

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**

Фізико-математичний факультет

Кафедра фізики та методики її навчання

Кваліфікаційна робота

**РОЗРОБКА ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ
АСТРОНОМІЇ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Спеціальність: 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)

Освітня програма: Середня освіта (Фізика та астрономія, математика)

**Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Друмака Михайла Миколайовича**

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат технічних наук, доцент
Мохун Сергій Володимирович**

**РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри фізики
Тернопільського національного
технічного університету імені Івана
Пулюя
Сіткарь Оксана Андріївна**

Тернопіль – 2025

АНОТАЦІЯ

Друмак М. М. Розробка дидактичних матеріалів для формування практичної компетентності під час викладання астрономії в закладах загальної середньої освіти. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 53 с.

Магістерська робота складається із вступу, двох розділів, висновків та списку використаних джерел.

У першому розділі проаналізовано сутність та структуру практичної компетентності учнів закладів загальної середньої освіти з астрономії, розглянуто дидактичну роль завдань різного типу у формуванні практичної компетентності з астрономії, проведено аналіз навчальних програм щодо практичної підготовки здобувачів освіти з астрономії в закладах загальної середньої освіти.

В другому розділі класифіковано дидактичні матеріали відповідно до розділів курсу «Астрономії» для формування практичної компетентності, а також наведено структуру методичного посібника та методичні рекомендації щодо його використання для розвитку практичних навичок здобувачів освіти.

Ключові слова: астрономія, практична компетентність, дидактичні матеріали.

ABSTRACT

Drumak M. M. Development of didactic materials for the formation of practical competence during the teaching of Astronomy in secondary education institutions. Qualification thesis for the degree of «Master» in the specialty 014 Secondary Education. TNPU named after V. Hnatiuk. Ternopil, 2025. 53 p.

The master's thesis consists of an introduction, two chapters, conclusions and a list of references.

The first section analyses the essence and structure of practical competence in astronomy among students in general secondary education institutions, considers the didactic role of different types of tasks in the formation of practical competence in astronomy, and analyses educational programmes for the practical training of students in astronomy in general secondary education institutions.

The second chapter classifies didactic materials according to the sections of the Astronomy course for the formation of practical competence, and also provides the structure of the methodological guide and methodological recommendations for its use in the development of practical skills of students.

Keywords: astronomy, practical competence, teaching materials.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З АСТРОНОМІЇ.....	7
1.1. СУТНІСТЬ ТА СТРУКТУРА ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ З АСТРОНОМІЇ	7
1.2. ДИДАКТИЧНА РОЛЬ ЗАВДАНЬ РІЗНОГО ТИПУ У ФОРМУВАННІ ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З АСТРОНОМІЇ	12
1.3. АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ З АСТРОНОМІЇ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	18
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	25
РОЗДІЛ 2. ЗМІСТОВНО-МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА СТРУКТУРА РОЗРОБЛЕНИХ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	27
2.1. ТИПОЛОГІЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ВІДПОВІДНО ДО РОЗДІЛІВ КУРСУ «АСТРОНОМІЇ» ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ	27
2.2. СТРУКТУРА МЕТОДИЧНОГО ПОСІБНИКА ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ	30
2.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНИХ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ	44
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	47
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50

ВСТУП

Актуальність. Астрономія як наука про Всесвіт відіграє важливу роль у формуванні наукового світогляду, розвитку критичного та просторового мислення, а також інтеграції знань природничих дисциплін. У контексті сучасних освітніх стандартів та вимог до формування ключових компетентностей, зокрема науково-природничої, технологічної та інформаційно-цифрової, особливого значення набуває не лише засвоєння теоретичних знань, а й формування стійких практичних умінь та навичок. Практичні знання з астрономії охоплюють спектр від найпростіших спостережень небесних об'єктів до роботи з астрономічними приладами, аналізу даних та використання сучасних програмних засобів.

Вимоги сучасної освіти, закріплені в Концепції «Нова українська школа» та Державних стандартах, наголошують на компетентнісному підході, що передбачає формування практичної компетентності як здатності учнів застосовувати астрономічні знання для розв'язання реальних задач, виконання обчислень, аналізу даних спостережень та моделювання процесів. Це особливо важливо в контексті STEM-освіти, де астрономія виступає інтеграційною дисципліною.

Гостра педагогічна проблема полягає у браку систематизованого, комплексного та методично обґрунтованого дидактичного забезпечення, орієнтованого саме на формування практичних навичок відповідно до чинної навчальної програми. Наявні матеріали часто мають репродуктивний характер, що ускладнює роботу вчителя та перешкоджає досягненню цілей, визначених державними стандартами.

Ще слід зазначити, що на практиці викладання астрономії часто обмежується переважно теоретичним матеріалом, а формування практичних знань залишається недостатньо реалізованим. Це значною мірою пов'язано зі станом існуючого дидактичного забезпечення, яке не завжди відповідає сучасним вимогам та можливостям. Аналіз потенціалу та обмежень наявних

дидактичних засобів є необхідним кроком для визначення шляхів їх удосконалення або розробки нових, більш ефективних матеріалів, спрямованих на цілеспрямоване формування практичних знань у здобувачів освіти [4, 8-11, 22].

Актуальність дослідження полягає в необхідності теоретичного обґрунтування та практичної розробки методичної підтримки, яка інтегрує різні типи завдань (розрахункові, графічні, завдання на аналіз реальних даних) для забезпечення комплексного розвитку та ефективного формування практичної компетентності учнів з астрономії.

Саме тому **метою дослідження** є: теоретично обґрунтувати та розробити систему дидактичних матеріалів, спрямовану на формування практичної компетентності учнів під час викладання астрономії (рівень стандарту).

Для досягнення мети дослідження необхідно було виконати наступні **завдання**:

1. Проаналізувати науково-педагогічну та методичну літературу щодо сутності, структури та критеріїв сформованості практичної компетентності з астрономії в учнів старшої школи.
2. Провести аналіз чинної навчальної програми з астрономії з метою визначення ключових практичних умінь і навичок, що мають бути сформовані.
3. Розробити класифікацію та структуру дидактичних матеріалів для формування практичної компетентності під час вивчення астрономії.
4. Розробити методичний посібник для вчителя «Дидактичні матеріали для формування практичної компетентності з астрономії (Зорі. Еволюція зір)», що включає розроблену систему дидактичних матеріалів та методичні рекомендації щодо його використання.
5. Здійснити аналіз його ефективності для покращення рівня сформованості практичної компетентності учнів.

Об'єкт дослідження – процес формування практичної компетентності учнів із астрономії у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – зміст, форми та методи розробки дидактичних матеріалів для забезпечення практичної спрямованості навчального процесу з астрономії.

Теоретичне значення полягає в теоретичному обґрунтуванні структури та змісту дидактичного забезпечення, що акцентує увагу на комплексному формуванні практичної компетентності з астрономії через систему різнотипних завдань, синхронізованих з чинною навчальною програмою.

Практичне значення: створення посібника для вчителя «Дидактичні матеріали для формування практичної компетентності з астрономії (Зорі. Еволюція зір)» , який може бути безпосередньо впроваджений в освітній процес.

Структура кваліфікаційної роботи: кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків та списку використаних джерел.

Апробація матеріалів дослідження: основні наукові результати, отримані в ході написання кваліфікаційної роботи, були представлені на міжнародній науково-практичній конференції «Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології, природничих наук в контексті вимог Нової української школи»:

Друмак М.М., Мохун С.В. Формування практичних знань з астрономії: можливості та обмеження існуючих дидактичних засобів. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології, природничих наук в контексті вимог Нової української школи: матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 22-23 травня 2025 р. С. 28-32.*

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З АСТРОНОМІЇ

1.1. СУТНІСТЬ ТА СТРУКТУРА ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ З АСТРОНОМІЇ

Практична компетентність з астрономії є ключовим елементом природничої компетентності та наукової грамотності, що підкреслюється в освітніх стандартах України (зокрема, у Концепції НУШ) [19]. Вона відображає здатність учня не лише відтворювати знання, а й активно їх застосовувати для розв'язання конкретних навчально-пізнавальних та прикладних завдань, пов'язаних із навколишнім світом.

Практична компетентність з астрономії – це інтегральна якість особистості, що охоплює сукупність знань, умінь, навичок, способів діяльності та ціннісних ставлень, які дозволяють учневі самостійно та ефективно здійснювати практичну діяльність астрономічного характеру [1, 2].

Ця компетентність забезпечує [13]:

- функціональну грамотність – здатність орієнтуватися у просторі та часі, використовуючи астрономічні знання;
- критичне мислення – уміння відрізняти наукові факти від псевдонаукових гіпотез та міфів;
- дослідницьку діяльність – здатність планувати та проводити прості спостереження, збирати, обробляти та інтерпретувати астрономічні дані.

Сутність практичної компетентності не обмежується лише вмінням «робити», але й охоплює готовність і здатність використовувати знання в нестандартних, прикладних ситуаціях.

Практична компетентність з астрономії є інтегративною за своєю суттю, оскільки вона поєднує не просто факти, а розуміння методів отримання астрономічних даних (наприклад, як вимірюється відстань до зір), технічні навички (розв'язання задач, робота з оптичними приладами або віртуальними

симуляторами), критичне ставлення до інформації та відповідальність за точність виконаних вимірювань і розрахунків.

Вона слугує мостом між теоретичним матеріалом (закони Кеплера, будова Всесвіту) і реальними світовими процесами (планування навігації, космічні дослідження).

