

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра загальної та прикладної фізики

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «**ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З АСТРОНОМІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ  
ЗАКОНІВ МЕХАНІКИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ**»

Виконав студент: 2 курсу, групи 8.0142-ф  
спеціальності 014 Середня освіта  
(шифр і назва спеціальності)

предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)  
освітньої програми Середня освіта (Фізика)

А. В. Ганзуля

(ініціали та прізвище)

Керівник завідувач кафедри загальної та прикладної  
фізики, професор, доцент, доктор педагогічних  
наук Андреев А. М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент кафедри природничих дисциплін для  
іноземних студентів та токсикологічної хімії  
Запорізького державного медико-  
фармацевтичного університету, доцент, кандидат  
педагогічних наук

Філіпенко І. І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)



## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Андрєєв А.М.	15.05.23	19.05.23
2	Андрєєв А.М.	30.06.23	16.06.23
3	Андрєєв А.М.	20.07.23	20.09.23

7. Дата видачі завдання

15.03.23

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи	17.05.23	
2.	Збір вихідних даних	01.06.23	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел	20.07.23	
4.	Розробка першого та другого розділу	16.08.23	
5.	Розробка третього розділу	22.09.23	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи	03.12.23	
7.	Захист кваліфікаційної роботи	11.12.23	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

А. В. Ганзуля

\_\_\_\_\_  
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

А. М. Андрєєв

\_\_\_\_\_  
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
(підпис)

А. М. Андрєєв

\_\_\_\_\_  
(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Використання програмного забезпечення з астрономії для вивчення законів механіки на уроках фізики»: 59 с., 21 рисунок, 45 джерел, 7 таблиць.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З АСТРОНОМІЇ, ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ, ЕЛЕКТРОННА ЛАБОРАТОРІЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З АСТРОНОМІЇ, ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС З ФІЗИКИ

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики та астрономії в закладах загальної середньої освіти.

Мета роботи: проаналізувати методи проведення лабораторних робіт за допомогою програмного забезпечення з астрономії та розробити методику проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за допомогою цього програмного забезпечення.

Метод дослідження: аналітичний, емпіричний, практичний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці методики проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за допомогою програмного забезпечення з астрономії.

Практичне дослідження визначається тим, що розроблену методику можна застосовувати в освітньому процесі з фізики та астрономії під час виконання лабораторних робіт (за дистанційної форми навчання та очної).

## SUMMARY

Master's qualification work «Using astronomy software to study the laws of mechanics in physics classes»: 59 pages, 21 figures, 45 references, 7 spreadsheets.

ASTRONOMY LABORATORY WORK, REMOTE LEARNING, DIGITAL LABORATORY, EDUCATIONAL SOFTWARE, EDUCATIONAL PROCESS IN PHYSICS

Object of research – the educational process of physics and astronomy lessons in secondary education.

The purpose of the work: analyze the methods of conducting laboratory work using software and online laboratories and develop a methodology for conducting laboratory work in physics and astronomy using physical process simulators.

Research method: analytical, empirical, practical.

The scientific novelty of the results obtained is the development of a methodology for conducting laboratory work in physics and astronomy using simulators of physical processes.

The practical research is determined by the fact that the developed methodology can be used in the educational process in physics and astronomy during laboratory work (in distance learning and full-time).

## Зміст

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат .....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Сучасні підходи до проведення уроків фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти .....	9
1.1 Лабораторні та практичні роботи як важлива складова освітнього процесу з фізики та астрономії .....	9
1.2 Особливості проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за дистанційної форми навчання.....	15
1.3 Проблемні аспекти щодо проведення лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання.....	19
2 Методичні засади проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за допомогою симуляторів фізичних процесів.....	24
2.1 Визначення основних етапів методики використання програмного забезпечення в навчанні фізики та астрономії .....	24
2.2 Методичні засади використання доступного програмного забезпечення з астрономії для проведення лабораторних робіт з фізики .....	28
3 Педагогічний експеримент.....	43
3.1 Авторська методика проведення лабораторних робіт з використанням онлайн-симулятора «DRIFTED IN» .....	43
3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту.....	52
Висновки.....	54
Перелік посилань .....	55

## ВСТУП

В процесі вивчення фізики важливе значення приділяється не тільки набуттю теоретичних знань учасниками навчального процесу, а і використанню набутих знань на практиці, тобто проведення лабораторних та практичних робіт. Під час таких робіт учні використовують свої знання на практиці, розв'язують різноманітні задачі за допомогою фізичних приладів у процесі експерименту, поглиблюють знання, відкриваючи для себе раніше невідомі речі та розвивають логічне мислення.

