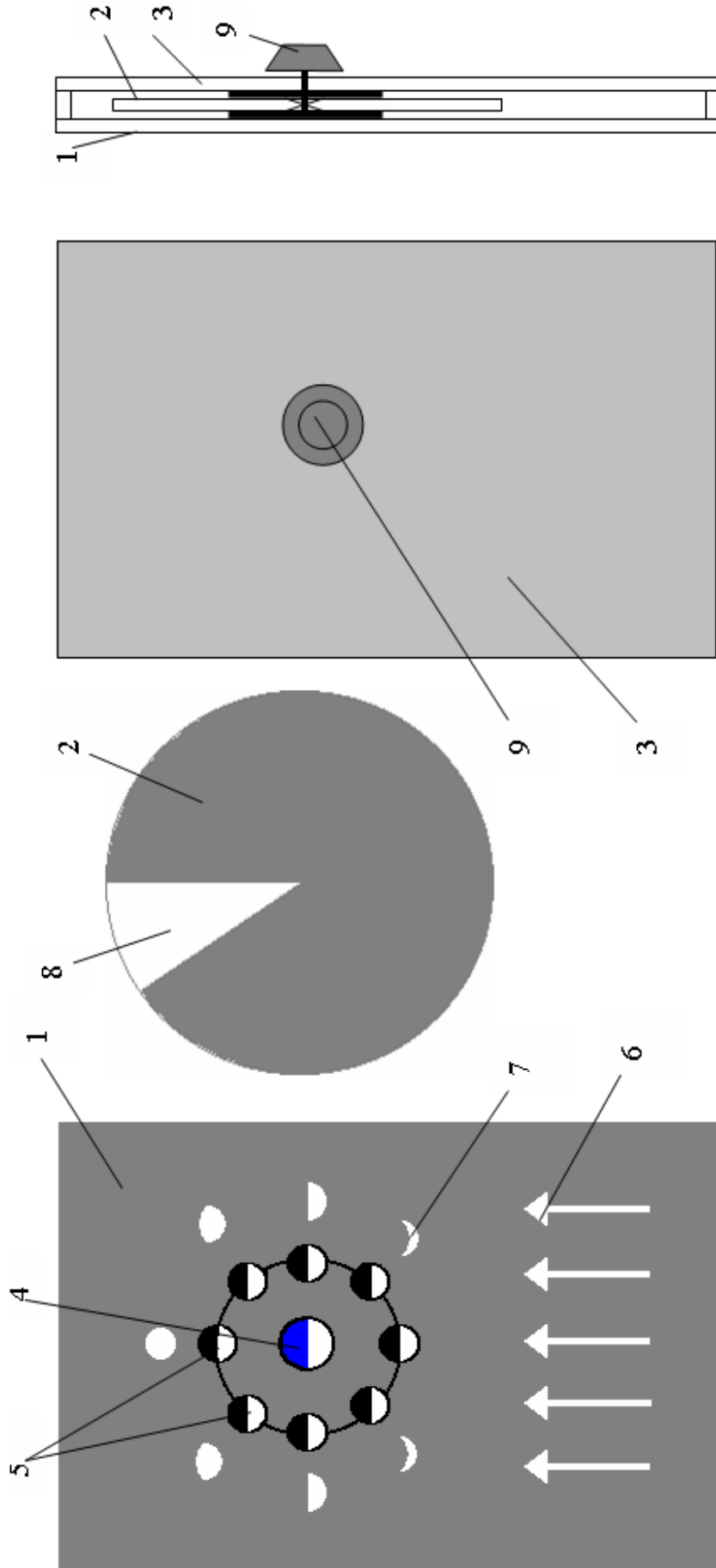


рис.1

рис.2

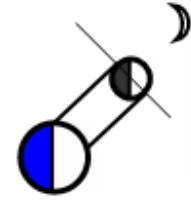
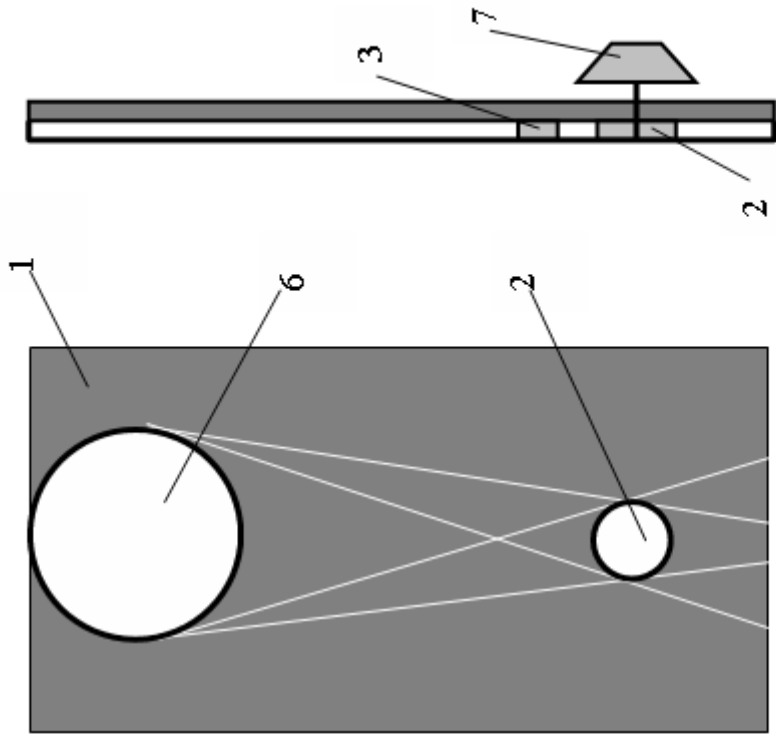
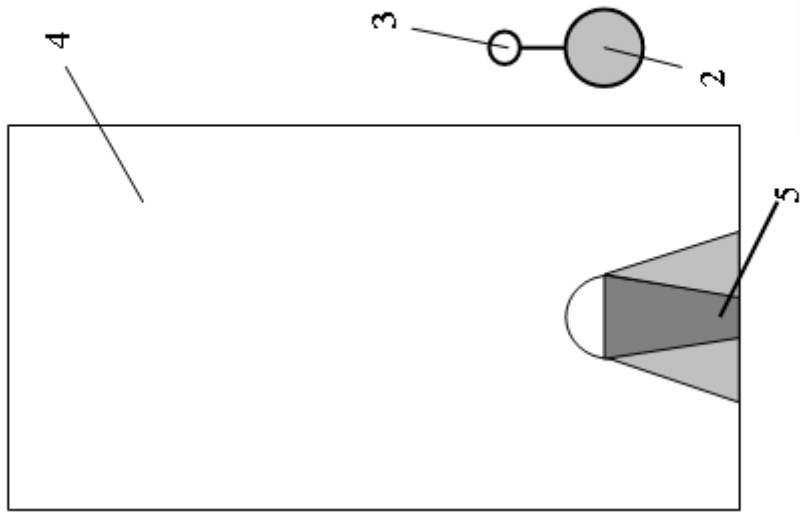


Рис.3

Додаток Е



Мал.2



Мал.1

Додаток Ж

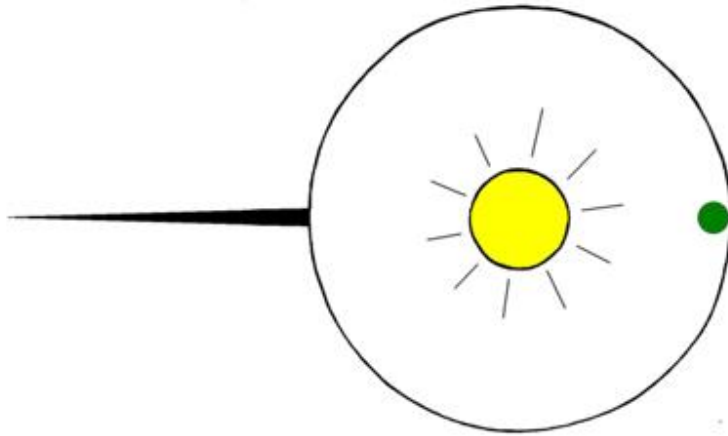
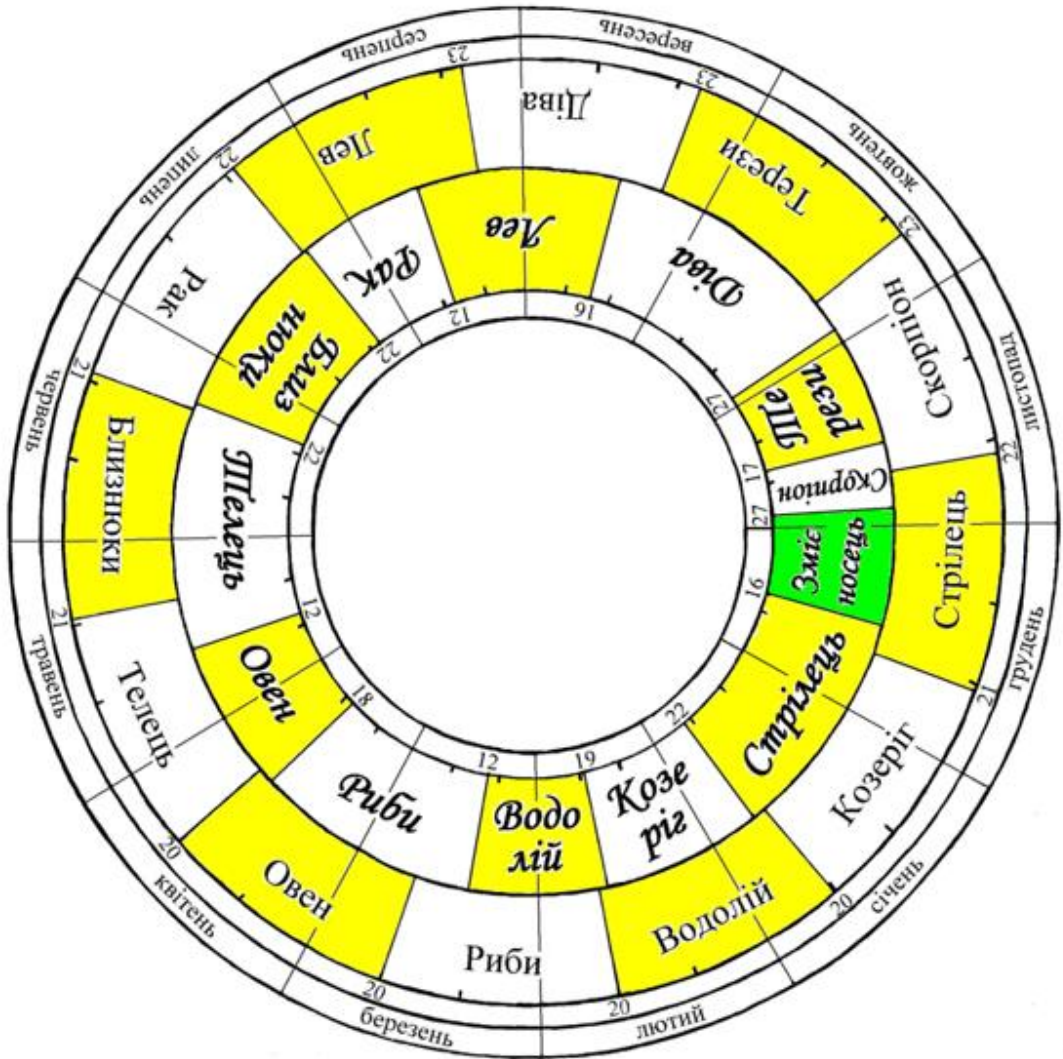