Сутність практичної компетентності також полягає у фокусі на прикладній спрямованості знань – відповідь на запитання «Як?» та «Навіщо?» повинна бути першочерговою, наприклад, учень повинен не лише знати формулу другого космічного швидкості, але й розуміти, як вона використовується для виведення космічного апарату на орбіту і навіщо це потрібно (практичне значення космічних технологій).

Сучасна інтерпретація компетентності вимагає, щоб учні вміли працювати не лише з стандартними навчальними задачами, а й з реальними, або неповними астрономічними даними (наприклад, аналіз графіків зміни блиску змінних зір або інтерпретація знімків, отриманих космічними телескопами).

Практична компетентність є фундаментом для формування наукової грамотності [1-2], що є однією з ключових вимог сучасної освіти:

- вона надає учням інструменти для проведення міні-досліджень (постановка гіпотези, збір даних, їхній аналіз, формулювання висновків), навіть якщо ці дослідження є змодельованими чи навчальними;
- компетентність включає вміння використовувати астрономічні моделі для прогнозування подій (наприклад, часу сходу/заходу Сонця, періодичності комет), що є важливою частиною наукового методу;
- практична робота зі спостереженнями та даними розвиває критичне мислення і допомагає учням науково обґрунтовано спростовувати псевдонаукові концепції (наприклад, астрологію, теорії плоскої Землі тощо).

Практична компетентність є комплексною і може бути представлена у вигляді взаємопов'язаних компонентів, кожен з яких відповідає за певний тип діяльності: когнітивний, діяльнісний та особистісно-ціннісний [15].

Когнітивний компонент є інтелектуальною основою і стосується знань, необхідних для осмислення та планування практичної діяльності. В табл. 1.1 наведено зміст та ключові вміння когнітивного компоненту практичної компетентності з астрономії.

Таблиця 1.1.

Зміст та ключові вміння когнітивного компоненту

Складова	Зміст та ключові вміння
Теоретична готовність	Знання базових законів (Кеплера, Ньютона) та основних астрономічних термінів. Розуміння фізичної суті явищ (природи випромінювання, механізмів еволюції зір).
Обчислювальна грамотність	Вміння здійснювати розрахунки з використанням астрономічних формул (наприклад, визначення відстаней за законом Габбла, розрахунок кутових розмірів об'єктів).
Інтерпретаційна здатність	Здатність читати та аналізувати складні графічні матеріали: спектри (визначення хімічного складу), діаграми Герцшпрунга-Рассела (визначення віку та стадії еволюції зір), світлові криві (визначення періоду змінних зір).
Просторова уява	Навички роботи з небесною сферою та її координатами. Розуміння просторового розташування об'єктів у Сонячній системі та Галактиці.

Діяльнісний компонент є реалізацією знань на практиці і демонструє здатність учня до практичних дій, особливо у контексті використання сучасних технологій (табл. 1.2).

Таблиця 1.2.

Зміст та ключові вміння діяльнісного компоненту практичної компетентності

Складова	Зміст та ключові вміння
Спостережні навички	Вміння планувати та проводити візуальні спостереження (наприклад, Місяця, видимих планет, сузір'їв). Навички орієнтування на місцевості та за зоряним небом. Вміння користуватися простим аматорським обладнанням (бінокль, телескоп).
Навички роботи з даними	Здатність знаходити, обробляти та систематизувати астрономічну інформацію з відкритих джерел (каталоги НАСА, ЄКА, професійні бази даних). Вміння візуалізувати дані (створення графіків, таблиць).
Технологічна компетентність	Ефективне використання цифрових інструментів: програм-планетаріїв, онлайн-симуляторів, віртуальних лабораторій.
Моделювання та проектування	Здатність створювати фізичні чи математичні моделі астрономічних об'єктів або явищ. Участь у міні-проектах з дослідження конкретного об'єкта.

Особистісно-ціннісний компонент визначає внутрішнє ставлення учня до астрономічної діяльності, його готовність до саморозвитку та інтеграції знань (табл. 1.3).

Таблиця 1.3.

Зміст та ключові вміння особистісно-ціннісного компоненту

Складова	Зміст та ключові вміння
Мотивація	Усвідомлення особистісної значущості практичних астрономічних знань. Здатність самостійно ставити навчальні та дослідницькі цілі.

Критичність та рефлексія	Уміння оцінювати достовірність астрономічної інформації. Здатність аналізувати власні помилки у спостереженнях та розрахунках.
Комунікативна готовність	Здатність обговорювати результати практичної роботи, чітко формулювати висновки та презентувати проєкти.
Відповідальність	Точність у вимірюваннях, акуратність у веденні записів та повага до наукових методів.

Ці три компоненти діють як єдиний механізм: когнітивний надає знання, діяльнісний забезпечує їхнє застосування, а ціннісний – керує мотивацією та відповідальністю за результат.

Аналіз іноземних джерел, зокрема європейських та американських освітніх стандартів, показує, що поняття «практична компетентність» в астрономії тісно інтегроване в ширші концепції «Наукової грамотності» (Scientific Literacy), «Навичок XXI століття» (21st Century Skills) та STEM-освіти. У західній методології часто використовують термін «Science Process Skills» (навички наукового процесу) або «Inquiry-Based Learning» (навчання, засноване на запитах) як основу для формування практичних умінь.

Іноземні підходи зосереджені на тому, що учень має діяти як молодий дослідник (junior scientist):

Next Generation Science Standards (NGSS, США) [25] – практична компетентність розглядається не як окремий набір умінь, а як практики науки та інженерії (Science and Engineering Practices), що інтегруються зі змістом (Disciplinary Core Ideas) та міждисциплінарними концепціями;

PISA Framework (OECD/EC) [26] – практична компетентність інтегрована в «Наукову компетентність», яка вимагає від учня пояснювати явища науково, оцінювати та проєктувати наукові дослідження, а також інтерпретувати дані та докази.

У порівнянні з вітчизняною моделлю практичної компетентності, іноземні моделі схильні до більш функціональної структури, орієнтованої на процес дослідження.

1. Data Processing Skills (навички обробки даних).

Це найважливіший аспект, що підкреслюється в сучасній астрономічній освіті [24]: вміння використовувати віртуальні обсерваторії та архіви для отримання інформації, застосування графічних та статистичних методів до астрономічних даних.

2. Observation and Measurement Skills (навички спостереження та вимірювання).

Ці навички виходять за рамки простого погляду в небо і включають використання інструментів та програмного забезпечення [Adams]: вміння працювати з телескопами (навіть дистанційно керованими), біноклями, а також з програмним забезпеченням для калібрування зображень, використання систем координат (горизонтальні, екваторіальні) та програм-планетаріїв для точного визначення положення об'єктів, вимірювання кутових відстаней, визначення часу експозиції та обчислення масштабу зображень.

3. Modeling and Prediction Skills (навички моделювання та прогнозування)

Фокус на STEM-інтеграції: створення фізичних (наприклад, орбіти планет) або комп'ютерних моделей для імітації астрономічних процесів, які не можна спостерігати безпосередньо (наприклад, зіткнення галактик або утворення чорних дір), використання законів фізики та математики для прогнозування астрономічних подій (затемнень, комет, фаз Місяця) та оцінка їхньої достовірності.

1.2. ДИДАКТИЧНА РОЛЬ ЗАВДАНЬ РІЗНОГО ТИПУ У ФОРМУВАННІ ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З АСТРОНОМІЇ

Формування практичної компетентності з астрономії вимагає використання системи різнотипних дидактичних завдань, які забезпечують

розвиток усіх структурних компонентів компетентності (когнітивного, діяльнісного та ціннісного) [19]. Різні типи завдань мають свою унікальну дидактичну роль, що дозволяє учням перейти від теоретичного знання до його застосування, аналізу та синтезу.

З погляду освітнього процесу, практична компетентність реалізується через здатність учня успішно виконувати типи завдань, наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4.

Типологія дидактичних завдань для формування практичної компетентності з астрономії [15]

Тип завдання	Опис
Якісні та дискусійні	Обґрунтування, пояснення та оцінка астрономічних явищ без виконання числових розрахунків.
Розрахункові	Розв'язання задач на визначення фізичних параметрів об'єктів.
Графічні	Аналіз та інтерпретація спектрів зір, світлових кривих змінних зір, побудова залежностей між астрономічними величинами.
Спостережні	Виконання візуальних спостережень, орієнтування за зоряним небом, визначення положення екліптики, робота з зоряними картами.
Проектні	Застосування знань для вирішення прикладних проблем.

Детальніше опишемо дидактичну роль та зміст кожного, наведеного в табл. 1.4, завдань.

Якісні та дискусійні завдання відіграють важливу дидактичну роль, зосереджуючись на критичному мисленні, логічному обґрунтуванні та особистісно-ціннісному компоненті компетентності, які не можуть бути повноцінно сформовані лише через обчислення чи вимірювання.

Ці завдання мають три ключові освітні функції.

По-перше, розвиток критичного мислення – якісні завдання прямо орієнтовані на вміння науково обґрунтовувати свою позицію та спростовувати псевдонаукові концепції, що є ключовою вимогою наукової грамотності.

По-друге, формування причинно-наслідкових зв'язків – ці завдання вимагають не просто знати формулу, а пояснити, чому відбувається те чи інше явище, використовуючи логіку та фізичні закони.

По-третє, такі завдання можуть розглядати етичні, філософські та соціальні питання, розширюючи світогляд учня та його розуміння ролі астрономії в суспільстві.