Програмне забезпечення з астрономії може допомогти учням краще зрозуміти закони механіки, дозволяючи їм побачити рух тіл у реальному часі і наочно проілюструвати різні концепції. Наприклад, може допомогти учням зрозуміти, як сила змінює рух тіла, як змінюється швидкість та прискорення в різних ситуаціях. Також це може зробити уроки фізики більш цікавими та захоплюючими для учнів, що може допомогти покращити їхній інтерес та мотивацію до навчання.

Отже, актуальною є проблема використання програмного забезпечення з астрономії для вивчення законів механіки на уроках фізики.

Метою роботи є обґрунтування методичних засад проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти за допомогою онлайн-симуляторів фізичних процесів.

Для досягнення вищезазначеної мети було поставлено такі завдання:

1. З'ясувати особливості проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за дистанційної форми навчання.
2. Розробити методичні засади використання онлайн-симуляторів фізичних процесів на прикладі лабораторної роботи з астрономії.
3. Впровадити в освітній процес з астрономії запропоновані методичні засади і перевірити їх ефективність.

Об'єкт дослідження: навчальний процес з фізики та астрономії у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методичні засади проведення лабораторних робіт з астрономії у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження: аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці методики проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за допомогою програмного забезпечення з астрономії.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблене програмне забезпечення з фізики та астрономії можна використовувати в процесі навчання фізики в закладах загальної середньої освіти.

Результати дослідження були апробовані на XVI університетській науково-практичній конференції студентів аспірантів, докторантів та молодих вчених «Молода наука» 2023, що проходила 17-22 квітня 2023 року, а також на науково-методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол № 4 від 27.11.2023).

Кваліфікаційна робота містить: вступ, чотири розділи, висновки, перелік посилань (45 джерел), 21 рисунка, 7 таблиць.



# 1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКІВ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

## 1.1 Лабораторні та практичні роботи як важлива складова освітнього процесу з фізики та астрономії

Використання програмного забезпечення з астрономії може бути корисним для покращення якості навчання фізики. Астрономія є однією з найстаріших наук, яка вивчає рух небесних тіл. Також у фізиці вивчається рух матеріальних тіл, і закони механіки, такі як закони Ньютона, є ключовими концепціями, які використовуються для пояснення руху тіл.

Дана тема була досліджена різними вченими та педагогами. Наприклад, у статті "The Use of Stellarium Software to Enhance Physics Education" автори досліджували використання програмного забезпечення Stellarium для покращення навчання фізики. У своєму дослідженні вони використовували Stellarium для навчання законів механіки [2].

У статті "Using Celestia Software to Teach Newton's Laws of Motion and Gravity" автори розглядають використання програмного забезпечення Celestia для вивчення законів механіки, включаючи закони Ньютона та гравітаційний закон [2].

Тема «Використання програмного забезпечення з астрономії для вивчення законів механіки на уроках фізики» є актуальною зараз з кількох причин.

1. Повномасштабне вторгнення росії на територію України унеможлиблює проведення занять у школах міст, де відбуваються постійні ракетні обстріли. Агресор змушує школи переходити до дистанційної освіти, що зумовило необхідність використання нових технологій для забезпечення якісної освіти.

2. Пандемія COVID-19 змусила школи переходити до дистанційної освіти починаючи з весни 2020 року, тому питання про використання електронних симуляторів актуальне вже декілька років. В умовах карантину використання стає ще більш актуальним технологія мобільного навчання.

3. Використання програмного забезпечення з астрономії для вивчення законів механіки на уроках фізики може бути корисним інструментом для вчителів, що надасть можливість створювати більш ефективні уроки на відстані.