Рис. 2. Рухомий диск



Додаток 3. 1

Тестові завдання

для перевірки знань з астрономії учнів 7 класу

1. Що вивчає астрономія?
 - А. вплив небесних тіл на долю людини,
 - Б. небесні тіла і явища,
 - В. внутрішню будову Землі.
2. Основні компоненти Сонячної системи – це...
 - А. Сонце, планети, їх супутника, астероїди,
 - Б. зорі, планети, супутника планет, Сонце,
 - В. Планети, Сонце, галактики, астероїди.
3. Перший космонавт незалежної України?
 - А. Ю. Гагарін,
 - Б. С. Корольов,
 - В. Л. Каденюк.
4. Якими одиницями вимірювання відстаней найчастіше користуються в астрономії?
 - А. сантиметри,
 - Б. астрономічні одиниці,
 - В. ньютони.
5. «Астрономічна одиниця» - це ...
 - А. відстань від Землі до Сонця,
 - Б. відстань від Землі до Місяця,
 - В. відстань від Сонця до найближчої зорі.
6. У якому агрегатному стані найбільш поширена речовина у Всесвіті
 - А. твердому,
 - Б. рідкому,
 - В. газоподібному.
7. Якими терезами можна визначити масу у стані невагомості?

- А. важільними,
- Б. пружинними,
- В. інерційними.

8. Найбільшу густину речовини мають...

- А. планети,
- Б. нейтроні зорі,
- В. комети.

9. Виштовхувальна сила може діяти...

- А. тільки на Землі,
- Б. на Землі та інших планетах,
- В. у міжзоряному просторі.

10. На орбітальних станціях існує стан невагомості тому що...

- А. там не діє сила тяжіння,
- Б. орбітальна станція знаходиться у стані вільного падіння,
- В. тіла втрачають масу.

Додаток 3. 2**Тестові завдання****для перевірки знань з астрономії учнів 8 класу**

1. Що вивчає астрономія?
 - А. вплив небесних тіл на долю людини,
 - Б. небесні тіла й явища,
 - В. внутрішню будову Землі.
1. Що називають метеором («падаючою зіркою»)?
 - А. зірку, що впала на поверхню Землі,
 - Б. слід згоряння піщинки в атмосфері Землі,
 - В. камінь, що впав на поверхню Землі.
2. Сонячні затемнення бувають тому, що ...?
 - А. ... Земля закриває Сонце,
 - Б. ... Місяць заходить у тінь Землі,
 - В. ... диск Місяця закриває Сонце.
3. Яке небесне тіло є основним джерелом світла на Землі?
 - А. Місяць,
 - Б. Сонце,
 - В. зірки та планети.
4. Явище дифузії можливе...
 - А. тільки на Землі,
 - Б. в будь-яких умовах, де присутня речовина;
 - В. в міжзоряному просторі.
5. У якому агрегатному стані найбільш поширена речовина у Всесвіті
 - А. твердому,
 - Б. рідкому,
 - В. газоподібному.
6. Основною причиною змін пір року є?

- А.** обертання Землі навколо Сонця,
 - Б.** зміна відстані Землі до Сонця протягом року,
 - В.** нахил земної осі до площини обертання навколо Сонця.
- 7. Конвекція може відбуватися...
 - А.** тільки на Землі,
 - Б.** на Землі та інших планетах,
 - В.** у міжзоряному просторі.
- 8. Магнітне поле можуть мати...
 - А.** тільки планети,
 - Б.** планети та зорі,
 - В.** комети.
- 9. Які оптичні прилади можна використовувати для спостережень за небесними тілами...
 - А.** телескопи та мікроскопи,
 - Б.** лупи та біноклі,
 - В.** біноклі та телескопи

Додаток 3.3

Тестові завдання

для перевірки знань з астрономії учнів 9 класу

1. Траєкторії руху планет навколо Сонця мають вигляд...
 - А. правильних кіл,
 - Б. еліпсів,
 - В. парабол.
1. Перевантаження –це явище при якому...
 - А. збільшується маса космонавта,
 - Б. збільшується вага космонавта,
 - В. зменшується вага космонавта.
2. Реактивний рух – це рух при якому...
 - А. ...ракета відштовхується від повітря.
 - Б. ...частина загальної маси ракети відкидається в сторону, протилежну рухові ракети,
 - В. ...ракета рухається під дією сили тертя.
3. Планети і космічні кораблі рухаються по траєкторіях, які мають назву...
 - А. дорога,
 - Б. орбіта,
 - В. шлях.
4. Закони, якими описується рух планет встановив...
 - А. І. Ньютон,
 - Б. Й. Кеплер,
 - В. С. Корольов.
5. Швидкість планети Земля при своєму русі навколо Сонця наближено дорівнює...
 - А. 30 км/год,
 - Б. 30 км/с,

- В.** 30 м/с.
6. Причиною руху Місяця навколо Землі є...
- А.** ...обертання Землі навколо Сонця,
 - Б.** ...сила взаємодії між Землею і Місяцем.
 - В.** ...сила взаємодії між Землею і Сонцем.
7. Характер взаємодії між небесними тілами встановлює...
- А.** закон Гука,
 - Б.** закон Кулона,
 - В.** закон всесвітнього тяжіння.
8. друга космічна швидкість – це швидкість, яка потрібна щоб космічний корабель ...
- А.** став штучним супутником Землі,
 - Б.** покинув межі Сонячної системи,
 - В.** став штучним супутником Сонця.
9. На орбітальних станціях існує стан невагомості тому що...
- А.** там не діє сила тяжіння,
 - Б.** орбітальна станція знаходиться у стані вільного падіння,
 - В.** орбітальна станція знаходиться у безповітряному просторі.

Додаток 3. 4**Тестові завдання****для перевірки знань з астрономії учнів 10 класу**

10. Чому вільна рідина в невагомості приймає форму кулі?
- А. Тому, що не діє сила тяжіння,
 - Б. Тому, що діють сили поверхневого натягу,
 - В. Тому, що рідина втрачає масу.
11. Що називають метеором («падаючою зіркою»)?
- А. зірку, що впала на поверхню Землі,
 - Б. слід згоряння піщинки в атмосфері Землі,
 - В. камінь, що впав на поверхню Землі.
12. Основним видом теплопередачі в міжпланетному просторі є...?
- А. ...теплопровідність,
 - Б. ...конвекція,
 - В. ...теплове випромінювання.
13. Основні причина виникнення магнітного поля у планет є...
- А. ...наявність у них рідкого ядра,
 - Б. ...відсутність у них атмосфери,
 - В. ...наявність природного супутника.
14. Явище дифузії можливе...
- А. тільки на Землі,
 - Б. в будь-яких умовах, де присутня речовина;
 - В. в міжзоряному просторі.
15. У якому агрегатному стані найбільш поширена речовина у Всесвіті
- А. твердому,
 - Б. плазмовому,
 - В. газоподібному.
16. Радіаційні пояси Землі – це ...

- А.** наслідок аварії Чорнобильської станції,
- Б.** потоки заряджених частинок, що рухаються вздовж силових ліній магнітного поля Землі,
- В.** випромінювання радіоактивних мінералів в надрах Землі.

17. Конвекція може відбуватися...

- А.** тільки на Землі,
- Б.** на Землі та інших планетах,
- В.** у міжзоряному просторі.

18. Магнітне поле можуть мати...

- А.** тільки планети,
- Б.** планети та зорі,
- В.** комети.

19. Утворення іоносфери в земній атмосфері пов'язане...

- А.** ...випромінюванням Місяця,
- Б.** ...випромінюванням Сонця,
- В.** ...прольотом комет поряд з Землею.

Додаток К.1**Самостійна робота на тему: „Сонце”*****Варіант 1***

1. За поданими спектрами визначити спектральний клас зірок.
2. За поданими фотографіями Сонця визначити число Вольфа.
3. За якими ознаками класифікують зорі?
4. Описати внутрішню будову Сонця.
5. Що таке хромосферні спалахи і як вони впливають на Землю?

Варіант 2

1. За поданими спектрами визначити спектральний клас зірок.
2. За поданими фотографіями Сонця визначити число Вольфа.
3. Що таке спектральна класифікація зірок?
4. З яких шарів складається сонячна атмосфера? Які активні утворення бувають в атмосфері Сонця?
5. Яким чином визначають відстані до зірок?

Варіант 3

1. За поданими спектрами визначити спектральний клас зірок.
2. За поданими фотографіями Сонця визначити число Вольфа.
3. Як класифікують зорі за світністю? Який зв'язок між світністю і масою зірок?
4. Як розуміти поняття “поверхня Сонця”? Що таке “грануляція”?
5. Що відомо про вплив окремих проявів сонячної активності на організм людини?

Варіант 4

1. За поданими спектрами визначити спектральний клас зірок.
2. За поданими фотографіями Сонця визначити число Вольфа.
3. Як класифікують зорі за кольором? Який зв'язок між температурою і кольором зірок?
4. Яка природа утворення сонячних плям?
5. Що являє собою діаграма “спектр – світність”? Яке її значення?

Додаток К. 2

Самостійна робота на тему «Формула Погсона»

Варіант 1.

1. Відстань до зорі α Центавра дорівнює 1,33 пк. Який річний паралакс цього світила. Скільки це складає світлових років і астрономічних одиниць?
2. Визначити за допомогою рухомої зоряної карти, які сузір'я видно сьогодні на півночі о 21 годині?
3. Які умови видимості сьогодні зірки Арктур?
4. Якому інтервалу зоряних величин відповідає відношення освітленостей 10^4 ?

Варіант 2.

1. Світло від зорі Коптейна досягає Землі через 12,45 року. Визначте річний паралакс зорі. Яка її відстань у парсеках і астрономічних одиницях
2. Визначити за допомогою рухомої зоряної карти, які сузір'я видно сьогодні на півдні о 21 годині?
3. Які умови видимості сьогодні зірки Капелла?
4. У змінної зорі її блиск змінюється від мінімуму до максимуму на 3 зоряні величини. У скільки разів збільшується її освітленість?

Варіант 3.

1. Паралакс α Орла (Альтаір) дорівнює $0",201$, а паралакс α Волопаса (Арктур) – $0",087$. Яка зоря і на скільки ближче до нас? Відповідь виразити у парсеках і світлових роках?
2. Визначити за допомогою рухомої зоряної карти, які сузір'я видно сьогодні на сході о 21 годині?
3. Які умови видимості сьогодні зірки Проціон?
4. Якому інтервалу зоряних величин відповідає відношення освітленостей 10^6 ?

Додаток Л.1

Контрольна робота на тему „Вступ. Астрономічні інструменти”

Варіант 1.