Якісні завдання можна класифікувати за їхньою функціональною спрямованістю (табл. 1.5)

Таблиця 1.5.

Класифікація якісних завдань за функціональною спрямованістю

Тип якісного завдання	Зміст та приклади
Логічно-обґрунтовуючі	Пояснення фізичних механізмів та причинно-наслідкових зв'язків. <i>Приклад: чому поверхня Меркурія, попри близькість до Сонця, не розплавляється?</i>
Прогностичні/Гіпотетичні	Прогнозування наслідків зміни умов або параметрів. <i>Приклад: що станеться із супутником Юпітера, якщо його маса раптово збільшиться вдвічі?</i>
Критично-аналітичні	Виявлення помилок, спростування міфів або неправдивих тверджень з позиції наукових фактів. <i>Приклад: аргументуйте, чому твердження астрологів про вплив Марса на характер людини не має наукового підґрунтя.</i>

Дискусійно-світоглядні	Оцінка соціальних, етичних або економічних аспектів космічних досліджень. <i>Приклад: чи має людство моральне право колонізувати планети, якщо там може існувати мікробіологічне життя?</i>
Порівняльно-концептуальні	Зіставлення схожих об'єктів або явищ для виявлення принципових відмінностей. <i>Приклад: порівняйте процеси формування енергії у зорі головної послідовності та в білому карлику.</i>

Для ефективності якісні завдання мають відповідати наступним критеріям:

- Неоднозначність відповіді – відповідь не повинна бути «так» чи «ні»; вона має вимагати розгорнутого пояснення.
- Проблемність – завдання має містити певний інтелектуальний виклик, вимагаючи самостійного пошуку логічного рішення.
- Актуальність – тематика має бути пов'язана із сучасними відкриттями або соціально значущими проблемами.

Розрахункові завдання. Цей тип завдань є класичним і має вирішальне значення для розвитку когнітивного компоненту та цифрової грамотності (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Дидактична роль та зміст розрахункових завдань

Графічні завдання є невід'ємною частиною формування практичної компетентності учнів. Вони слугують містком між абстрактними математичними чи фізичними поняттями та їхнім візуальним, наочним втіленням (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Дидактична роль та зміст графічних завдань

Спостережні завдання є незамінним інструментом у викладанні астрономії, оскільки вони виводять навчання за межі класної кімнати та підручника. Вони безпосередньо формують діяльнісний компонент практичної компетентності та розвивають науковий світогляд учнів.

Основна мета спостережних завдань – перетворити учня з пасивного споживача інформації на активного дослідника, який перевіряє теорію на практиці.

На рис. 1.3 наведено діаграму, яка описує дидактичну роль та зміст спостережних завдань з астрономії.



Рис. 1.3. Дидактична роль та зміст спостережних завдань

Проектні завдання є найбільш ефективними для інтеграції всіх практичних навичок, набутих через попередні типи завдань (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Дидактична роль та зміст проєктних завдань

Таким чином, ефективна методика формування практичної компетентності повинна ґрунтуватися на синергії цих типів завдань, що забезпечує як глибоке розуміння, так і вміння застосовувати астрономічні знання на практиці.

1.3. АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ З АСТРОНОМІЇ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Аналіз навчальної програми з астрономії для 10-11 класів (авторського колективу під керівництвом Я.С. Яцківа) в аспекті практичної підготовки здобувачів освіти показав, що практична складова є обов'язковою та інтегрованою частиною курсу, спрямованою на формування ключових і предметних компетентностей [14].

Програма визначає астрономію як експериментальну та спостережну науку. Практична частина програми є обов'язковою складовою і практичні

роботи мають таке ж важливе значення як лабораторні роботи в курсах інших природничих наук.

Головні завдання практичної підготовки:

- Застосування астрономічних методів на практиці.
- Опанування елементів науково-дослідної роботи.
- Співвіднесення результатів практичної діяльності з теорією.
- Використання міжпредметних зв'язків (математика, фізика, географія).

Програма чітко диференціює підхід до практичної роботи залежно від рівня вивчення предмета.

На *рівні стандарту* (11 клас, 35 годин) акцент робиться на світоглядному сприйнятті та базових навичках. Практичні роботи пропонуються на вибір (варіативно). Із трьох варіантів запропонованих робіт можна вибирати по одному з кожної теми. Тематика робіт:

- Робота з небесною сферою: на вибір – робота з рухомою картою, визначення положення світил або вивчення видимого зоряного неба.
- Вивчення Сонця: на вибір – візуально-телескопічні спостереження, визначення діаметра (камера-обскура) або висоти Сонця (гномон).

На *профільному рівні* (10-11 класи, 70 годин) передбачено систематизоване виконання 14 практичних робіт, які охоплюють широкий спектр астрономічних методів:

- Навігація та орієнтування – спостереження зоряного неба, орієнтування по Сонцю/Місяцю/зорях, робота з рухомою картою та каталогами.
- Вимірювання часу – визначення різниці місцевого часу, розрахунок сходу/заходу Сонця.
- Оптика та інструменти – моделювання телескопа, дослідження оптичних систем.

- Планетологія – визначення розмірів місячних кратерів, спостереження планет (фази Венери, смуги Юпітера, кільця Сатурна).
- Фізика Сонця – визначення чисел Вольфа (активність Сонця), вивчення спектра Сонця.
- Астрофізика – визначення параметрів зір за діаграмою Герцшпрунга-Рассела, моделювання еволюційних треків зір.

Спостереження виділені як особливо важливий елемент курсу. Передбачається використання «Шкільного астрономічного календаря», рухомої карти зоряного неба, телескопів. Окремо наголошується на дотриманні правил безпеки під час телескопічних спостережень Сонця. Заохочується самостійне проведення спостережень учнями. Програма рекомендує використовувати віртуальні телескопи та програми-симулятори зоряного неба.

Практична підготовка спрямована на розвиток конкретних компетентностей:

- Математична: застосування математичного апарату для розв’язування задач, обробка результатів спостережень. Включає розв’язування задач на закони Кеплера, визначення відстаней, мас, світності тощо.
- Інформаційно-цифрова: використання баз даних, віртуальних планетаріїв, створення моделей явищ.
- Дослідницька: планування спостережень, вибір методу, вимірювання та інтерпретація результатів.

Вчителю надається значна свобода в організації практичної підготовки – це можливість змінювати послідовність вивчення тем та виконання практичних робіт; самостійно добирати методи та засоби дослідження; збільшувати час на вивчення курсу за рахунок варіативної складової.

Аналіз навчальної програми з фізики і астрономії для 10-11 класів (авторського колективу під керівництвом О.І. Ляшенка) в аспекті практичної підготовки здобувачів освіти з астрономії показав, що практична складова

астрономічного складника є наскрізною, базується на діяльнісному підході та тісно інтегрована з фізичним експериментом [14].

Програма визначає навчальний експеримент та спостереження як основу засвоєння наукових методів пізнання природи. Особлива увага приділяється самостійності учнів у плануванні досліджень та обробці результатів.

Головні завдання практичної підготовки:

- Застосування астрономічних методів на практиці (орієнтування, вимірювання).
- Опанування елементів науково-дослідної роботи (від постановки задачі до висновків).
- Проведення безпосередніх спостережень небесних світил упродовж усього навчального року.
- Використання міжпредметних зв'язків (особливо з фізикою та математикою).

Програма диференціює підхід до практичної роботи, пропонуючи різні форми діяльності залежно від рівня вивчення предмета.

На *рівні стандарту* (11 клас, 35 годин) практична підготовка інтегрована в «Діяльнісний компонент» очікуваних результатів навчання і спрямована на формування навичок орієнтування та роботи з інформацією.

Окремого переліку лабораторних робіт не виділено, практичні завдання виконуються в межах вивчення тем.

Зміст практичної діяльності:

- Використання рухомої карти зоряного неба для розв'язування завдань.
- Орієнтування на місцевості по Сонцю і Полярній зорі.
- Спостереження небесних об'єктів за допомогою шкільного телескопа з дотриманням правил безпеки.

На *профільному рівні* (10-11 класи, 70 годин) передбачено систематизований лабораторний практикум з астрономії, що включає 8

базових робіт (плюс роботи з фізики, дотичні до астрономії), розподілених за курсом.

Перелік та зміст робіт профільного рівня:

Інструментальні методи (10 клас): виготовлення найпростішого кутоміра й вимірювання кутових відстаней на небі.

Навігація та час (10 клас): визначення висоти Сонця над горизонтом за допомогою гномона; визначення географічної широти місцевості зі спостережень Полярної зорі.

Астрометрія (11 клас): визначення відстаней до тіл Сонячної системи методами астрономії.

Фізика Сонця (11 клас): визначення активності Сонця за числом Вольфа.

Спостереження об'єктів далекого космосу (11 клас): спостереження Туманності Андромеди.

Астрофізика та космологія (11 клас): визначення червоного зміщення позагалактичного об'єкта; моделювання експериментальної установки для реєстрації гравітаційних хвиль.

Спостереження визначені як особливо важливий елемент для забезпечення астрономічного складника. Передбачається використання «Шкільного астрономічного календаря», рухомої карти зоряного неба, глобуса зоряного неба, телурія, шкільного телескопа. Заохочується ознайомлення з науковими відкриттями через мережу Інтернет та використання сучасних наочних засобів.