4. Використання програмного забезпечення з астрономії може зробити навчання фізики більш доступним та зрозумілим для учнів. Програмне забезпечення з астрономії може надати візуальні ефекти та симуляції, що допоможе учням краще розуміти та відчувати концепції механіки. Візуалізація може значно полегшити розуміння абстрактних концепцій.

5. Використання астрономічного програмного забезпечення для вивчення механіки може створити унікальний інтердисциплінарний підхід до навчання.

6. Використання цікавого та інтерактивного програмного забезпечення, пов'язаного із сучасними технологіями астрономії, може збільшити інтерес учнів до вивчення фізики.

7. Учні матимуть можливість отримати практичний досвід використання сучасних технологій, які можуть виявитися корисними у подальшій науковій чи інженерній кар'єрі.

8. Адаптація до сучасного навчання. З врахуванням росту використання технологій у навчальному процесі, такий підхід може бути сприйнятий як адаптація до вимог сучасності та покращення якості навчання.

Опитування учнів експериментальних навчальних закладів, проведене за допомогою Classroom, установило, що 65 % учнів має змогу працювати лише зі смартфона й лише 35% з персонального комп'ютера. Це потребує коригування методик проведення занять за дистанційною формою. Під час

дистанційного навчання активно використовувався принцип BYOD – Bring Your Own Device [12] – концепція, що стосується дозволу використовувати власний цифровий пристрій замість офіційного наданого, тобто використання особистих смартфонів, ноутбуків, планшетів та інших цифрових пристроїв школярів.

Відповідно до сучасних викликів, випускники початкової школи – це особи, які мають оволодіти необхідними знаннями, практичними вміннями та навичками, мати здатність до саморозвитку та самонавчання. Фізика, як навчальний предмет, поряд з іншими предметами сприяє вихованню в учнів формування всебічно розвиненої особистості.

У навчальному процесі вивчення предметів природничого циклу, особливо фізики, необхідно набути не лише теоретичних знань, а й дослідницьких умінь, досвіду самостійної експериментальної діяльності, природничого змісту, що передбачає вміння самостійно розв'язувати різноманітні задачі. Ці вимоги відображені в Національних стандартах базової і повної середньої освіти [11]. Лабораторні роботи відіграють важливу роль у навчальному процесі даного предмету та забезпечують реалізацію активних методів.

Термін «лабораторна робота» різними джерелами трактується по-різному. Так, наприклад, згідно з визначенням Короткого словника професійно-мовленнєвої термінології для вчителів, лабораторна робота – це вид навчальної діяльності, що включає вивчення явищ природи в навчальних закладах за допомогою спеціалізованого обладнання. За іншим поясненням, це організація навчального фізичного експерименту, під час якого кожен учень працює з приладом чи приладом [14]. З «Енциклопедії професійно-технічної освіти» беремо таке роз'яснення: «Лабораторна робота – це один із видів самостійної практичної роботи, яка виконується учнями середніх загальноосвітніх, спеціальних і технікумів і вищих навчальних закладів для поглиблення і закріплення теоретичних знань», до. виховувати навички самостійного проведення дослідів» [15].

Отже, узагальнивши визначення з різних джерел, можна зробити висновок, що лабораторні роботи – це організаційна форма навчального процесу, при якій студенти самостійно або під керівництвом викладачів проводять досліди з метою набуття практичних умінь і навичок, а також доведення певних теоретичних положень навчальної дисципліни.

Завдяки лабораторним заняттям з фізики школярі можуть опанувати зазначені вище результати навчання. Під час впровадження наукову інформацію отримують за допомогою сенсорних аналізаторів. Синтез різних показників аналізатора уточнює сприйняття і прискорює процес формування наукових понять. Це, в свою чергу, сприяє розвитку мислення учнів.

Під час проведення дослідів у школярів формуються експериментальні вміння, які поєднують інтелектуальні та практичні навички. До першої групи можна віднести наступні вміння: формулювання мети експерименту, підбір обладнання, планування діяльності, розрахунок похибок, аналіз результатів, складання висновків. Друга група включає вміння складати експериментальні установки, спостерігати, вимірювати, вивчати.