1. Що вивчає астрономія?
2. Проілюструйте прикладом твердження про те, що астрономія має прикладне значення.
3. Назвіть основні функції телескопа.
4. Паралакс зорі β Гончих Псів $\pi=0,108''$, її видима зоряна величина $m=4,32^m$.
Визначити абсолютну зоряну величину цієї зорі.
5. Обчислити світність зорі β Гончих Псів.
6. Об'єктивом телескопа астрономічної Маунт Паломар (США) є дзеркало, діаметр якого 5 м, а відносний отвір 1:3,3. Знайдіть роздільну здатність та проникну силу цього телескопа.

Варіант 2.

1. Що таке астрологія?
2. Поясніть, чим саме астрономія відрізняється від інших галузей природознавства.
3. Чому сучасну астрономію називають всехвильовою?
4. Абсолютна зоряна величина зорі α Оріона $M=-3,87^m$, її паралакс $\pi=0,011''$.
Визначити видиму зоряну величину цієї зорі.
5. У скільки раз освітленість зорі Сіріус ($m=-1,58^m$) відрізняється від освітленості зорі Бетельгейзе (α Оріона).
6. У найпростішому саморобному телескопі роль об'єктива виконує тонка збиральна лінза з фокусною відстанню 75 см і діаметром 5 см; окуляром є збиральна лінза, з фокусом 30 мм. Визначте відносний отвір, збільшення та проникну здатність такого телескопа.

Варіант 3.

1. Назвіть тіла, що утворюють Сонячну систему.
2. Проаналізуйте причини, що обумовили і стимулювали зародження і розвиток астрономії.
3. Що таке астрономічна обсерваторія?
4. Паралакс зорі β Геркулеса $\pi=0,018''$, її видима зоряна величина $m=2,81^m$.
Визначити абсолютну зоряну величину цієї зорі.
5. Обчислити світність зорі β Геркулеса.
6. Телескопи рефлектори “Алькор” і “Міцар” мають відповідно такі основні характеристики: діаметр дзеркала $D_A=65\text{мм}$ і $D_M=110\text{мм}$ а фокусна відстань об’єктива $F_A=502\text{мм}$ і $F_M=800\text{мм}$. Порівняйте їх роздільні здатності, відносні отвори та проникні сили.

Варіант 4.

1. Що означає слово "астрономія"?
2. Звідки походять власні назви планет?
3. Назвіть основні функції телескопа.
4. Абсолютна зоряна величина зорі α Лева $M=-0,65^m$, її паралакс $\pi=0,040''$.
Визначити видиму зоряну величину цієї зорі.
5. У скільки раз освітленість зорі Проціон ($m=0,48^m$) відрізняється від освітленості зорі Регул (α Лева).
6. Любительська зорова труба, що має об’єктив діаметром вхідного отвору $D=80\text{мм}$ і фокусною відстанню $F=120\text{ см}$, оснащений окуляром $f=10\text{мм}$.
Визначити: а) відносний отвір та збільшення труби; б) роздільну здатність та проникну силу труби.

Додаток Л. 2

Контрольна робота а тему: „Координати. Рух Сонця”

Варіант 1.

1. Визначити небесні світила за поданими екваторіальними координатами: 1) $\alpha = 2^{\text{h}} 7^{\text{m}} 27.5^{\text{s}}$, $\delta = +23^{\circ}29'17''$, 2) $\alpha = 7^{\text{h}} 39^{\text{m}} 34.0^{\text{s}}$; $\delta = +5^{\circ}12'53''$.
2. Визначити екваторіальні координати поданих небесних світил: 1) Спіка; 2) Регул.
3. На довготі $5^{\text{h}}32^{\text{m}}$ годинник, який іде за літнім часом, показував $7^{\text{h}}30^{\text{m}}$. Знайти місцевий час і час на Гринвіцькому меридіані (UT).
4. Знайти початок, кінець і тривалість полярного дня на широті 80° .
5. Який вигляд має Місяць, якщо його видно на південному сході в момент заходу Сонця (ввечері). Між якими основними фазами є дана фаза Місяця?
6. Тінь Місяця і Землі під час затемнень має форму конуса, який звужується. Чому саме звужується?

Варіант 2.

1. Визначити світила за поданими екваторіальними координатами: 1) $\alpha = 5^{\text{h}} 55^{\text{m}} 27.1^{\text{s}}$; $\delta = +7^{\circ} 24' 36''$, 2) $\alpha = 13^{\text{h}} 47^{\text{m}} 42.7^{\text{s}}$; $\delta = +49^{\circ} 17' 10''$.
2. Визначити екваторіальні координати поданих небесних світил: 1) Рігель; 2) Денеб.
3. Знайти місцевий та поясний час на географічній довготі $10^{\text{h}}02^{\text{m}}$ коли в Гринвічі (UT) було відмічено $6^{\text{h}}15^{\text{m}}$.
4. У місті Острозі ($\varphi = 50^{\circ}20'$) Сонце спостерігали на полуденній висоті $45^{\circ}20'$. Яке схилення Сонця? У які дати проводилось спостереження?
5. Який вигляд має Місяць, якщо його видно на південному сході в момент сходу Сонця (ранком). Між якими основними фазами є дана фаза Місяця?
6. Ширина смуги повного сонячного затемнення буває різною. З чим це пов'язано?

Варіант 3.

1. Визначити світила за поданими екваторіальними координатами: 1) $\alpha = 0^{\text{h}} 8^{\text{m}} 38.4^{\text{s}}$; $\delta = +29^{\circ} 7' 13''$, 2) $\alpha = 18^{\text{h}} 37^{\text{m}} 4.4^{\text{s}}$; $\delta = +38^{\circ} 47' 18''$.
2. Визначити екваторіальні координати поданих небесних світил: 1) Проціон; 2) Вега.
3. На довготі $3^{\text{h}}32^{\text{m}}$ годинник який іде за літнім часом показував $17^{\text{h}}35^{\text{m}}$. Знайти місцевий середній час і час на Грінвічському меридіані (UT).
4. Знайти початок, кінець і тривалість полярної ночі на широті 82° .
5. Який вигляд має Місяць, якщо його видно на південному сході в момент заходу Сонця (ввечері). Між якими основними фазами є дана фаза Місяця?
6. В якій фазі знаходиться Місяць під час місячного затемнення? Поясніть, чому?

Варіант 4.

1. Визначити світила за поданими екваторіальними координатами: 1) $\alpha = 11^{\text{h}} 4^{\text{m}} 1.9^{\text{s}}$; $\delta = +61^{\circ} 43' 15''$, 2) $\alpha = 6^{\text{h}} 45^{\text{m}} 22.7^{\text{s}}$; $\delta = -16^{\circ} 43' 10''$.
2. Визначити екваторіальні координати поданих небесних світил: 1) Бетельгейзе; 2) Арктур.
3. Знайти літній і поясний час на довготі $3^{\text{h}}18^{\text{m}}$, коли середній місцевий час дорівнював $13^{\text{h}}15^{\text{m}}$.
4. У Дніпропетровську ($\varphi = 48^{\circ}30'$) Сонце було видно на полуденній висоті 35° . Які дати спостереження?
5. Який вигляд має Місяць, якщо його видно на південному заході в момент сходу Сонця (ранком). Між якими основними фазами є дана фаза Місяця?
6. Тривалість повного сонячного затемнення буває різною. Поясніть, чому?

Додаток М**Питання до заліку з астрономії.*****Середній рівень.***

1. Що вивчає астрономія?
2. Назвіть тіла, що утворюють Сонячну систему.
3. Що таке сузір'я?
4. Яка зоря яскравіша: зоря 1-ї зоряної величини чи зоря 6-ї зоряної величини?
5. Скільки налічується знаків Зодіаку?
6. Які головні фази Місяця?
7. Коли Місяць ближче до Сонця: під час сонячного затемнення чи під час місячного?
8. Що таке телескоп?
9. Чим метеорит відрізняється від метеора?
10. Що з того що ми бачимо, світиться далі від Землі: комети чи метеори?
11. Чи має Сонце поверхню у звичайному для нас розумінні цього слова?
12. Назвіть кілька активних утворень на поверхні Сонця.
13. Гарвардська класифікація зір – це розподіл за розмірами чи за спектрами?
14. Яка зоря молодша: ”нова” зоря чи “протозоря”.
15. Якою буде кінцева стадія еволюції Сонця: білий карлик, нейтронна зоря, чорна діра?
16. Яку структуру має Галактика?
17. Що таке червоне зміщення?
18. Які основні типи галактик розрізняють.
19. Що таке життя?
20. На сполуках якого хімічного елемента ґрунтується життя на Землі?

Достатній рівень.

1. Поясніть, чим саме астрономія відрізняється від інших галузей природознавства.

2. Чим знаменитий Микола Копернік?
3. Де знаходиться центр небесної сфери?
4. Що таке абсолютна зоряна величина?
5. Сформулюйте 1-й закон Кеплера.
6. Сформулюйте 2-й закон Кеплера.
7. Сформулюйте 3-й закон Кеплера.
8. Чим відрізняються телескопи-рефлектори від телескопів-рефракторів?
9. Назвіть основні схожості та відмінності між Землею та Венерою.
10. Назвіть основні схожості та відмінності між Землею та Марсом.
11. Про що свідчить наявність гранул в фотосфері Сонця?
12. Скільки часу ще буде існувати Сонце?
13. Чим відрізняються між собою максимум і мінімум активності Сонця?
14. Плями на диску Сонця виглядають чорними. Чому так, адже температура в них сягає 4500 К?
15. Які зорі мають вищу температуру поверхні: червоні чи блакитні?
16. До якого спектрального класу відноситься Сонце?
17. Якщо зоря рухається до Сонця, то вона “блакитніє” чи “червоніє”?
18. Який вигляд має Галактика як зоряна система?
19. Що вам відомо про місце Сонця в галактиці?
20. Сформулювати антропний принцип.

Високий рівень.

1. Проаналізуйте, чому астрономія є однією з найдавніших наук.
2. Коротко опишіть будову Всесвіту.
3. Видима величина зорі становить 4^m , а відстань до неї – 100 пк. Яка її абсолютна зоряна величина?
4. Яка різниця висот у верхніх кульмінаціях зірок α Волопаса та α Ліри?
5. Поясніть малюнком, чому Місяць у фазі 1-ї чверті видно звечора?
6. Поясніть причину змін пір року на Землі.