Практична підготовка спрямована на розвиток ключових компетентностей:

- Математична – застосування математичного апарату для розрахунку орбіт, космічних швидкостей, відстаней та мас небесних тіл.
- Інформаційно-цифрова – робота з віртуальними лабораторіями, програмами-симуляторами, створення моделей астрономічних явищ.

- Дослідницька – планування та реалізація спостережень, фіксація, обробка та інтерпретація результатів.

Вчителю надається широка свобода в організації освітнього процесу – право самостійно замінювати порядок вивчення тем, проводити лабораторні практикуми в кінці розділу або під час його вивчення; можливість визначати конкретну тематику лабораторних робіт, замінювати їх рівноцінними або пропонувати іншу тематику; визначати кількість годин на проєкти та їх тематику (але не менше одного проєкту на рік).

Порівняльний аналіз двох навчальних програм – «Астрономія» (авт. кол. під кер. Я.С. Яцківа) та «Фізика і астрономія» (авт. кол. під кер. О.І. Ляшенка) – у контексті формування практичної компетентності учнів дозволяє зробити наступні висновки.

Обидві програми реалізують компетентнісний підхід, однак мають різні філософії: програма Яцківа розглядає астрономію як самостійну світоглядну науку, тоді як програма Ляшенка інтегрує її як фізичну основу картини світу (табл. 1.6).

Таблиця 1.6.

Порівняльна таблиця у контексті формування практичної компетентності

Критерій	Програма Яцківа (окремий предмет)	Програма Ляшенка (інтегрований курс)
Концепція	Астрономія як спостережна наука. Акцент на орієнтуванні та класичних методах.	Астрономія як частина фізики. Акцент на фізичних методах дослідження (спектри, оптика).
Рівень стандарту	Пропонується вибір 1 практичної роботи з 3-х варіантів до кожної теми.	Практичні завдання включені в «Діяльнісний компонент», окремого списку лабораторних робіт для стандарту немає.

Профільний рівень	14 обов'язкових практичних робіт, що охоплюють усі розділи.	8 суто астрономічних робіт + використання лабораторних робіт з оптики та квантової фізики.
Інструментарій	Рухома карта, гномон, шкільний телескоп, астрономічний календар.	Те саме + фізичне обладнання (спектроскопи, дифракційні ґратки, лінзи).
Родзинка програми	Робота з діаграмою Герцшпрунга-Рассела (профіль), моделювання еволюції зір.	Моделювання установки для реєстрації гравітаційних хвиль, визначення червоного зміщення.

Отже, після порівняння можна зробити такі висновки:

- Програма Яцківа краще формує спостережну та навігаційну компетентність. Вона ідеальна для класів, де є можливість виходити під зоряне небо, або для вчителів, які хочуть дати учням відчуття «романтики» астрономії та розуміння небесної механіки.
- Програма Ляшенка ефективніше формує дослідницьку та інструментальну компетентність. Вона найкраще підходить для фізико-математичних класів, де астрономія розглядається як «лабораторія фізики у космосі», а учні мають гарну базу з оптики та ядерної фізики.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Практична компетентність з астрономії визначається як інтегральна якість особистості, що поєднує знання, вміння, навички та ціннісні ставлення для ефективної астрономічної діяльності. Вона є ключовим елементом наукової грамотності та забезпечує функціональну грамотність, критичне мислення і здатність до дослідницької діяльності.

Компетентність є комплексною і складається з трьох взаємопов'язаних компонентів:

Когнітивний – теоретична база, обчислювальна грамотність, просторова уява та здатність інтерпретувати дані.

Діяльнісний – спостережні навички, робота з даними та технологічна компетентність.

Особистісно-ціннісний – мотивація, критичність, відповідальність за точність вимірювань та комунікативна готовність.

Закордонний досвід підтверджує фокус на навичках обробки даних, спостереження з використанням інструментів та моделюванні процесів.

Формування компетентності вимагає використання різнотипних дидактичних завдань, кожне з яких виконує свою функцію:

Якісні та дискусійні – розвивають критичне мислення, логіку та дозволяють спростовувати псевдонаукові міфи.

Розрахункові – формують цифрову грамотність та когнітивний компонент.

Графічні – вчать візуалізувати та інтерпретувати астрономічні залежності.

Спостережні – виводять навчання за межі класу, формуючи діяльнісний компонент.

Проектні – інтегрують усі навички для вирішення прикладних проблем.

Аналіз програм авторських колективів під керівництвом Я.С. Яцківа та О.І. Ляшенка виявив різні підходи до формування практичної компетентності.

Програма Яцківа («Астрономія») розглядає астрономію як самостійну спостережну науку. Акцент робиться на спостережній та навігаційній компетентності. Програма пропонує варіативність на рівні стандарту та систематичні роботи (14 шт.) на профільному рівні.

Програма Ляшенка («Фізика і астрономія») інтегрує астрономію як фізичну основу картини світу. Акцент робиться на дослідницькій та інструментальній компетентності, використовуючи фізичний апарат. Практична складова тісно переплетена з фізичним експериментом.

Ефективна практична підготовка учнів вимагає синергії когнітивного, діяльнісного та ціннісного компонентів, реалізованих через систему різнопланових завдань. Вибір навчальної програми визначає вектор цієї підготовки: або в бік класичних спостережень (Яцків), або в бік фізико-інструментальних досліджень (Ляшенко).

РОЗДІЛ 2. ЗМІСТОВНО-МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА СТРУКТУРА РОЗРОБЛЕНИХ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1. ТИПОЛОГІЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ВІДПОВІДНО ДО РОЗДІЛІВ КУРСУ «АСТРОНОМІЇ» ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Наш попередній аналіз навчальних програм порівнював дві основні: програму під керівництвом Я.С. Яцківа (як окремий предмет «Астрономія») та програму під керівництвом О. І. Ляшенка (як інтегрований курс «Фізика і астрономія» [21]).

Для подальшої реалізації поставленої мети ми використали підручник «Астрономія (рівень стандарту)» Миколи Пришляка [18] за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Я. С. Яцківа. Цей підручник призначений для рівня стандарту (11 клас, 35 годин). Це дозволило провести аналіз, релевантний для більшості закладів загальної середньої освіти, де астрономія вивчається саме на цьому рівні. Аналіз показав, як автори підручника вирішують завдання формування базової практичної компетентності в умовах обмеженого часу.

Наведемо детальний аналіз типології та класифікації дидактичних матеріалів цього підручника у розрізі кожного розділу (теми) з акцентом на формування практичної компетентності (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Класифікація дидактичних матеріалів в розрізі тем

Тип дидактичного матеріалу	Конкретний матеріал / Приклади	Практична компетентність, що формується
ТЕМА 1. НЕБЕСНА СФЕРА. РУХ СВІТИЛ НА НЕБЕСНІЙ СФЕРІ		
Візуально-схематичні (просторова уява)	Схеми небесної сфери (основні точки та лінії); систем координат; добового руху світил та зміни фаз Місяця.	Уміння моделювати небесну сферу та переходити між географічними й небесними координатами.
Інструментальні (робота з картами)	Робота з рухомою картою зоряного неба.	Навички орієнтування за зорями; визначення часу

		сходу/заходу та кульмінації світил.
Аналітично-розрахункові	Формула Погсона; метод паралакса.	Розрахунок різниці яскравості зір; основи визначення відстаней.
Дослідницькі (спостереження)	Завдання на визначення напрямку меридіана та спостереження Полярної зорі, фіксація положення видимих планет.	Навички візуального орієнтування та первинної фіксації даних.
ТЕМА 2. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АСТРОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ		
Техніко-схематичні	Принципові схеми рефрактора і рефлектора; ілюстрації принципу роботи радіотелескопів та ПЗЗ-матриць.	Розуміння будови та принципів роботи оптичних та електронних засобів дослідження.
Аналітичні	Формула збільшення телескопа; графіки розподілу енергії у спектрі випромінювання зір (закон чорного тіла).	Розрахунок характеристик телескопа; інтерпретація кольору зорі як її температури.
Практично-конструкторські	Інструкція щодо виготовлення найпростішого саморобного телескопа з лінз.	Навички конструювання та експериментальної роботи.
ТЕМА 3. НАША ПЛАНЕТНА СИСТЕМА		
Інформаційно-довідкові	Порівняльні таблиці параметрів планет, Місяця та Землі (маса, густина, температура); хронологічні таблиці досліджень Сонячної системи.	Уміння знаходити, порівнювати та аналізувати астрономічні дані.
Аналітично-розрахункові	Схеми еліптичних орбіт; формули (III закон Кеплера) для розрахунку періодів обертання та великих півосей орбіт; формула радіолокації.	Навички застосування законів небесної механіки для розрахунку орбітальних параметрів.
Моделюючі	Схеми внутрішньої будови планет (розрізи), конфігурацій планет.	Розвиток просторової уяви та порівняльного аналізу структури об'єктів.
ТЕМА 4. СОНЦЕ – НАЙБЛИЖЧА ЗОРЯ		
Структурно-аналітичні	Схема будови Сонця. Графіки циклічності сонячної активності (числа Вольфа).	Уміння аналізувати вплив явищ на Сонці (активність, плями) на Землю.
Розрахункові	Формула світності. Завдання на розрахунок енергії, яку поглинає поверхня Землі від Сонця.	Обчислення енергетичних параметрів; застосування знань про випромінювання на практиці.
Спостережні	Методика безпечного спостереження Сонця.	Дотримання техніки безпеки при роботі з Сонцем,