Лабораторні роботи можна розділити на різні категорії. Найбільш поширеними є такі класифікації [17]:

- за змістом: з механіки, молекулярної фізики, електродинаміки, квантової фізики, оптики;
- за місцем у навчальному процесі: попередні, ілюстративні, підсумкові;
- за організаційною ознакою: фронтальні лабораторні роботи, фізичний практикум, домашній експеримент;
- за мірою самостійності учнів: перевірочні, евристичні, творчі;
- за методами виконання і обробки результатів: кількісні дослідження, спостереження, вимірювальні роботи, якісні дослідження;
- за дидактичною метою: вивчення нового, повторення, закріплення, спостереження та вивчення фізичних явищ, ознайомлення з вимірювальними

приладами та вимірювання фізичних величин, ознайомлення з будовою та принципом дії деяких фізичних установок, вивчення та перевірка кількісних закономірностей, визначення фізичних констант, фізичних характеристик речовин і процесів.

Лабораторні роботи можуть бути реалізовані в навчальному процесі у формі очних лабораторних робіт, лабораторних практикумів, домашніх дослідів. Перший вид організації роботи передбачає, що всі учні, кожен окремо або в парах, працюють над одним дослідженням одночасно на простому нескладному обладнанні. Ці завдання виконуються в процесі вивчення відповідної теми і становлять з нею єдине ціле. Стажування проводиться під час завершення комплексного тематичного навчання в кінці семестру або навчального року. Їхня мета полягає в тому, щоб повторити та узагальнити матеріал і розроблена, щоб надати студентам більшу самостійність, ніж пряма лабораторна робота. Домашні досліді – це лабораторні роботи, які виконуються вдома за вказівками вчителя [13].

Метою такої роботи є:

- формувати вміння спостерігати фізичні явища в природі та повсякденному житті;
- розвивати самостійність та мобільність;
- формувати вміння проводити вимірювання за допомогою наявних удома інструментів;
- розвивати інтерес до фізичних досліджень.

Залежно від способу використання обладнання розрізняють роботи з використанням предметів повсякденного побуту, саморобних матеріалів (мірки, рулетки, побутові ваги тощо) і роботи з використанням саморобного обладнання (важільні ваги, електроскопи тощо).

Викладачі мають можливість доповнювати, комбінувати лабораторні завдання (залежно від навчального плану), замінювати їх рівноцінними завданнями або реалізувати у формі навчального проекту. Крім того, на допомогу вчителям доступні комп'ютерні віртуальні лабораторії, які

дозволяють проводити експерименти та дослід, які з тих чи інших причин неможливо провести у фізичному класі. Але вони не повинні повністю замінювати справжні фізичні експерименти. Варто зазначити, що сучасні гаджети, якими користуються студенти у повсякденному житті, також можуть виконувати роль різноманітних датчиків, якщо на них встановлено відповідні мобільні додатки.

Для ефективності та продуктивності лабораторної роботи необхідно виконати наступні умови:

- а) забезпечити належним лабораторним обладнанням кабінети фізики;
- б) організувати учнівські групи для контролю вчителями за діяльністю школярів та дотримання безпеки життєдіяльності;
- в) участь у лабораторних роботах з предметами, що належать навколишньому світу учнів: предметами побуту, спортивним інвентарем, деяким саморобним інвентарем тощо;
- г) використання комп'ютерної та вимірювальної техніки, в тому числі сучасної техніки в складі лабораторного обладнання;
- д) робочі зони та зони для проведення лабораторних досліджень та дослідів зручно розташовані та безпечні.

Тому важливу роль у процесі розвитку в учнів здатності до проведення фізичних досліджень відіграють лабораторні роботи, адже вони сприяють:

- а) підвищенню мотивації учнів у навчально-пізнавальній діяльності;
- б) сприянню формуванню наукового світогляду та розвитку критичного мислення;
- в) розвитку вмінь виражати отриману інформацію у відповідних словесних, графічних і фізичних термінах;
- г) формуванню навичок використання вимірювальних приладів, апаратури та фізичного обладнання як засобу експериментального пізнання;
- д) розвитку вміння робити висновки, викладати результати досліджень, доводити власні думки;

е) розвитку вміння визначати ті проблеми, які можна досліджувати за допомогою дослідів, а також самостійно шукати й добирати проблемні завдання;

ж) застосуванню набутих знань в повсякденному житті та природокористуванні [15].