7. Оцініть ступінь складності при виготовленні дзеркал оптичного телескопа та радіотелескопа.
8. Опишіть процес утворення голови та хвоста комети.
9. Чому під час припливів світовий океан витягується на лише в бік Місяця, а й у протилежному напрямку?
10. Плями на диску Сонця виглядають чорними. Чому так, адже температура в них сягає 4500 К?
11. Яким чином забезпечується стан гравітаційної рівноваги Сонця? Поясніть.
12. Намалуйте наблизений розподіл зір на діаграмі Герцшпрунга-Рессела.
13. Опишіть процес визначення відстаней до цефеїд за спостереженнями
14. В кульовому скупченні зір відсутні масивні зорі. Тут виявлено лише карлики з масою, меншою за масу Сонця. Які припущення щодо віку цього скупчення можна зробити, виходячи з його складу?
15. Чому положення Сонця і Землі в Галактиці можна вважати привілейованим?
16. Назвіть три можливі варіанти розвитку Всесвіту згідно теорії Фрідмана.
17. Статичний Всесвіт, тобто такий, що не розширюється і не стискується, на може реально існувати. Обґрунтуйте це.
18. Поясніть твердження, що розміри і відстань від центрального світила – це два вирішальних фактори з точки зору умов існування життя земного типу.
19. Запропонуйте бодай один метод пошуку планет біля інших зір?
20. Визначити відстань до Полярної зірки (α Малої Ведмедиці) та її світність (у світностях Сонця), якщо річний паралакс її $0,003''$, а видима зоряна величина $2,02^m$.

Додаток Н. 1

Тестові завдання для перевірки знань учнів 11 класу по темі «Предмет астрономії»

1. Світогляд людей у всі епохи змінювався під впливом досягнень астрономії, тому що вона займається...
 - А. ... вивченням об'єктів і явищ, незалежних від людини;
 - Б. ...вивченням речовини й енергії в умовах, неможливих для відтворення на Землі;
 - В. ...вивченням найбільш загальних закономірностей Мегасвіту, частиною якого є сама людина.
2. Один з нижчеперерахованих хімічних елементів був уперше виявлений за допомогою астрономічних спостережень.
 - А. Залізо.
 - Б. Гелій.
 - В. Кисень.
3. Вам запропонували спорудити астрономічну обсерваторію. Де б ви її побудували? Відзначте усі правильні твердження.
 - А. У межах великого міста.
 - Б. Високо в горах, далеко від великого міст,.
 - В. На космічній станції.
4. Для чого використовують телескопи при астрономічних спостереженнях?
 - А. Для того, щоб одержати збільшене зображення небесного тіла.
 - Б. Для того, щоб зібрати більше світла і побачити більш слабкі зірки.
 - В. Для того, щоб збільшити кут зору, під яким можна бачити небесні об'єкти.

Додаток Н. 2

Тестові завдання для перевірки знань учнів 11 класу по темі «Небесна сфера. Рух світил на небесній сфері»

1. Зірки мають різну яскравість і колір. До яких зірок відноситься наше Сонце?
 - А. До білих.
 - Б. До жовтих.
 - В. До червоних.
2. Що таке небесна сфера?
 - А. Круг земної поверхні, обмежений лінією горизонту.
 - Б. Уявна сферична поверхня довільного радіуса, за допомогою якої вивчають положення і рух небесних світил.
 - В. Уявна лінія, яка є дотичною до поверхні земної кулі в точці, де розташований спостерігач.
3. Що називається схиленням світила?
 - А. Кутова відстань світила від небесного екватора.
 - Б. Кут між лінією горизонту і світилом.
 - В. Кутова відстань світила від точки зеніту.
4. Що називається екліптикою?
 - А. Вісь видимого обертання небесної сфери, яка з'єднує обидва полюси світу.
 - Б. Кутова відстань світила від небесного екватора.
 - В. Уявна лінія, по якій Сонце здійснює свій видимий річний рух на фоні сузір'їв.
5. Визначте, які з перерахованих нижче сузір'їв не є зодіакальними.
 - А. Телець.
 - Б. Змієносець.
 - В. Рак.
6. Що називається зоряним (або сидеричним) місяцем?
 - А. Період обертання Місяця навколо Землі відносно зірок.

- Б.** Проміжок часу між двома повними затемненнями Місяця.
 - В.** Проміжок часу між молодиком і Місяцем у повні.
- 7.** Відзначте, які з перерахованих нижче планет є зовнішніми.
 - А.** Земля.
 - Б.** Юпітер.
 - В.** Меркурій.
- 8.** По яких орбітах рухаються планети навколо Сонця?
 - А.** По колах.
 - Б.** По еліпсах.
 - В.** По параболах.
- 9.** Як змінюється період обертання планети з віддаленням планети від Сонця?
 - А.** Чим далі планета від Сонця, тим більший її період обертання навколо нього.
 - Б.** Період обертання планети не залежить від її відстані від Сонця.
 - В.** Чим далі планета від Сонця, тим менший її період обертання.

Додаток Н. 3

Тестові завдання для перевірки знань учнів 11 класу по темі «Методи і засоби астрономічних досліджень»

1. Які знання про планети можуть бути отримані методом радіолокації?
Відзначте усі правильні відповіді.
 - А. Рельєф поверхні.
 - Б. Швидкість обертання й орбітального руху планети.
 - В. Хімічний склад планети.
2. Яке фізичне явище лежить в основі спектрального аналізу?
 - А. Інтерференція.
 - Б. Дисперсія.
 - В. Дифракція.
3. Які тіла дають лінійчастий спектр випромінювання?
 - А. Розпечені тверді тіла.
 - Б. Нагріті рідини.
 - В. Нагріті розжарені гази і пари.
4. Зазначити правильні твердження про застосування спектрального аналізу в астрономії.
 - А. По спектру можна визначити температуру зірок.
 - Б. По спектру можна визначити хімічний склад зірок.
 - В. По спектру можна визначити характер рельєфу поверхні планети.
5. За допомогою яких інструментів роблять спостереження у радіодіапазоні?
 - А. Телескопів – рефракторів.
 - Б. Телескопів – рефлекторів.
 - В. Радіотелескопів.

Додаток Н. 4

Тестові завдання для перевірки знань учнів 11 класу по темі «Природа тіл Сонячної системи»

1. Які з наведених нижче планет відносяться до планет земної групи?
 - А. Меркурій.
 - Б. Марс.
 - В. Юпітер.
2. Планети земної групи відрізняються від планет-гігантів...
 - А. ...меншою масою.
 - Б. ...більшою густиною.
 - В. ...великим числом супутників.
3. Серед планет земної групи планета Венера...
 - А. ...обертається навколо осі у бік, протилежний тому, в який обертаються всі планети.
 - Б. ...має найвищу температуру (близько 500°C) на поверхні.
 - В. ...Має тиск менший атмосферного тиску на Землі.
4. Планети – гіганти відрізняються від планет земної групи...
 - А. ...досить швидким обертанням навколо своєї осі.
 - Б. ...більшою густиною.
 - В. ...великим числом супутників.
5. Чому температура верхніх шарів планет – гігантів дуже низькі (менш - 100°C)?
 - А. Тому що ці планети швидко обертаються навколо своїх осей.
 - Б. Тому що ці планети знаходяться далеко від Сонця.
 - В. Тому що ці планети мають великі маси.
6. Основні компоненти атмосфери планет-гігантів є...
 - А. ...водень, гелій.
 - Б. ...Вуглекислий газ, азот.
 - В. ...Метан, аміак.
7. Між якими двома великими планетами знаходиться пояс астероїдів?

А. Юпітер і Сатурн.

Б. Марс і Юпітер.

В. Земля та Марс.

8. Уся маса комети практично зосереджена...

А. ...у ядрі комети.

Б. ...у оболонці (голові) комети.

В. ...у хвості комети.

9. Метеором називається...

А. ...тіло (або невелика крупиця речовини), яка рухається навколо Сонця.

Б. ...Явище згоряння метеорного тіла в земній атмосфері.

В. ...залишок метеорного тіла, що впав на Землю.

Додаток Н. 5

Тестові завдання для перевірки знань учнів 11 класу по темі «Сонце і зорі»

1. Які хімічні елементи особливо поширені на Сонці?
 - А. Водень.
 - Б. Гелій.
 - В. Вуглекислий газ.
2. Який шар Сонця є основним джерелом видимого випромінювання?
 - А. Хромосфера.
 - Б. Фотосфера.
 - В. Сонячна корона.
3. Які явища на Землі пов'язані з проявом сонячної активності?
 - А. Полярне сяйво.
 - Б. Магнітна буря.
 - В. Веселка.
4. Річний паралакс зірки це - ...
 - А. ...кут, під яким із зірки можна б було бачити велику піввісь земної орбіти, якщо вона перпендикулярна до променя зору.
 - Б. ...кут під яким із світила можна бачити радіус Землі, перпендикулярний до променя зору.
 - В. ...кут, під яким можна бачити із Землі діаметр Місяця, перпендикулярний до променя зору.
5. Найнижчу температуру мають...
 - А. ...Білі зірки.
 - Б. ...жовті зірки.
 - В. ...червоні зірки.
6. Від чого залежить колір зірки?
 - А. Від температури її фотосфери.
 - Б. Від розмірів зірки.
 - В. Від густини зірки.

Додаток Н. 6

Тестові завдання для перевірки знань учнів 11 класу по темі «Будова і еволюція Всесвіту»

1. Галактику можна уявити у вигляді ...
 - А. ...гігантської зоряної кулі.
 - Б. ...величезного сплюсненого диска з зірок.
 - В. ...величезної сукупності зірок, яка не має визначеної форми.
2. Які об'єкти входять до складу нашої Галактики?
 - А. Зорі і їх скупчення.
 - Б. Газопилові туманності.
 - В. Квазари.
3. Які існують види туманностей?
 - А. Світлі туманності.
 - Б. Темні туманності.
 - В. Газові дифузні туманності.
4. Квазарами називають...
 - А. ...ту частину Всесвіту, яка доступна тепер оптичним і радіоастрономічним спостереженням.
 - Б. ...різні зоряні системи, подібні до нашої Галактики.
 - В. ...зіркоподібні джерела радіовипромінювання.
5. Який найпоширеніший стан речовини у всесвіті?
 - А. Газоподібний.
 - Б. Рідкий.
 - В. Плазма.
6. Які позагалактичні джерела радіовипромінювання відомі в даний час?
 - А. Радіогалактики.
 - Б. Квазари.
 - В. Туманності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров Ю.В., Грецький А.М., Євсюков М.М., Захожай В.А., Псарьов В.О., Пришляк М.П. Про проект концепції астрономічної освіти в середній школі // Вісник астрономічної школи. Т.2. – 2001. – №2. – С. 16.
2. Алексеев В.Е. Развитие технического творчества в процессе обучения учащихся элементам конструирования на уроках труда в 6-8 классах: Автореф. дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02 // Моск. гос. пед. ин-т. – М., 1973. – 22 с.
3. Алешкевич А.С. Формирование материалистического мировоззрения при изучении астрономии в школе. – Мн: нар. асвета. – 1976. – 109 с.
4. Андрианов Н.К., Марленский А.Д. Астрономические наблюдения в школе: Кн. Для учителя. – М: Просвещение, 1987. – 109 с.
5. Андрианов Н.К., Марленский А.Д. Школьная астрофизическая обсерватория. Пособие для учителя. – М: Просвещение, 1977. – 176 с.
6. Аніщенко В.О., Грищенко Г.О., Супруненко М.І. Гурткова робота з астрономії: Навч. посібник для студ. фіз.–мат. ф-ту. // Ніжин, 1999. – 134 с.
7. Астрономия как часть интегрированного курса «Человек и Вселенная» //Физика. – 2000. - № 2. – вкладьш.
8. Байбара Т.М. Методика навчання природознавства в початкових класах: Навчальний посібник. – К.: Веселка, 1998. – 334 с.
9. Байбара Т.М. Я і Україна. Природознавство. Програма для 4 кл. // Початкова школа. – 2003. - № 2. – С. 4 – 5.
10. Байков Т.Я. Элементы космонавтики в проблемно-программированных заданиях по физике // Физика в школе. – 1982.– №2. – С. 29 – 30.
11. Барвин И. И. Высшая математика. – М.: Просвещение. – 1980. – 244 с.