	Підрахунок плям та відстеження обертання.	отримання та фіксація первинних даних.
ТЕМА 5. ЗОРІ. ЕВОЛЮЦІЯ ЗІР		
Аналітично-графічні (інтерпретація)	Діаграма Герцшпрунга-Рассела.	Графіки кривих блиску змінних зір. Класифікація зір; визначення їх еволюційного статусу та фізичних параметрів за графічними моделями.
Розрахункові	Формула відстані через річний паралакс. Формула абсолютної зоряної величини. Формула радіуса зорі.	Розрахунок фізичних параметрів зір: світності, відстаней та розмірів.
ТЕМА 6. НАША ГАЛАКТИКА		
Візуально-модельюючі	Схеми структури Галактики.	Усвідомлення власних масштабів у Всесвіті.
Типологія об'єктів	Зображення зоряних скупчень та туманностей різних типів.	Класифікація та розпізнавання об'єктів далекого космосу.
ТЕМА 7. БУДОВА І ЕВОЛЮЦІЯ ВСЕСВІТУ		
Класифікаційні	Морфологічна класифікація галактик з фотоприкладями.	Навички систематизації та класифікації масштабних об'єктів.
Аналітичні	Закон Габбла; графічні схеми моделей еволюції Всесвіту.	Застосування космологічних законів для розрахунку швидкостей та відстаней; критичний аналіз моделей Всесвіту.
ТЕМА 8. ЖИТТЯ У ВСЕСВІТІ		
Аналітично-ймовірнісні	Рівняння Дрейка.	Аналіз ймовірностей та умов виникнення позаземного життя; критичне оцінювання кожного фактора у складному процесі.
ЗАГАЛЬНІ ДИДАКТИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ПІДРУЧНИКА		
Алгоритмічні матеріали	Приклади розв'язання задач.	Формування математичної компетентності; освоєння алгоритмів для типових розрахункових завдань.
Довідкові матеріали	Додатки з таблицями параметрів планет, найяскравіших зір, хронологією подій.	Навички роботи з довідковою літературою, підготовка до проєктної та дослідницької діяльності.
Цифрові інструменти	QR-коди, посилання на електронні матеріали, перелік рекомендованого ПЗ (Stellarium, Celestia).	Інтеграція інформаційно-цифрової компетентності; використання віртуальних лабораторій та симуляторів.

На основі проведеного аналізу дидактичних матеріалів підручника можна зробити наступні загальні висновки щодо формування практичної компетентності – у підручнику міститься комплекс загальних елементів, які підтримують практичну діяльність протягом усього курсу: алгоритмічні приклади розв’язання задач (для математичної компетентності), додатки з довідковими даними (для дослідницьких проєктів) та цифрові інструменти (QR-коди, рекомендації програмного забезпечення), що інтегрують інформаційно-цифрову грамотність.

Дидактичний інструментарій підручника є комплексною методичною системою, яка ефективно використовує наявні ресурси для формування в учнів необхідних навичок орієнтування, аналізу даних та застосування законів астрономії.

2.2. СТРУКТУРА МЕТОДИЧНОГО ПОСІБНИКА ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

Курс астрономії, особливо на рівні стандарту (11 клас), часто залишається переважно теоретичним і описовим. Учні здобувають знання про зорі, галактики та космологію, але відчують труднощі з практичним застосуванням цих знань.

Даний посібник пропонує інструментарій, який усуває цей розрив. Він містить дидактичні матеріали, що перетворюють пасивне засвоєння інформації на активну діяльність.

Навчальний план рівня стандарту передбачає лише 1 годину на тиждень для вивчення астрономії. Цей ліміт створює значний виклик для вчителя, який повинен охопити величезний обсяг матеріалу та водночас забезпечити виконання практичного компонента. Посібник є необхідним ресурсом для оптимізації навчального процесу. Він пропонує готові, систематизовані та чітко структуровані дидактичні завдання, що дозволяють максимально

ефективно використати кожну хвилину уроку для формування практичних навичок. Це звільняє час учителя від розробки якісних, компетентнісно-спрямованих завдань, дозволяючи зосередитися на диференціації та індивідуалізації навчання.

Посібник виступає як практичний додаток до підручника М.П. Пришляка. Через свою компактність і обсяг він, як правило, подає теоретичні відомості та лише загальні приклади практичних завдань. Методичний посібник деталізує ці завдання – кожна практична робота чи блок завдань у посібнику корелює з відповідною темою або розділом підручника. Нами розроблено завдання для теми «Зорі. Еволюція зір», структура якої та типи розроблених завдань наведено на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Структура теми «Зорі. Еволюція зір»

Посібник містить повні, покрокові інструкції та алгоритми виконання робіт, які дозволяють учневі (і вчителю) швидко перейти від теорії підручника до практичного виконання.

До збірника включено різноманітні формати завдань: тестові завдання (для контролю знаннєвого компонента), якісні та дискусійні (для розвитку критичного мислення), розрахункові (для застосування математичного апарату), графічні (для інтерпретації моделей та діаграм), спостережні (з використанням реальних об'єктів та віртуальних планетаріїв), проєктні (для інтеграції навичок) (див. табл. 2.2). Наведена класифікація завдань є не просто переліком вправ, а структурованою методикою, яка забезпечує всебічне формування ключових компетентностей учнів. Кожен тип цілеспрямовано працює на розвиток одного або кількох освітніх компонентів.

Таблиця 2.2.

Типологія завдань розробленого посібника

Тип завдання	Ключова назва	Основний освітній компонент	Досягнення кінцевого результату
Т	тестові	знаннєвий	Формалізований контроль засвоєння понять, фактів, законів.
Я	якісні та дискусійні	ціннісний, діяльнісний	Розвиток критичного осмислення та аргументації.
Р	розрахункові	діяльнісний	Формування навичок кількісного вирішення проблем.
Г	графічні	діяльнісний	Розвиток візуальної грамотності та інтерпретації наукових моделей.
С	спостережні	діяльнісний, ціннісний	Зв'язок теорії з реальним світом, формування практичних умінь.
П	проєктні	інтеграційний	Синтез знань, умінь і навичок для комплексного завдання.

Наведемо приклади розроблених завдань.

ТЕМА 5. ЗОРІ. ЕВОЛЮЦІЯ ЗІР

5.1. Зорі та їх класифікація

Тестові завдання

T1. Яка послідовність правильно впорядковує спектральні класи зір від найгарячіших до найхолодніших?

- А) М, К, G, F, A, B, O
- Б) O, B, A, F, G, K, M
- В) A, F, G, B, O, K, M
- Г) G, F, A, B, O, M, K

T2. Що являє собою абсолютна зоряна величина зорі?

- А) Блиск, який спостерігається із Землі
- Б) Світність зорі, виміряна на відстані 1 а.о
- В) *Блиск, який спостерігався б, якби зоря була на відстані 10 парсеків*
- Г) Фізичний радіус зорі, виражений у радіусах Сонця

T3. Який колір зазвичай мають зорі, що належать до спектрального класу K?

- А) Блакитний
- Б) Жовто-білий
- В) *Помаранчевий або жовто-гарячий*
- Г) Червоний

T4. Якщо видима зоряна величина (m) зорі дорівнює 5, а її абсолютна зоряна величина (M) дорівнює 2, то на якій відстані вона знаходиться?

- А) Ближче, ніж 10 пк
- Б) Точно на відстані 10 пк
- В) *Далі, ніж 10 пк*
- Г) Відстань неможливо визначити без даних про паралакс

T5. Яка область на діаграмі Герцшпрунга-Рассела (Г-Р) містить зорі, які генерують енергію за рахунок перетворення водню на гелій у своїх ядрах?

- А) Надгіганти
- Б) Головна послідовність*
- В) Червоні гіганти
- Г) Білі карлики

Т6. Зорі, розташовані у нижньому лівому куті діаграми Г-Р (Білі карлики), характеризуються:

- А) Низька температура і дуже висока світність
- Б) Висока температура і висока світність
- В) Висока температура і мала світність*
- Г) Низька температура і мала світність

Т7. Яке поняття означає відстань, з якої середній радіус земної орбіти видно під кутом в 1" (одна кутова секунда)?

- А) Світловий рік
- Б) Парсек*
- В) Астрономічна одиниця
- Г) Кілопарсек

Т8. Який метод визначення відстаней до зір використовує залежність між видимою та абсолютною зоряною величинами?

- А) Радіолокаційний метод
- Б) Тригонометричний паралакс
- В) Метод стандартної свічки*
- Г) Закон Віна

Т9. Згідно з діаграмою Г-Р, зорі, що мають дуже низьку температуру (червоний колір) та водночас надзвичайно високу світність, належать до:

- А) Білі карлики
- Б) Червоні карлики
- В) Червоні гіганти та надгіганти*
- Г) Зорі Головної послідовності (клас А)

Т10. Який клас світності на діаграмі Г-Р відповідає зорям Головної послідовності?

- А) Клас I (надгіганти)
- Б) Клас III (гіганти)
- В) Клас V (карлики, або Головна послідовність)
- Г) Клас VI (субкарлики)

Якісні та дискусійні завдання

Я1. «Гарячий» колір. Чому найгарячіші зорі на небі мають блакитний або білий колір, а не червоний, який у побуті асоціюється з вогнем і високою температурою? Який спектральний клас належить до найгарячіших зір?

Я2. Зірковий «термометр». Навіщо астрономам потрібні спектральні класи (O, B, A, F, G, K, M), якщо вони просто позначають температуру? Чому не можна просто виміряти температуру, як ми це робимо зі звичайним термометром?

Я3. Роль водню. Поясніть, чому лінії водню (лінії Бальмера) найяскравіше виражені в спектрах зір класу A (температура 10000 K), а не у найгарячіших зір класу O? Що відбувається з атомами водню при надзвичайно високих температурах?

Я4. Видима чи абсолютна. Зоря Бетельгейзе (червоний надгігант) здається тьмянішою за Сіріус на нічному небі. Чи означає це, що Бетельгейзе випромінює менше енергії, ніж Сіріус? Поясніть, що саме вимірює видима зоряна величина (m) і що таке абсолютна зоряна величина (M).

Я5. Знайомство з Головною послідовністю. Використовуючи діаграму Г-Р, поясніть, що означає термін «Головна послідовність». Чому більшість зір (включно із Сонцем) проводять більшу частину свого життя саме на цій ділянці?

Я6. «Парадокс» червоного гіганта. Зоря з Головної послідовності перетворюється на червоного гіганта. При цьому її температура поверхні

знижується, але її загальна світність зростає (вона стає яскравішою). Як це можливо? Яка фізична характеристика зорі компенсує падіння температури?

Я7. Відмінності карликів. На Діаграмі Г-Р існують червоні карлики та білі карлики. Незважаючи на назву «карлик», вони дуже різні. Порівняйте їхні ключові характеристики: температуру (висока/низька?), світність (велика/мала?), радіус (великий/малий?), еволюційний статус (початок/кінець життя?).

Я8. Зірковий «марнотратник». Зорі з великою масою (блакитні гіганти) мають найбільші запаси термоядерного палива, проте живуть вони в мільйони разів менше, ніж маломасивні червоні карлики. Поясніть, чому висока маса зорі скорочує її життя, роблячи її «марнотратником» палива.

Я9. Майбутнє Сонця. Опишіть, як, відповідно до Діаграми Г-Р, зміниться місце Сонця на діаграмі, коли воно перетвориться на червоного гіганта, а потім на білого карлика. Які зміни побачить Земля на кожному з цих етапів?

Розрахункові завдання

Р1. Розрахунок видимої зоряної величини. Видима зоряна величина зорі А становить $3,0^m$. З'ясувалося, що зоря В світить у 10^m разів яскравіше за зорю А (тобто її освітленість у 2,512 рази більша). Визначте видиму зоряну величину зорі В.

Р2. Порівняння освітленості. Видима зоряна величина Сіріуса становить $-1,5^m$, а Полярної зорі – $2,0^m$. Визначте, у скільки разів Сіріус створює більшу освітленість, ніж Полярна зоря.

Р3. Розрахунок абсолютної зоряної величини. Зоря Арктур має видиму зоряну величину $0,0^m$ і знаходиться на відстані 11 пк. Обчисліть абсолютну зоряну величину зорі Арктур.

Р4. Розрахунок температури за законом Віна. Зоря Вега має максимум випромінювання на довжині хвилі у 1,5 рази меншій, ніж у Сонця. Визначте температуру поверхні зорі Вега, якщо температура Сонця – 5800 К.

Р5. Визначення кольору зорі. Зоря має поверхневу температуру 4200 К і належить до класу К. Визначте її орієнтовний колір та поясніть, чи буде максимум її випромінювання (за законом Віна) зміщений до короткохвильової (синьої) чи довгохвильової (червоної) частини спектра порівняно з Сонцем. Температура Сонця – 5800 К..

Р6. Зміна світності при зміні температури. Як зміниться світність зорі, якщо її температура поверхні зменшиться у 2 рази, а радіус залишиться незмінним?

Р7. Порівняння радіусів.

Дві зорі X та Y мають однакову температуру поверхні, але світність зорі X у 100 разів більша за світність зорі Y. Визначте, у скільки разів радіус зорі X більший за радіус зорі Y.

Р8. Розрахунок температури при сталій світності. Зоря А і зоря В мають однакову світність. Радіус зорі А у 2 рази менший за радіус зорі В. Визначте, у скільки разів температура поверхні зорі А більша за температуру поверхні зорі В.

Р9. Визначення відстані до надгіганта. Зоря-надгігант (клас світності I), що має спектральний клас М, розташована на діаграмі Г-Р у верхньому правому куті. Її типова абсолютна зоряна величина $-5,0^m$. Якщо видима зоряна величина цієї зорі становить $5,0^m$, то обчисліть відстань до неї в парсеках.

Р10. Співвідношення радіусів білого карлика і червоного гіганта. На діаграмі Г-Р розташовані білий карлик (15000 К) та червоний гігант (3000 К). Відомо, що абсолютна світність гіганта у 2500 разів більша, ніж у карлика. Обчисліть відношення радіусів цих зір.

Графічні завдання

Г1. Класифікація «на око».

Мета. Закріпити зв'язок між кольором, температурою та спектральним класом.

Завдання. Перед вами – умовна шкала, що відображає основні спектральні класи (О, В, А, F, G, K, M):

- Намалюйте або підпишіть відповідний колір над кожним класом.
- Стрілкою вкажіть напрямок зростання температури поверхні.
- Позначте, до якого класу належить Сонце.

Спектральний клас	О	В	А	F	G	K	M
Колір (підписати)							
Приклад зорі	Рігель	Спіка	Сіріус	Канопус	Сонце	Арктур	Бетельгейзе

Г2. Орієнтація на діаграмі Г-Р.

Мета. Навчитися ідентифікувати основні групи зір за їхніми координатами на діаграмі Г-Р.

Завдання 1. Розгляньте діаграму Г-Р. Вона має дві осі: світність (ліворуч) та температура/спектральний клас (знизу).

Завдання 2. Назвіть, які типи зір розташовані у вказаних регіонах:

- Регіон А (верхній правий кут) – велика світність, низька температура:

- Регіон В (нижній лівий кут) – низька світність, висока температура:

- Регіон С (діагональна смуга по центру) –

Завдання 3. Поставте в комірках знаки < (менше), > (більше) або = (дорівнює).

Зорі для порівняння	Радіус	Світність	Температура
Червоний гігант і Сонце			
Білий карлик і Сонце			
Зоря О-класу (ГП) і Сонце			

ГЗ. Еволюційний шлях на діаграмі.

Мета: Зобразити послідовність еволюційних етапів зорі сонячної маси на діаграмі.

Завдання: Уявіть чисту діаграму Г-Р. Зобразіть на ній шлях, який пройде наше Сонце, та підпишіть кожен етап.

- Позначте місце, де Сонце перебуває зараз (на Головній послідовності). Назвіть цю точку (1).
- Намалюйте стрілку, що показує, куди переміститься Сонце, коли стане червоним гігантом. Назвіть цю точку (2).
- Намалюйте стрілку, що показує кінцевий етап еволюції – білий карлик. Назвіть цю точку (3).
- У якому з етапів (1, 2, чи 3) зоря має найбільший радіус?

Спостережні завдання

Частина 1. Візуальна класифікація (колір → температура)

Мета. Навчитися визначати відносну температуру зорі за її візуальним кольором.

С1. «Зірковий світлофор» (аналіз за кольором).

1. Знайдіть у програмі Stellarium або на нічному небі наступні три зорі:
 - a. Сіріус (найяскравіша зоря на небі).
 - b. Бетельгейзе (яскрава зоря в сузір'ї Оріона).
 - c. Рігель (ще одна яскрава зоря в сузір'ї Оріона, розташована на протилежному боці від Бетельгейзе).
2. Запишіть, який колір ви бачите для кожної зорі (наприклад, білий/блакитно-білий, червоно-помаранчевий, блакитний).
3. Використовуючи знання про зв'язок «колір – температура – спектральний клас» (О, В, А, F, G, K, М), ранжуйте ці три зорі від найгарячішої до найхолоднішої.

4. Клацніть на кожну зорю у Stellarium і знайдіть її спектральний клас (наприклад, A1V, M2I, B8Ia). Чи підтверджує цей клас ваше ранжування?
5. Чи відрізняється колір, який ви бачите очима, від кольору, який показує програма? Чому?

C2. Сонце – зоряний стандарт (клас G)

1. У Stellarium знайдіть Сонце, клацніть на нього та перегляньте його характеристики: спектральний клас G2V, абсолютна зоряна величина $M = +4,83$.
2. Знайдіть у сузір'ї Великої Ведмедиці (або в іншому сузір'ї) будь-яку іншу зорю класу G.
3. Порівняйте цю зорю з Сонцем. Чи схожі їхні спектральні класи? Чи схожі їхні абсолютні зоряні величини? Якщо абсолютні величини схожі, але зоря здається набагато тьмянішою, то що це говорить про її відстань від нас у порівнянні з Сонцем?

Частина 2. Аналіз світності та розміру (діаграма Г-Р у дії)

Мета. Навчитися використовувати діаграму Герцшпрунга-Рассела для порівняння фізичних розмірів зір, знаючи лише їхню температуру (клас) і світність (абсолютна величина).

C3. Порівняння «зір-однокласників»

1. Знайдіть у Stellarium Сонце та Арктур.
2. Запишіть та порівняйте температури цих зір, дивлячись на їхні спектральні класи. Яка з них гарячіша?
3. Запишіть та порівняйте їхні абсолютні зоряні величини. Яка зоря випромінює більше енергії?
4. Якщо Арктур є холоднішим за Сонце, але світить у багато разів яскравіше, що це говорить про його фізичний розмір? Обґрунтуйте свою відповідь, посиляючись на те, що світність залежить як від температури, так і від площі поверхні.