12. Безрукова В.С. Теория педагогической интеграции как методологическое знание // Интеграционные процессы в педагогической теории и практике. Выпуск 2. – Свердловск, 1991. – С. 5 – 13.
13. Беспалько В.П. Опыт разработки и использования критериев качества усвоения знаний // Советская педагогика. – 1968. – №4. – С. 52 – 69.
14. Беспалько В.П. Программирование обучение (дидактические основы). – М.: Высшая школа, 1970. – 304 с.
15. Беспалько В.П. Стандартизация образования: основные идеи // Педагогика. – 1993. – №5. – С. 20 – 25.
16. Бессараб Г.Д. Интегрированные уроки и формирование естественно-научной грамотности учащихся. // Физика в школе. – 2000. – №5. – С. 17 – 19.
17. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
18. Богдан Т. М. Вивчення зоряного неба за допомогою саморобних моделей // Вісник Астрономічної школи. – №2, т. 2. – 2001р. – С. 48 – 50.
19. Богдан Т., Савченко В. Використання плоских моделей для пропедевтики астрономічних знань на уроках фізики. //Фізика та астрономія в школі. – №3. – 2003. – С. 16 – 17.
20. Богдан Т.М. Коваль І.К. Фізичні основи спектральної класифікації зірок // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка, Вип. 19. – Чернігів, 2003. – С. 11 – 13.
21. Богдан Т.М. Використання плоских моделей при вивченні астрономії у загальноосвітній школі // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. – Випуск 19. – Чернігів, 2003. – С. 9 – 10.
22. Богдан Т.М. Використання проектної технології у позакласній роботі з астрономії // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції

«Кредитно-модульна технологія навчання та методичне забезпечення контролю якості успішності». – Полтава, 2006 р. – С. 69 – 70.

23. Богдан Т.М. Елементи астрономії у курсі фізики 9-го класу загальноосвітньої школи // Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти. Матеріали міжнародної конференції Херсонського державного педагогічного університету. – Херсон, 2002. – С. 214 – 217.
24. Богдан Т.М. Кооперативні технології в процесі вивчення властивостей електромагнітних хвиль у курсі фізики середньої школи з використанням астрофізичного матеріалу // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Випуск 11. Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болконського процесу, 2005. – С. 177 – 181.
25. Богдан Т.М. Негативний вплив астрономії на формування наукового світогляду учнів // Фізика та астрономія у школі. – № 3. – 2006 – С. 42 – 44.
26. Богдан Т.М. Необхідність пропедевтики астрономічних знань учнів у курсі фізики загальноосвітньої школи // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 36, т.1. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів, 2006. – С. 180 – 183.
27. Богдан Т.М. Пропедевтика астрономічних знань учнів загальноосвітньої школи у позаурочний час // Вісник ЧДПУ імені Т.Г. Шевченка, вип. 23, Серія: Педагогічні науки. – Чернігів, 2004. – С. 3 – 6.
28. Богдан Т.М. Пропедевтика астрономічних знань учнів при вивченні фізики у загальноосвітній школі // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. – Випуск 13, т.1, 2002 р. – С.12 – 14.
29. Богдан Т.М. Пропедевтика астрономічних знань учнів при вивченні фізики у загальноосвітніх навчальних закладах // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції “Астрономічна освіта учнівської молоді”, – Київ, 2003. – С. 25 – 30.

30. Богдан Т.М. Пропедевтика астрономічних знань учнів у темі «Світлові явища» (8 клас) // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освітнє середовище як методична проблема». – Херсон, 2006 р. – С. 94 – 96.
31. Богдан Т.М. Роль пропедевтики астрономічних знань у формуванні наукового світогляду учнів // Особливості підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах переходу школи до профільного навчання. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Херсон, 2004 р. – С. 215 – 218.
32. Богдан Т.М. Роль пропедевтики астрономічних знань у формуванні наукового світогляду учнів // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка, випуск 30. Чернігів, 2005. – С. 17 – 20.
33. Богдан Т.Н. Пропедевтика астрономических знаний учащихся при изучении физики в общеобразовательных школах Украины // Материалы VI Международной научно-методической конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». – Москва, 2007. – С. 31 – 33.
34. Богоявленский Д.Н., Менчинская Н. А. Психология усвоения знаний в школе. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959. – 347 с.
35. Божович Л.И. Личность и её формирование в детском возрасте. – М.: Просвещение, 1968. – С. 91.
36. Бойко Г.М. Використання інформаційних технологій у лабораторному практикумі з астрономії // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2003. – С. 118 – 123.
37. Большая Советская Энциклопедия (в 30 томах) // Гл. ред. А.М. Прохоров, изд. 3-е. М.: Советская энциклопедия. – Т. 9. Евклид – Ибсен. – 1972. – 624 с.
38. Бондарчук Е.И. Бондарчук Л.И. Основы психологии и педагогики. Курс лекций. – К. – 2001. – 168 с.

39. Боярченко І.Х. Викладання астрономії у школі: Посібник для вчителів фізики, математики і астрономії в школі. – К.: Рад. школа, 1967. – 240 с.
40. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет. основы: Учеб. пособие для пед. ин-тов по физ.-мат. спец. – М: Просвещение, 1981. – 288 с.
41. Бугайов О. До уваги вчителів, які працюють за пробними підручниками “Фізика. Астрономія – 7.”, “Фізика. Астрономія – 8.” Деякі підсумки та перспективи. // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – №1.– С. 3 – 4.
42. Бугайов О. Концепція фізичної освіти у 12-річній загальноосвітній школі. // Фізика. – 2001. – №27. – С. 11.
43. Бугайов О. Проблеми структури курсів фізики і астрономії та її інтеграція. // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – №4. – С. 5 – 8.
44. Бугайов О.І. Диференціація навчання у сучасній середній школі. – Рад. шк., – 1991. – №8 – С. 7 – 16.
45. Бугайов О.І. Концепціальні засади розробки структури шкільного курсів фізики та астрономії та питання їх інтеграції // Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні: Матеріали конференції. – Чернігів. – 1998. – С. 17 – 19.
46. Бугайов О.І., Мартинюк М.Т., Смолянець В.В. Фізика. Астрономія: пробн. підручник для 7 кл. серед. шк. – 2-ге вид / За ред. проф.. О.І. Бугайова. – К.: Освіта, 1995. – 304 с.
47. Бугайов О.І., Мартинюк М.Т., Смолянець В.В. Фізика. Астрономія: пробн. підручник для 7 кл. серед. шк. – 2-ге вид / За ред. проф. О.І. Бугайова. – К.: Освіта. –320 с.
48. Бучацкий А. Викладання елементів цікавої астрономії в середній школі // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – №4. – С. 33 – 34.
49. Бучатський А. Пропедевтика основних знань учнів з астрономії на уроках природознавства: фронтальна лабораторна робота // Фізика та астрономія. – 2001. – №3. – С. 50 – 51.

50. Вайзер Г.А. Некоторые результаты психологических исследований на материале курса физики // Физика в школе. – 1991. – №2. – С. 75 – 80.
51. Васютіна Т.М. Пропедевтика природничих знань учнів 5-го класу загальноосвітньої школи. Дис. канд. пед. Наук. – Київ, 2003. – 203 с.
52. Венников В.А. О моделировании. – М.: Знание, 1974. – С. 35.
53. Войцеховский Б.Т. Развитие творчества учащихся при конструировании. – М.: Учпедгиз, 1962. – С. 63.
54. Воловик П.М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці. – К.: Рад. школа, 1969. – 223 с.
55. Волович Б.М., Новиков Л.М. Активизация процесса обучения. //Педагогическая энциклопедия / Под ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1991. – С. 374 – 390.
56. Волынский Б.А., Левитан Е.П. Методика преподавания астрономии в средней школе // Физика в школе. – 1966.– №2. – С.101; №3. – С.97; №5. – С. 100; №6. – С. 83.
57. Воронцов-Вельяминов Б.А., Арсентьев В.В. Астрономию – в типовые планы университетов // Земля и Вселенная. – 1971. – №6. – С. 57 – 58.
58. Воронцов-Вельяминов Б.А., Дагаев М.М., Засов А.В. та ін. Методика викладання астрономії в середній школі. – М.: Просвещение, 1985. – 240 с.
59. Выгодский Л.С. Педагогическая психология // Под. ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1991. – 479 с.
60. Гірний О., Зінкевич М., Савчин М., Хобзей П., Шиян О. Методика діагностики навченості учнів // Біологія і хімія в школі. – 2001. – №1. – С. 18 – 22.
61. Гладушина Н.А. Применение физических понятий на уроках астрономии // Физика в школе. – 1990. – №1. – С. 62 – 64.
62. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.

63. Гомулина Н.Н. Поиск информации по астрономии в Интернете // Физика в школе. – 2001. – №1. – С. 62 – 67.
64. Гончаренко С., Волков В., Коршак Є., Бугайов.О., Юрчук.І. Стандарти шкільної фізичної освіти // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – №2. – С. 2 – 8.
65. Гончаренко С.У. Володько В.М. Проблеми індивідуалізації процесу навчання // Педагогіка і психологія. – 1995. – №І. – С. 63 – 71.
66. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – Київ: Либідь, 1997. – 376 с.
67. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики. Посібник для вчителя. – К: Радянська школа. – 1990. – 208 с.
68. Горбань М. Систематизація знань учнів на основі міжпредметних зв'язків // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №2. – С. 21 – 22.
69. Горішний З. Особливості поетапного формування астрономічних понять // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – №2. – С. 44 – 50.
70. Горішний З., Климишин І. Як людина почуває себе на “космічній сцені”? (Про шкільну астрономічну освіту) // Радянська школа. – 1996. – №3. – С. 57 – 58.
71. Гороль П.К. Позакласна робота з астрономії: Посібник для вчителів. – К.: Рад. школа, 1983. – 80 с.
72. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. – М: Педагогика, 1977. – 136 с.
73. Гришин Ю.А. Внеклассная и учебная работа по астрономии. – М.: Просвещение, 1990. – 95 с.
74. Гуз К. Ж. Интегрированный курс з природознавства в 5 – 6 класі: Дис. ... канд. пед. наук. 13.00.01. – К., 1998. – 224 с.
75. Гуртовенко Э.А. Необходимо решать проблемы астрономического образования // Земля и Вселенная. – 1986. – №6. – С. 77 – 78.

76. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения: опыт теоретического и экспериментального психологического исследования. – М.: Педагогика, 1986. – 240 с.
77. Данилов М. А. Принципы обучения. Дидактика средней школы. – М.: Просвещение, 1975. – С. 119.
78. Данилов М.А., Есипов Б.П. Дидактика. – М.: Просвещение, 1957. – С. 272.
79. Денисюк П.Ф. Теллурий в соединении со звездной картой экваториальной полосы // Физика в школе. – 1966. – №5. – С. 61 – 62.
80. Державна національна програма “Освіта. Україна ХХІ століття” – К.: Райдуга, 1994. – 49 с.
81. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Освіта України. – №5. – 2004. – 16 с.
82. Дидактика средней школы / Под ред. М.А. Данилова, М.Н. Скаткина. – М.: Просвещение, 1982. – 345 с.
83. Дик Ю.И. и др. Проблема интеграции курсов физики и астрономии // Физика в школе. – 1989. - №1. – С. 23 – 27.
84. Експериментальні програми для середніх загальноосвітніх навчальних закладів. Астрономія 11 клас. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист за №1 – 743 від 13.03.2001р.). - К.: “Сфера”. – 2001. – 23 с.
85. Ерохина Р.Я., Страут Е.К. Использование астрофизического материала для развития понятия о плазме // Физика в школе. – 1982. – №1. – С. 38 – 44.
86. Жилин В.И. Увеличение времени на занятия астрономией. // Физика в школе. – 2001. – №8. – 55 – 56.
87. Жук В. Фізика в молодших класах // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – №2. – С. 30 – 35.
88. Жуков Л.В. Планирование школьных астрономических наблюдений // Физика в школе. – 1981. – №6. – С. 65 – 67.

89. Жуков Л.В. Трубчанинова Е.Л. Планирование школьных астрономических наблюдений // Физика в школе. – 1981. – №5. – С. 65 – 67.
90. Заботин В.А. Контрольные работы по курсу «Физика и астрономия – 8» // Физика в школе. – 2000. – №8. – С. 19 – 23.
91. Заботин В.А. Кратковременные контрольные работы по курсу физики и астрономии – 7 // Физика в школе. – 2000. – №4. – С. 23 – 26.
92. Закон України “ Про загальну середню освіту” // Початкова школа. – 1999. – № 8. – С. 1 – 12.
93. Закота Л.А., Ляшенко О.І. Проблемне навчання: Посібник для вчителів. – К.: Рад. шк., 1985. – 95 с.
94. Зигель Ф.Ю. Астрономия в ее развитии. Книга для учащихся 8-10 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 1988. – 160 с.
95. Зигель Ф.Ю. Методика некоторых форм внешкольной работы по астрономии: Автореф. канд. пед. наук. – М., 1952. – 21 с.
96. Иванова Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1983. – 160 с.
97. Ильина Т.А. Структурно-системный подход к организации обучения. Вып.1 – М., 1972. – 213 с.
98. Ильченко В.Р. Формирование естественнонаучного миропонимания школьников. – М.: Просвещение, 1993. – 173 с.
99. Ительсон Л.Б. Математические и кибернетические методы в педагогике. – М.: Просвещение, 1964. – 248 с.
100. Івченко В.М., Чолій В.Я. Використання лабораторного практикуму з курсу загальної астрофізики в учбовому процесі // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2003. – С. 145 – 148.

101. Ільченко В.Р. Природознавство. Довкілля. Підручник для 5-го класу загальноосвіт. навч. закл. Частина 1, 2 / В.Р. Ільченко, К.Ж. Гуз, Л.М. Булава. – Полтава: Довкілля, 2005. – 76 с.
102. Ільченко В.Р., Гуз К.Ж. Природничо-наукові знання учнів у освітній системі “Довкілля” / Матеріали Всеукраїнської конференції “Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України”. – К.: КУ ім. Т. Шевченка, 1999. – С. 70 – 71.
103. Інструктивно-методичний лист про викладання астрономії у 2002-2003 н.р. // Фізика та астрономія в школі. – 2002. - №4. – С. 8-9.
104. Зигель Ф.Ю. Лунные горизонты. Книга для внеклассного чтения. 8-10 класи. - М: Просвещение, 1976. – 128 с.
105. Зигель Ф.Ю. Невидимый космос. – М: Детская література, 1970. – 108 с.
106. Кабанова-Меллер Е.Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственное развитие учащихся. М.: Просвещение, 1968. – 288 с.
107. Калапуша Л.Р. Моделирование в изучении физики. – К.: Рад. Школа, 1982. – 158 с.
108. Калапуша Л.Р., Савош В.В., Мартинюк О.С. Організація роботи учнів з фізики на основі використання елементів методу моделювання. //Фізика та астрономія в школі. – 2000. – №1. – С. 17.
109. Каретніков В.Г. Вивчення астрономії – один з компонентів сучасної освіти // Вісник астрономічної школи. Т.2 – 2001. – №2 – С. 36.
110. Карницкий П., Карницкая В. Элементы астрономии и космонавтики в школьном курсе // Народное образование. – 1973. – №7. – С. 39 – 41.
111. Карницкий П.Н. Учение о Вселенной важнейший компонент школьного образования // Физика в школе. – 1983. – №1. – С. 66.
112. Клебенский Ю.Н. Еще раз об использовании подвижной карты звездного неба // Физика в школе. – 1966. – №5. – С. 87 – 88.

113. Кленіков О.І., Кучерявий І.Т. Основи творчості особи. – К.: – Вища школа. – 1994. – 294 с.
114. Климишин І.А. та інші. Цікава астрономія. – К: Техніка, 1972. – 128 с.
115. Климишин І.А. Крячко І.П. Астрономія: Підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів. – К.: Знання України, 2002. – 192 с.
116. Коваль І.К. О состоянии астрономического образования в Украине. //Материалы IV международной научно-практической конференции «Образование и школа XXI века», 21–22 ноября 2004 года, г. Чернигов. С. 59 – 61.
117. Коваль І.К. Учимося беречь дом в котором живём. /Материалы IV международной научно-практической конференции «Образование и школа XXI века», 21-22 ноября 2004 года, г. Чернигов, С. 14 – 17.
118. Ковязин Е.И., Марленский А.Д. Изучение небесных координат с помощью моделей // Физика в школе. – 1974. – №6. – С. 74 – 75.
119. Колесов Д.В., Мягков И.Ф. Учителю о психологии подростка. – М.: Просвещение, 1986. – 80 с.
120. Комаров В.Н. Астрономія і світогляд: Книга для вчителя. – К: Рад. школа, 1990 – 239 с.
121. Кон И.С. Психология старшеклассника Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1980. – 191 с.
122. Концепция естественнонаучного образования в 12-летней школе // Физика в школе. – 2000. – №3. – С. 16 – 24.
123. Концепція загальної середньої освіти (12-річна школа) // Педагогічна газета. – 2002. – №1. – С. 4 – 6.
124. Корсак К.В., Кононенко Н.А. Фізика з елементами астрономії. Пробн. навч. посібник для 11 класу ліцеїв, гімназій та шкіл гуманітарного профілю

125. Коршак Є., Шут М., Грищенко Г. Проект концепції освіти з фізики і астрономії 12-річної школи. // Фізика та астрономія в школі. – 2001. - №3. – С. 5 – 7.
126. Коршак Є.В. та інш. Фізика, 10 кл. : Підручник для серед. загальноосвіт. шк / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2002. – 296 с.
127. Коршак Є.В. та інш. Фізика, 11 кл. : Підручник для серед. загальноосвіт. шк / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 288 с.
128. Коршак Є.В. та інш. Фізика, 7 кл. : Підручник для серед. загальноосвіт. шк / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 1998. – 169 с.
129. Коршак Є.В. та інш. Фізика, 8 кл. : Підручник для серед. загальноосвіт. шк. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 1999. – 192 с.
130. Коршак Є.В. та інш. Фізика, 9 кл. : Підручник для серед. загальноосвіт. шк. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2000. – 232 с.
131. Коршак Є.В., Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту: Практикум. – К.: Вища школа, 1981. – 279 с.
132. Костюк А.Й. Контрольні, самостійні та практичні роботи з астрономії. 11 клас. – Тернопіль «Підручники і посібники», 2004 – 24 с.
133. Костюк А.Й. Уроки астрономії в 11 класі: Посібник для вчителя. - Тернопіль: «Підручники і посібники», 2003. – 112 с.
134. Костюк В.Г., ред. Психологія: Підручник для пед. вузів. – К., 1968. – 312 с.
135. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психологічний розвиток особистості / За ред. Л.М. Прокопенко. – К.:Рад. школа, 1989. – 609 с.
136. Краткий словарь по философии / Под ред. И.В. Глауберга, М.К. Пантина, 4-е изд. – М.: Политиздат, 1982. – 431 с.

137. Кремень В.Г. Філософія освіти ХХІ століття // Освіта. – 2002. – № 58. – С. 1 – 3.
138. Критерії оцінювання навчальних досягнень у системі загальної середньої освіти (проект) // Освіта України. – 2000. – 16 серпня. – № 33. – С. 3.
139. Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти // Освіта. – 2001. – № 8 – 9. – 31 січня – 7 лютого – С. 2 – 14.
140. Критерії оцінювання рівня навчальних досягнень учнів загальноосвітньої школи з астрономії // Фізика, 2002. – №9. – С. 8 – 10.
141. Крылова Е.В. и др. Роль астрономии в интегрированном курсе «Физика-астрономия» для формирования научного мировоззрения учащихся // Физика – 2000. – №42. – С. 28.
142. Кудрявцев Т.В., Якиманская И.С. Развитие технического мышления. – М.: Высш. шк., 1964. – 96 с.
143. Кузьменко С. Як доказово викладати астрономію // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №2. – С. 34 – 37.
144. Кулагин П.Г. Межпредметные связи в процессе обучения. – М.: Просвещение, 1981. – С. 8.
145. Левитан Е.П. Астрономия: Пробный учебник для 10 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 1985. – 175 с.
146. Левитан Е.П. Астрофизика школьникам – М: Просвещение, 197. – 112 с.
147. Левитан Е.П. Генерация знаний учащихся на основе важнейших понятий и идей курса астрономии // Физика в школе. – 1982. – №2. – С. 57 – 60.
148. Левитан Е.П. Грани опережающего образования (о концепции астрономического образования с учетом необходимости формирования неосферного-космического мышления) // Наука и жизнь. – 1996.– №10.– С. 34 – 38.
149. Левитан Е.П. Гуманитаризация астрономии с позиции интересов ученика // Физика в школе. – 1999. – №1. – С. 42 – 46.