С4. Пошук найяскравіших

1. Зайдіть у Stellarium. Знайдіть у сузір'ї Оріона зорю Рігель (або у сузір'ї Лебеда зорю Денеб).
2. У Stellarium визначте спектральний клас (наприклад, B8), клас світності, позначений римською цифрою, наприклад, Іа – надгігант.
3. Чому зорі такого класу (блакитні надгіганти) є найрідкіснішими, але водночас їх можна побачити з Землі навіть з дуже великих відстаней?

Проектні завдання

П1. «Зірковий Паспорт»

Мета. Навчитися використовувати та інтерпретувати різні параметри зір (колір, температура, світність, маса) для їх ідентифікації та класифікації.

Завдання. Створити «паспорти» для трьох-чотирьох зір, що належать до різних класів, з обов'язковим відображенням їхнього місця на діаграмі Г-Р.

1. Виберіть зорі: наприклад, Сонце (клас G2V, Головна послідовність), Сіріус (клас A1V, Головна послідовність), Бетельгейзе або Антарес (червоний надгігант, клас M), білий карлика (наприклад, Сіріус B).
2. Створіть шаблон «паспорта»: для кожної зорі вкажіть такі характеристики: спектральний клас, приблизний колір, приблизна температура поверхні (в К), тип зорі (Головна послідовність, гігант, карлик), світність (відносно Сонця), очікувана тривалість життя (дуже довга, середня, дуже коротка).
3. Коротко поясніть, що є головним параметром, який визначає всі інші характеристики зорі.

П2. «Діаграма Г-Р: карта зіркових доль»

Мета. Візуалізувати діаграму Герцшпрунга-Рассела та пояснити еволюційний шлях зір на ній.

Завдання. Створити великий, чітко підписаний макет діаграми Г-Р, використовуючи лише інформацію про спектральні класи (по осі X) та світність (по осі Y), та розмістити на ній основні групи зір.

1. Намалюйте/надрукуйте осі: на осі X (горизонтальній) відкласти температуру (або спектральні класи O-B-A-F-G-K-M, зі збільшенням температури вліво). На осі Y (вертикальній) – світність (або абсолютну зоряну величину).
2. Позначити основні ділянки: Головна послідовність – виділити діагональну смугу, де розташована більшість зір, гіганти/надгіганти – позначити верхню частину діаграми, білі карлики – позначити нижню ліву частину.
3. Розмістити еволюційний шлях Сонця: простими стрілками показати, як Сонце (від класу G) спочатку рухатиметься до червоних гігантів, а потім перетвориться на білого карлика.
4. Пояснити, чому зорі на головній послідовності розміщуються по діагоналі.

ПЗ. «Колірний індекс: астрономічний детектив»

Мета. Зрозуміти, як астрономи визначають температуру зорі, просто дивлячись на її колір та спектральний клас.

Завдання. Провести міні-дослідження, яке демонструє залежність між колірним індексом зорі та її температурою.

1. Скласти таблицю для 5-7 зір з різних класів (O, A, G, M): назва зорі (або клас), основний колір (блакитний, білий, жовтий, червоний), приблизна температура поверхні (в K).
2. Сформулювати правило: «Чим [колір] зорі, тим [температура] її поверхні».
3. Чому людське око бачить червоних гігантів, таких як Бетельгейзе, досить яскравими, хоча вони випромінюють у менш енергетичному

червоному спектрі? Пояснити, що колір говорить не про загальну світність, а лише про температуру поверхні.

Продемонструвати, як знаючи лише колір (чи спектральний клас) зорі, ми можемо одразу оцінити її температуру.

На нашу думку, розроблений посібник є актуальним і своєчасним інструментом, який безпосередньо сприяє успішній реалізації ключових освітніх реформ і забезпечує якісне, практично орієнтоване викладання астрономії в умовах обмеженого навчального часу.

2.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБЛЕНИХ ДИДАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

В ході написання кваліфікаційної роботи було проведено анкетування здобувачів освіти з метою отримання якісної та кількісної інформації за наступними ключовими напрямками: оцінка ефективності формування практичної компетентності – визначення, наскільки успішно учні, які працювали з новими матеріалами, засвоїли практичні навички; перевірка, чи допомагають матеріали учням встановлювати зв'язок між теоретичними знаннями та їхнім реальним застосуванням в астрономії; вимірювання мотиваційного та емоційного впливу – оцінка зростання інтересу та мотивації учнів до вивчення астрономії внаслідок використання інтерактивних та практико-орієнтованих завдань; збір зворотного зв'язку від безпосередніх учасників освітнього процесу щодо зрозумілості, доступності та зручності використання нових дидактичних матеріалів порівняно з традиційними.

В ході анкетування учням (48 учасників) було поставлено ряд запитань.

Запитання 1. Запропоновані завдання допомогли мені краще зрозуміти, як теоретичні закони та формули астрономії застосовуються для вирішення прикладних розрахункових задач.

Запитання 2. Я почуваюся більш впевнено у своїх здібностях аналізувати та інтерпретувати реальні астрономічні дані, отримані в рамках практичних завдань.

Запитання 3. Запропоновані завдання суттєво збільшили моє бажання проводити самостійні віртуальні або реальні спостереження та поглиблювати знання з практичної астрономії.

Запитання 4. Запропоновані завдання є більш зрозумілими та ефективними, ніж звичайні завдання з підручника, для набуття саме практичних навичок з астрономії.

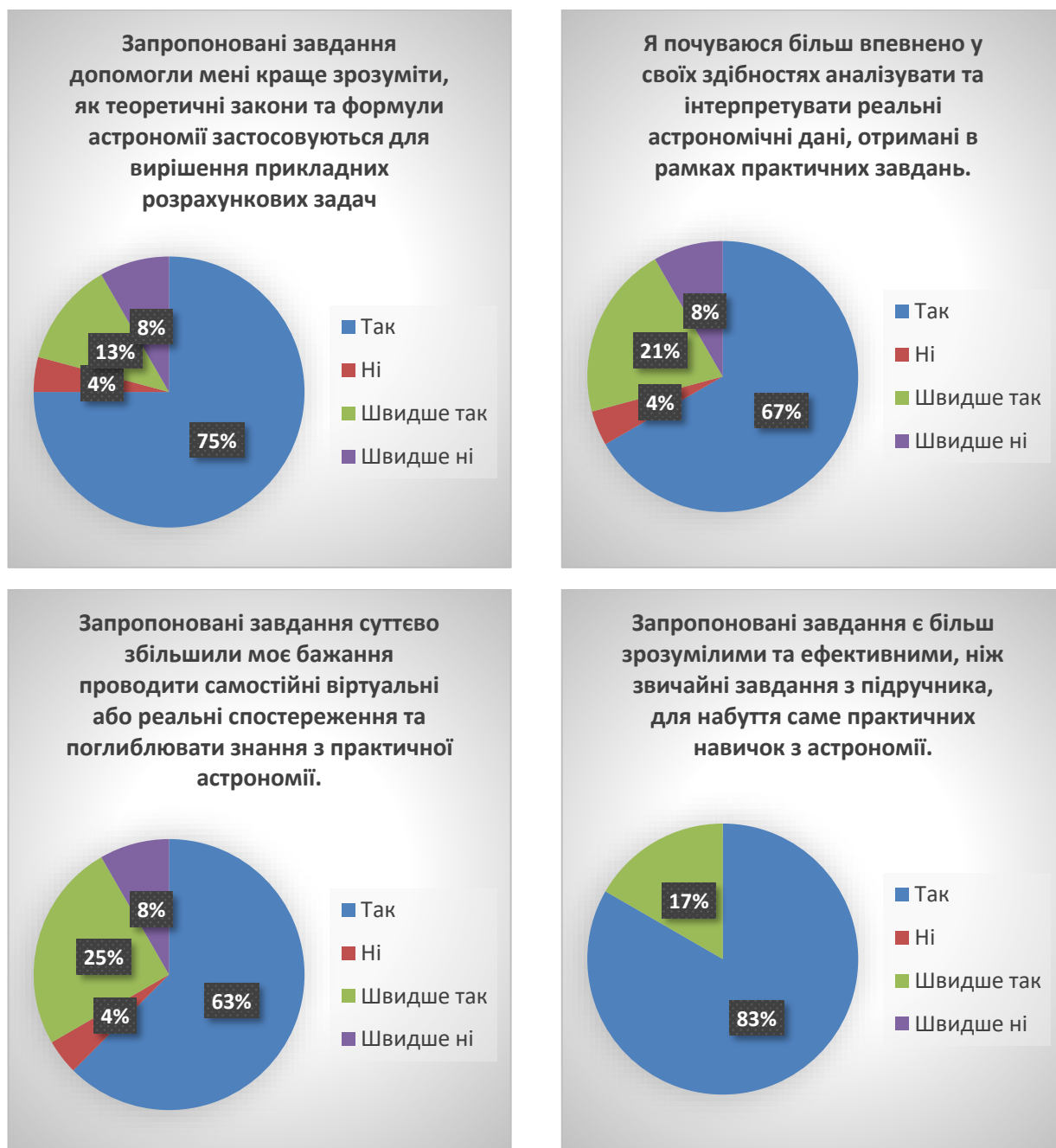


Рис. 2.2. Результати анкетування щодо педагогічної ефективності розроблених дидактичних матеріалів для формування практичної компетентності учнів

Проведена експериментальна перевірка ефективності розроблених дидактичних матеріалів у навчальному процесі підтвердила їхню педагогічну доцільність та значущість для формування практичної компетентності здобувачів освіти з астрономії.