150. Левитан Е.П. Дидактика астрономии. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 296 с.
151. Левитан Е.П. Использование межпредметных связей в преподавании астрономии // Физика в школе. – 1983. – №6. – С. 64 – 69.
152. Левитан Е.П. Как спасти школьную астрономию // Земля и Вселенная. – 2000. – №1. – С. 74 – 80.
153. Левитан Е.П. Концепция астрономического образования // Земля и Вселенная. – 1986. – №5. – С. 77 – 82.
154. Левитан Е.П. Методика преподавания астрономии в средней школе. – М.: Просвещение. – 1965. – 227 с.
155. Левитан Е.П. Малышам о звездах и планетах. – 2-е изд. М: Педагогика, 1986. – 128 с.
156. Левитан Е.П. Новое в преподавании астрономии в средней школе // Земля и Вселенная. – 1968. – № 1. – С. 80 – 85.
157. Левитан Е.П. О преподавании астрономии // Физика. – 1999. – №15. – С. 15.
158. Левитан Е.П. О факультативных занятиях по астрономии в начальной школе // Физика в школе. – 1996. – №3. – С. 62 – 64.
159. Левитан Е.П. О факультативных курсах по астрономии // Физика в школе. – 1968. – №2. – С.92.
160. Левитан Е.П. Ознакомление учащихся с идеями лежащими в основе объяснения фундаментальных свойств Вселенной // Физика в школе. – 1987. – №1. – С. 63 – 67.
161. Левитан Е.П. Основы обучения астрономии: (Метод. пособие). – М.: Высш. Школа, 1987. – 135 с.
162. Левитан Е.П. Преподавание астрономии в средних профессионально-технических училищах. М.: Высшая школа, 1977. – 149 с.
163. Левитан Е.П. Элементы астрономии и космонавтики - младшим школьникам // Земля и Вселенная. – 1985. – №6. – С. 64 – 69.

164. Лернек Я.Ф. Оптические приборы в курсе физики средней школы // Физика в школе. – 1970. – №1. – С. 46 – 51.
165. Лузан М.А. Самостоятельные экспериментальные исследования учащихся при изучении механики космических полётов // Физика в школе. – 1969. – №4. – С. 85 – 90.
166. Майліс В. Про підручник “Фізика. Астрономія – 7” // Фізика та астрономія. – 1997. – №2. – С. 55 – 56.
167. Максимов О., Шевчук Т. Пропедевтичні заняття з хімії // Біологія і хімія в школі. – 2000. – № 3. – С. 10 – 13.
168. Малюков Д.В. Прибор по астрономии // Физика в школе. – 1972. – №6. – С. 59 – 61.
169. Манохин В.М., Ступников В.М. Кружок по основам астрономии и космонавтики для учащихся 4 – 5 классов. //Физика в школе – 1981. – №4. – С. 68 – 70.
170. Марленский А.Д. О факультативном курсе «Основы космонавтики» // Физика в школе, 1977. – №3. – С.70 – 73.
171. Марленский А.Д., Ковязин Е.И. Изучение небесных координат с помощью моделей // Физика в школе. – 1971. – №3. – С.76 – 80.
172. Марленский А.Д., Порошин Ф. М. Изучение спектрального анализа в курсе астрономии средней школы // Физика в школе. – 1971. – №4. – С. 77 – 80.
173. Матвеева Л.М. Самодельные приборы и современные требования к ним // Физика в школе. – 1977. – № 2. – С. 77 – 81.
174. Махлах Е.С. Активность / Педагогическая энциклопедия. – М., 1964. – Т.1. – С. 61 – 63.
175. Махмутов М.И. Проблемное обучение. – М.: Просвещение, 1975. – 233 с.
176. Межпредметные связи курса физики в средней школе / Ю.И. Дик, И.К. Турищев и др. Под ред. Ю.И. Дика. Просвещение, 1987. – 190 с.

177. Менчинская Н.А. и Богоявский Д.Н. Психология усвоения знаний в школе. – М., 1958. – 423 с.
178. Менчинская Н.А. Проблемы учения и умственного развития школьника / Ред. сост. И.С. Якиманская. – М.: Педагогика, 1989. – 218 с.
179. Менчинская Н.А., ред Психология применения знаний к решению учебных задач. – М., 1958. – 260 с.
180. Менчинская Н.А., ред. Психологические проблемы формирования научного мировоззрения школьников / Сборник статей. - М., 1968. – 287с.
181. Методика викладання астрономії в 10 класі: Посібник для вчителів. – К.: Рад. Школа, 1985. – 136 с.
182. Методика навчання фізики в середній школі. (Загальні питання) Конспект лекцій / Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. / За ред. Савченка В.Ф. Чернігів: Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка, 2003. – 100 с.
183. Методика преподавания астрономии в средней школе. Пособие для учителей / Б.А. Воронцов-Вельяминов, М.М. Дагаев, и др. – М.: Просвещение, 1985. – 240 с.
184. Мизенцев В.П. Применение моделей и методов моделирования в дидактике. – М.: Знание, 1977. – С. 74.
185. Міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики в середній школі: посібник для вчителя / За ред. О.В. Сергеева. – К.: Ряд. Школа, 1979. - 118 с.
186. Монозон Э.И. и др. Формирование научного мировоззрения учащихся. – М., 1985. – 126 с.
187. Монозон Э.И. Учитель и всестороннее развитие личности школьника // Новое в жизни науки и техники. Сер «Педагогика и психология». - № 71 – М.: Знание, 1986. – 79 с.

188. Мощанский В.М. Формування світогляду учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителів. – К.: Рад. школа, 1981. – 144 с.
189. Мурсалимов Г.Г., Кадыров А.А. Взаимосвязь физики и астрономии при изучении прямолинейного распространения света // Физика в школе. – 1994. – №1. – С. 52 – 53.
190. Муртазов А.К. и др. Некоторые аспекты астрономического образования // Земля и Вселенная. – 1999. – №1. – С. 56 – 59.
191. Новиков И.Д. Самодельные астрономические инструменты и наблюдения с ними. – М., 1965. – 110 с.
192. Новиков И.Д., Эткина И.В. Введение астрофизических знаний в курс физики IX класса // Физика в школе. – 1988. – №6. – С. 56.
193. Образование и школа XXI века // Материалы IV международной научно-практической конференции. 21–22 ноября 2004 года, г. Чернигов.
194. Одинцова Н.И. Астрономия 6 кл. // Физика. – 2000. – №22, №26, №30
195. Оконь В. Введение в общую дидактику. – М.: Высшая школа, 1990. – 304 с.
196. Оконь В. Основы проблемного обучения. – М.: Просвещение, 1968. – 208 с.
197. Олійник М.М., Романенко Ю.А. Тест як інструмент кількісної діагностики рівня знань в сучасних технологіях навчання. Навч. Посібник. – Донецьк, ДонНУ. – 2001. – 84 с.
198. О преподавании интегрированного курса «Физика и астрономия в 7 – 9 классах». // Физика в школе. – 1997. – №4. – С. 27 – 30.
199. Оптимизация обучения физике и астрономии. Кн. для учителя: Из опыта работы. // [В.Д.Борисов и др] под. ред Д.И. Пеняева. – М.: Просвещение, 1989. – 127 с.
200. Орлова І.В., Самсонов В.В., Шут М.І. Засоби навчання та їх класифікація. // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – № 4. – С. 38 – 40.

201. Освітні технології: Навч.-метод. Посіб. //О.М. Піхота, А.З. Кіхтенко, О.М. Любарська та ін.; За заг. Ред.. О.М. Пехоти. – К.: А.С.К., 2002. – 255 с.
202. Основи практичної психології: Підручник для студентів вузів. //В. Панок, Т. Титаренко, Н. Чепелєва та інш. – К.: “Либідь”, 2001. – 536 с.
203. Павленко А. Космонавтика і економічна географія. //Фізика та астрономія в школі. – 1998 - №3. – С. 48 – 49.
204. Педагогічний словник. //За редакцією дійсного члена АПН України Ярмаченка М.Д. – К.: Педагогічна думка, 2001. – 516 с.
205. Перельман Я.И. Занимательная астрономия. Под рад. П.Г. Куликовского. Узд 11-е. – М: Наука, 1966. – 211 с.
206. Пертовский А.А. О психологии личности. М.: Знание, 1974. – 64 с.
207. Песін О., Коршак Є., Соколович Ю. До проблеми вивчення елементів фізики в початковій школі. //Фізика та астрономія в школі. – 1999. – №3. – С. 15 – 18.
208. Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Психология: Учебник для студентов вузов обуч. по пед. спец. М.: Академия, 2000. – 512 с.
209. Петровский и др. Психология развития личности. – М., 1987. – 215 с.
210. Пивоваров А.А. О проблемах учителя астрономии. //Физика в школе. – 1990. – №3. – С. 82.
211. Пидкасистый П.И. Воспроизводящая и творческая деятельность учащихся. //Сов. Педагогика. – 1969. – № 5. – С. 60 – 64.
212. Попов П.И. Наблюдения перед началом курса астрономии в X классе. //Физика в школе. – 1954. – №3. – С. 34 – 36.
213. Попова А.П. О повышении качества астрономических знаний школьников. //Физика в школе. – 1994. – №4. – С. 58 – 60.
214. Попова А.П. Формирование первоначальных астрономических понятий у учащихся VI-VII классов на внеклассных и факультативных занятиях //Дис... канд. пед. наук. – Челябинск, 1986.– 210 с.

215. Попова А.П., Попова О.А. Астрономия и математика в системе интегративного подхода. // Земля и Вселенная. – 1995. – № 2. – С. 38–41.
216. Порошин Ф.М. Изучение двойных звезд с помощью модели // Физика в школе. – 1971. – № 1. – С. 84–87.
217. Порфирьев В.В., и др. Межпредметные связи в преподавании астрономии. // Физика в школе. – 1979. – № 1. – С. 46–48.
218. Порфирьев В.В., Шебалин О.Д., Зинковский В.И., Мацко Н.П. Межпредметные связи в преподавании астрономии. // Физика в школе. – 1979. – № 1. – С. 46–48.
219. Преподавание астрономии в школе. Сборник статей. Под ред. чл. корр. АПН РСФСР проф. Б.А. Воронцова-Вельяминова. М.: Академия пед. наук РСФСР, 1959. – 270 с.
220. Пришняк М.П. Астрономія: Підручник для 11 класу загальноосвіт. навчальних закладів. – Харків: Веста: Видавництво «Ранок», 2005. – 144 с
221. Про Концепцію загальної середньої освіти (12-річна школа). // Інформаційний збірник МОН України. – 2002. – № 2. – С. 2–22.
222. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Природознавство 1–11 класи. Заг. ред.. В.Р. Ільченко. – Полтава: Довкілля – К, 2003. – 203 с.
223. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7–11 класи. О. Бугайов, Л. Закота, Д. Костюкевич, М. Мартинюк. Астрономія 11 клас. І. Климишин, А. Казанцев – К.: Шкільний світ, 2001. – 133 с.
224. Природознавство: Підручник для 5-го класу. – 2-е вид., перероб і доп. – Х.: Світ дитинства, 2000. – 176 с.
225. Психологічний словник. // За ред. В.І. Войтка. – К.: Вища школа, 1982. – 216 с.
226. Пшеничнер Б.Г., Войнов С.С. Внеурочная работа по астрономии. Книга для учителя: из опыта работы. – М.: Просвещение, 1989. – 207 с.

227. Различные формы аттестации учащихся по физике и астрономии. //Физика в школе. – 1996.– №1. – С. 20 – 21.
228. Разумовский В.Г. Развитие технического творчества учащихся. //Под ред. А.В. Перышкина. – М.: Учпедиз, 1961. – 147 с.
229. Резников Л.И. Физическая оптика в выпускном классе. //Физика в школе. – 1974. – №2. – С. 37 – 42.
230. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.:АН СССР, Институт философии, 1958. – 146 с.
231. Румянцев А.Ю. Астрономическое образование в основной школе. //Физика в школе. – 2002. – №1. – С. 58 – 61; №2. – С. 52 – 55.
232. Румянцев А.Ю. Астрономия: Книга для чтения. Для учащихся младшего школьного возраста. - Магнитогорск: МГПИ, 1998. – 86 с.
233. Румянцев А.Ю. Астрономия: Курс лекций по общей астрономии для учащихся физико-математических школ и студентов физико-математических факультетов педагогических институтов. – Магнитогорск: МГПИ, 1997. – 356 с.
234. Румянцев А.Ю. Изложение отдельных вопросов астрономии в курсе физики 7-8 классов общеобразовательной школы: Метод. рекомендации. – Челябинск: Изд-во ЧГПИ "Факел", 1993. – 14 с.
235. Румянцев А.Ю. История дидактики астрономии: Краткие очерки истории преподавания астрономии в средних учебных заведениях России. Монография. – Магнитогорск: МГПИ, 1999. – 235 с.
236. Румянцев А.Ю. Организация астрономических наблюдений в средней школе: Метод. рекомендации. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ "Факел", 1996. – 42 с.
237. Румянцев А.Ю. Пропедевтика астрономических понятий в изучении курса природоведения 5 класса средней общеобразовательной школы: Метод. рекомендации. – Челябинск: Изд-во ЧГПИ "Факел", 1993. – 23 с.

238. Румянцев А.Ю. Формирование астрономических знаний в пропедевтическом курсе физики VIII класса: Метод. пособие. – Магнитогорск: МГПИ, 1997. – 92 с.
239. Румянцев А.Ю. Формирование первоначальных астрономических знаний в пропедевтическом курсе физики V класса: Метод. рекомендации. - Челябинск: Изд-во ЧГПИ "Факел", 1994. – 29 с.
240. Румянцев А.Ю. Формирование первоначальных астрономических знаний в пропедевтическом курсе физики VI класса: Метод. рекомендации. – Челябинск: Изд-во ЧГПИ "Факел", 1996. – 20 с.
241. Румянцев А.Ю. Формирование первоначальных астрономических знаний в пропедевтическом курсе физики VII класса: Метод. рекомендации. – Магнитогорск: МГПИ, 1995. – 37 с.
242. Румянцев А.Ю. Формирование фундаментальных астрономических понятий в курсе физики среднего звена общеобразовательной школы: Методические рекомендации. – Челябинск: Изд-во ЧГПИ. – "Факел", 1993. – 34 с.
243. Рыков Н.А. Преемственность в преподавании дисциплин естественнонаучного цикла в младших и средних классах школы. Ученые записки ЛГПИ им. А.И. Герцена. – Т. 372. – 1969. – С. 93 – 100.
244. Сабо А.М. Некоторые новые тенденции обучения физике в школах Венгрии. //Физика в школе. – 1997. – №5. – С. 73 – 74.
245. Савченко В.Ф., Богдан Т.М. Використання елементів астрономії при вивченні молекулярної фізики у 10 класі. //Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Засоби реалізації сучасних технологій навчання”. – Кіровоград, 2003. – С. 171 – 175.
246. Сазонов Г.Н. Связь в обучении астрономии и физики при решении задач. //Физика в школе. – 1983. – №2. – С. 34 – 37.
247. Самсонова Г.В. Элементы физики в 2–5 классах. Посібник для вчителів. – Вид: Рад. Школа. – Київ, 1977. – 95 с.

248. Саркисян Е.А. Изложение факультативного курса по астрономии в 7 классе. //Физика в школе. – 1973. – №2. – С. 81 – 85.
249. Свитков Л.П. Изучение понятия о температуре. //Физика в школе. – 1976. – №5. – С. 38 – 42.
250. Селевко Г.К. Современное образование: Учебное пособие для пед. вузов и институтов повыш. квалиф. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
251. Семакин Н.К. Работа с астрономическим кружком. – М: Учпедгиз, 1953. – 56 с.
252. Сергеев О.В. Міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики в середній школі. – К.: Рад. шк., 1979. – С. 16.
253. Сизив Г.Н. Связь в обучении астрономии и физики при решении задач. //Физика в школе. – 1983. – №2. – С. 34 – 37.
254. Скаткин М.Н. Методические рекомендации к использованию учебника природоведения в четвертом классе. – М.: Учпедгиз, 1961. – 52 с.
255. Скаткін М.М. Природознавство.: Підр. для 4 класу. Пер. з рос. вид. – К.: Радянська школа, 1961. – 248 с.
256. Смолянець В. Чи повернеться астрономія до школи? //Фізика та астрономія в школі. – 2001.– № 4. – С. 41.
257. Стахіра І., Бугайов О., Пархоменко І. Стратегічні проблеми формування змісту курсів фізики й астрономії в системі загальної середньої школи. //Фізика. – 2002. – №12. – С.7 – 9.
258. Степанкин М.И. Психология восприятия. //Физика в школе. – 1996. – №4. – С. 70 – 74.
259. Страут Е.К. Изучение элементов космонавтики на уроках астрономии. //Физика в школе. – 1987. – №2 – С. 61 – 69.
260. Страут Е.К. Методика преподавания элементов астрономии в курсе физики средних специальных учебных заведений. //Методические рекомендации по физике. - М.: Высшая школа, 1977.– Вып.4. – С. 4 – 54.
261. Сургін В.Г. Астрономическое образование и новые технологии. //Земля и Вселенная. – 1997. – №1. – С. 59 – 65.

262. Сущенко С. Синтез фізичних знань при формуванні природничо-наукової картини світу. //Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №2. – С. 22 – 23.
263. Сычёвская З.В. Бовтрук А.Г. Связь преподавания физики с трудом учащихся: Пособие для учителей /Под ред. С.У. Гончаренко. – К.: Рад школа, 1984. – 160 с.
264. Сычевская З.В. и др. Проверка результативности обучения физики: Пособие для учителя. //З.В. Сычёвская, В.В. Смолянец, А.Г. Бовтрук. – К.: Рад. Школа, 1986. – 176 с.
265. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1975. – 343 с.
266. Теклюк М. Атмосферний тиск. Нетрадиційний урок. //Фізика. – 2000. – № 36. – С. 9.
267. Ткаченко І.А. Особливості виготовлення простих приладів. //Вісник астрономічної школи.Т.2. – 2001. – № 2. – С. 46.
268. Требования к знаниям и умениям школьников: Дидактико-методический анализ. //Под ред. А.А. Кузнецова. – М.: Педагогика, 1987. – 176 с.
269. Український Радянський Енциклопедичний Словник: В 3-х т. //Редкол.: А.В. Кудрицький (відп. ред.) та ін. – 2-ге вид. – К.: Голов. Ред. УРЕ, 1986. – Т. 1. – 673 с.
270. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий: Учебное пособие к спецкурсу. – Челябинск.: УГПИ, 1986. – 90 с.
271. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988. – 111 с.
272. Усова А.В., Завьялов В.В. Самостоятельная работа учащихся в процессе изучения физики. Метод. Пособие. – М.: Высшая школа, 1984. – 96 с.
273. Федорова В.М., Якупов С.З. Методика навчання природознавства в 4 класі: Посібник для вчителів. [Пер. з рос.]. - К.: Радянська школа, 1986. – 142 с.

274. Философский словарь. //Под ред. И.Т. Фролова. – 5-е изд. – М.: Политиздат, 1986. – 590 с.
275. Философский энциклопедический словарь (Редкол.: С.С.Аверинцев, Э.А. Араб-Оглы, Л.Ф. Ильичев и др.) – 2-е изд. М.: Сов. Энциклопедия, 1989. – 815 с.
276. Философско-психологические проблемы развития образования. //(А.С. Арсеньев, С.В. Безчеревных, В.В. Давыдов и др) под ред В.В. Давыдова М.: Педагогика 1981. – 176 с.
277. Фізика, 10-11.: Програми для профізьн.кл. загальноосвітн. Навч. Закладів з укр. мовою навчання./ [О. Бугайов, М. Головки, Л. Зокота та ін.]. – К.: Пед преса, 2004. – 144 с.
278. Харадзе Е.К. Не допустити слияния курсов физики и астрономии.//Земля и Вселенная. – 1989. – №4. – С. 55 – 56.
279. Харченко І.Г. Астро-космічні розвивки (Головоломки, кросфорди, вікторини, ребуси). Для середнього шкільного віку. – К. Веселка, 1967. – 87 с.
280. Хоп Р.Л. Педагогическая психология. Принципы обучения: Учебн. пособ. для высшей школы. – М.: Деловая книга, 2002. – 736 с.
281. Цесевич В.П. Что и как наблюдать на небе. – М: Наука, 1979. – 304 с.
282. Цетлин В.С. Неудачность школьников и ее предупреждение. – М.: Просвещение, 1977. – 231 с.
283. Чандаева С.А. Одно из направлений гуманизации курса физики //Физика в школе – 1993. – №6. – С. 37 – 42.
284. Чжан М.Б. Самодельные карты созвездий. //Физика в школе – 1986. – № 5. – С. 66.
285. Шабалкина Н.В. О пропедевтике астрономических знаний. //Физика в школе. – №1. – 2005. – С. 60 – 61.
286. Шавлов Б.А. Учебно–дидактический потенциал компьютерных учебных проектов астрономической тематики. //Матеріали Всеукраїнської

- науково-практичної конференції. – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2003. – С. 118 – 123.
287. Шаламов Р., Фещенко Т., Курганов С. Пропедевтичний курс природознавства. //Біологія і хімія в школі. – 1999. – № 5. – С. 33 – 34.
288. Шаламов Р.В., Бабченко Г.С. Природознавство: Підручник для 5-го класу. – 2-е вид., перероб. і доп. – Х.: Світ дитинства, 2000. – 176 с.
289. Шарко В.Д. Элементы экологии и охраны окружающей среды в курсе физики средней школы. Автореферат на соискание учёной степени кандидата пед. наук. – 1983. – 24 с.
290. Шерстцова Е.С. Астрономия в картинках (3-5 кл). //Физика. – 2000. - №18. – С. 10 – 13.
291. Широков А.Н О преподавании пропедевтического курса "Астрономия". //Физика в школе. – 1994.– № 5.– С. 52.
292. Шихов В.Ф. Некоторые принципы конструирования учебных приборов. // Физика в школе. – 1970. – № 5. – С. 64 – 70.
293. Шишаков В.А. В помощь учителю астрономии: Метод. пособие . – М.: Учпедгиз, 1952. – 168 с.
294. Штоф В.П. Моделирование и философия. М. – Л., Наука, 1966. – 168 с
295. Энциклопедия для детей. Астрономия. – 2-е изд. – М.: Аванта, 2000. – Т.8. – 688 с.
296. Яхно Г.С. О моделировании космической системы. //Физика в школе. – 1974. – №6. – С. 74 – 75.
297. Яцків Я.С. Про концепцію викладання астрономії в середній школі України. // К.: Наше небо, липень – серпень, 1999. – С. 25 – 26.