Отримані дані анкетування (рис. 2.2) засвідчили, що використання розробленого комплексу дидактичних матеріалів призвело до статистично

значущого підвищення рівня сформованості практичної компетентності учнів порівняно з традиційним навчанням, було зафіксовано позитивну динаміку у засвоєнні учнями таких ключових практичних навичок, як уміння працювати з астрономічним інструментарієм та здатність до розв'язування прикладних астрономічних задач, що вимагають застосування формул.

Анкетування показало, що дидактичні матеріали, орієнтовані на практичну діяльність, сприяли зростанню пізнавального інтересу та мотивації учнів до вивчення астрономії, а також підвищили їхню впевненість у власних силах при виконанні практичних завдань.

Дослідження довело, що розроблені дидактичні матеріали є ефективним методичним інструментом для вчителів, оскільки забезпечують необхідний перехід від засвоєння теоретичних знань до формування діяльнісної складової компетентності учнів.

Таким чином розроблені матеріали можуть бути рекомендовані до впровадження у практику викладання шкільного курсу астрономії.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи було теоретично обґрунтовано та практично реалізовано основне завдання дослідження, пов'язане з розробкою, структуруванням та експериментальною перевіркою ефективності дидактичних матеріалів, спрямованих на формування практичної компетентності учнів з астрономії.

Розроблено цілісний комплекс дидактичних матеріалів, який включає завдання, орієнтовані на формування практичної компетентності здобувачів освіти. Ці матеріали охоплюють ключові аспекти шкільного курсу астрономії з теми «Зорі. Еволюція зір».

Обґрунтовано методику використання розроблених дидактичних матеріалів. Методика є структурованою, відповідає принципам компетентнісного підходу та спрямована на забезпечення ефективної інтеграції теоретичних знань із практичними навичками.

Проведена експериментальна перевірка підтвердила статистично значущу ефективність впровадження розроблених матеріалів у навчальний процес. Встановлено, що використання практико-орієнтованих дидактичних матеріалів сприяє не лише кращому засвоєнню навчального змісту, але й розвитку навичок критичного мислення, просторової уяви та здатності до самостійного пошуку рішень в астрономії.

Таким чином, розроблені дидактичні матеріали є готовим до впровадження методичним продуктом, який може бути використаний вчителями закладів загальної середньої освіти для модернізації процесу викладання астрономії та підвищення якості освіти.

ВИСНОВКИ

В ході виконання дослідження було виконано наступні завдання:

- 1. Проаналізувавши науково-педагогічну та методичну літературу щодо сутності, структури та критеріїв сформованості практичної компетентності з астрономії в учнів старшої школи, можна зробити наступні висновки:** практична компетентність з астрономії являє собою інтегровану якість особистості, що включає знання, уміння, навички та досвід застосування астрономічних знань у практичній та дослідницькій діяльності; її структура охоплює три основні компоненти: когнітивний (розуміння прикладних знань), операційний (діяльнісний) (навички роботи з інструментарієм, розрахунків, моделювання) та мотиваційно-ціннісний (інтерес до практичних задач, дослідницька ініціатива); критеріями сформованості є рівень володіння методами спостережень та вимірювань, точність виконання розрахунків та якість аналізу астрономічних даних.
- 2. Проведений аналіз чинної навчальної програми з астрономії показав,** що вона в цілому відображає сучасний науковий зміст, але не містить достатньої кількості практико-орієнтованих завдань для цілеспрямованого формування практичної компетентності, особливо в частині роботи з цифровими інструментами та аналізу реальних даних.
- 3. Розроблена класифікація та структура дидактичних матеріалів для формування практичної компетентності під час вивчення астрономії є наступною:** тестові завдання (для контролю знаннєвого компонента), якісні та дискусійні (для розвитку критичного мислення), розрахункові (для застосування математичного апарату), графічні (для інтерпретації моделей та діаграм), спостережні (з використанням реальних об'єктів та віртуальних планетаріїв), проєктні (для інтеграції

навичок). Наведена класифікація завдань є не просто переліком вправ, а структурованою методикою, яка забезпечує всебічне формування ключових компетентностей учнів.

4. **Розроблено методичний посібник для вчителя «Дидактичні матеріали для формування практичної компетентності з астрономії (Зорі. Еволюція зір)»**, що є практичною реалізацією запропонованої методики.
5. **Проведений аналіз щодо його ефективності** показав, що використання посібника сприяло підвищенню рівня сформованості практичної компетентності учнів, зокрема в умінні аналізувати характеристики зір та моделювати процеси зоряної еволюції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бібік Н. М. Компетентнісний підхід до презентації освітніх результатів // Школа І ступеня: теорія і практика : зб. наук. пр. Переяслав-Хмельниць. держ. пед. ун-ту імені Григорія Сковороди. Переяслав-Хмельницький, 2004. Вип. 10. С. 24–37.
2. Бібік Н. М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування // Компетентнісний підхід в сучасній освіті. Світовий досвід та українські перспективи / за заг. ред. О. В. Овчарук. Київ, 2001. 111 с.
3. Бойко Г. М. Формування спеціальних компетентностей майбутніх вчителів фізики та астрономії : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Київ, 2010. 239 с.
4. Влад В. Д., Мохун С. В. Формування практичної компетентності здобувачів освіти під час розв’язування типових астрономічних задач // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : матеріали XIII міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Тернопіль, 5 квіт. 2024 р. Тернопіль, 2024. С. 27–30.
5. Дидактика: теорія і практика : навч.-метод. посіб. для студ. гуманітар. фак. / О. С. Березюк, О. М. Власенко. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 212 с.
6. Долгих С. І. Розвиток компетентностей на уроках астрономії : метод. посіб. Вінниця : ММК, 2020. 36 с.
7. Дробін А. А., Гайда В. Я., Бевз А. В. Формування природничо-наукової та самоосвітньої компетентності на прикладі предметної компетентності з фізики та астрономії // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. 2020. Vol. VIII (94). Issue 236. С. 22–25.
8. Друмак М. М., Мохун С. В. Формування практичних знань з астрономії: можливості та обмеження існуючих дидактичних засобів // Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології, природничих наук в контексті

- вимог Нової української школи : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 22–23 трав. 2025 р. Тернопіль, 2025. С. 28–32.
9. Крячко І. Методика навчання астрономії в старшій загальноосвітній школі. Київ : Наше небо, 2018. 244 с.
10. Кульчицький Р. В., Мохун С. В. Практичні аспекти формування цифрової компетентності майбутніх учителів астрономії // Освітній процес сьогодення: досягнення, виклики, перспективи : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, м. Тернопіль, 25 квіт. 2025 р. Тернопіль, 2025. С. 244–247.
11. Ліннік І. С., Мохун С. В. Формування предметної компетентності здобувачів вищої освіти в процесі вивчення курсу «Практикум з астрономії» в умовах змішаного навчання // Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології, природничих наук в контексті вимог Нової української школи : матеріали III міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 20 трав. 2021 р. Тернопіль, 2021. С. 271–275.
12. Ліскович О. В. Формування ключових і предметних компетентностей учнів основної школи в процесі вивчення фізики : метод. посіб. Миколаїв : ОППО, 2012. 152 с.
13. Мельник Ю. С., Сіпій В. В. Формування предметної компетентності старшокласників у процесі навчання фізики. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2018. 136 с.
14. Навчальні програми для 10–11 класів : [Електронний ресурс]. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>.
15. Онопрієнко О. В. Дидактико-методичні засади контролю й оцінювання навчальних досягнень молодших школярів : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2020. 400 с.

- 16.Панченко Т. В., Бойко Г. М. Формування предметної компетентності з астрономії в учнів старшої школи // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5 : Педагогічні науки: реалії та перспективи. 2014. Вип. 48. С. 152–159. URL: [\[http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_5_2014_48_32\]](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_5_2014_48_32).
- 17.Плем'янник Д., Юрченко О. Роль практичної астрономії в закладах загальної середньої освіти // Інноваційні педагогічні технології в цифровій школі : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. молод. учених (м. Харків, 15–16 трав. 2025 р.). Харків, 2025. С. 292–295.
- 18.Пришляк М. П. Астрономія (рівень стандарту) : підруч. для 11 кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Ранок, 2019. 144 с.
- 19.Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 груд. 2016 р. № 988-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text>.
- 20.Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць / [голов. ред. О. М. Топузов]. Київ : Педагогічна думка, 2015. Вип. 15, ч. 2. 378 с.
- 21.Сиротюк В. Д., Мирошніченко Ю. Астрономія (рівень стандарту) : підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Генеза, 2019. 160 с.
- 22.Тройчак Т. С., Мохун С. В. Формування практичної компетентності здобувачів освіти під час розв'язування астрономічних задач // Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології, природничих наук в контексті вимог Нової української школи : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 18–19 трав. 2023 р. Тернопіль, 2023. С. 247–250.
- 23.Adams J. Astronomy in the National Science Education Standards // Journal of Geoscience Education. 2000. Vol. 48, No. 1. P. 39–45. URL:

https://www.researchgate.net/publication/234249218_Astronomy_in_the_National_Science_Education_Standards.

24. National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC : The National Academies Press, 2012. DOI: 10.17226/13165.
25. National Research Council. Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC : The National Academies Press, 2013. DOI: 10.17226/18290.
26. OECD. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. Paris : OECD Publishing, 2019. (PISA). DOI: 10.1787/b25efab8-en.