## **1.2 Особливості проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії за дистанційної форми навчання**

Оскільки навчальний процес організований різноманітно, здобувачі освіти мають можливість реалізувати своє навчання у прийнятний для них спосіб. Тому в Україні реалізуються інституційні (очна, заочна, дистанційна, онлайн) та індивідуальні (екстернатна, сімейна, спонсорська) форми навчання [11]. Здобувачі освіти (їх батьки) можуть обрати відповідний спосіб надання освітніх послуг залежно від стану здоров'я/побажань. В останні роки в навчальних закладах впроваджується використання технологій дистанційного навчання. Особливої актуальності вони набули під час карантинних обмежень, спричинених пандемією COVID-19, коли навчальні заклади були змушені перейти на дистанційне навчання. Зараз, в умовах повномасштабної війни, дистанційне навчання має особливе значення для українських учнів та студентів, зокрема для тих, що виїхали за кордон.

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України [11], дистанційне навчання – це організація освітніх процесів за умов, коли учасники знаходяться на великій відстані один від одного, а їх взаємодія зазвичай відбувається в освітньому середовищі, роль яка базується на сучасних інформаційно – комунікаційних технологіях .

Дистанційне навчання, або онлайн-освіта, має ряд переваг, які роблять його привабливим для багатьох людей:

1) гнучкість у навчанні: учні можуть вивчати предмети в зручний для них час і місце, що робить освіту доступною для тих, хто має позашкільну зайнятість (художня школа, гімнастика тощо), сімейні обов'язки або інші зобов'язання;

2) географічна доступність: дистанційне навчання дозволяє отримувати освіту навіть якщо вони перебувають далеко від учбового закладу. Це особливо важливо для тих, хто живе в регіонах, де навчання не таке доступне, а також – дітям з сімей України, які перебувають за кордоном з моменту вторгнення та не мають можливість відвідувати школу очно;

3) різноманітність курсів: онлайн-освіта дозволяє обирати з широкого спектру курсів та програм, навіть якщо вони не пропонуються в місцевих навчальних закладах. В умовах сучасності учні можуть відвідувати заняття репетиторів з різних предметів не покидаючи дім та під наглядом батьків;

4) взаємодія інструментів: багато онлайн-платформ надають інтерактивні засоби взаємодії, такі як чати, форуми, відеоконференції, що сприяє обміну ідеями та досвідом між молодим поколінням науковців. Технологічний прогрес значно покращив якість та надання дистанційної освіти. Високошвидкісний Інтернет, мультимедійні ресурси та інтерактивні платформи сприяють багатому онлайн-навчанню. Віртуальні класи, онлайн-форуми та інструменти для співпраці забезпечують ефективне спілкування та взаємодію між студентами та викладачами;

5) споживчий формат матеріалів: безліч онлайн-курсів використовують різноманітні формати матеріалів, такі як відео, аудіо, інтерактивні завдання, що може зробити навчання цікавішим та ефективнішим;

6) оптимізація витрат: для учнів та студентів дистанційне навчання може значити менше витрат на комунацію, проживання та інші витрати, пов'язані з традиційними формами навчання;



7) можливість самостійного темпу: учні можуть вчитися власним темпом, докладаючи більше часу до розуміння складних понять або швидше проходячи більш простий матеріал;

8) дистанційна освіта підтримує концепцію навчання протягом усього життя, дозволяючи людям здобувати нові навички або продовжувати освіту на будь-якому етапі життя. Професіонали, які прагнуть оновити свої знання чи отримати додаткові кваліфікації, можуть зробити це, не перериваючи своєї кар'єри, за допомогою онлайн-платформ для навчання;

9) дистанційна освіта сприяє створенню глобальної навчальної спільноти, об'єднуючи студентів з різних куточків світу. Це розмаїття підвищує культурну обізнаність і надає можливості для спільного навчання та спілкування. Студенти можуть отримати вигоду від впливу різноманітних точок зору, що є особливо цінним у сучасному взаємопов'язаному та глобалізованому світі. [17]

Важливо враховувати, що дистанційне навчання не підходить для всіх і вимагає від студентів високої самодисципліни та самостійності. Однак зростання популярності цієї форми освіти свідчить про її значущі переваги для багатьох людей.

Дистанційне навчання фізики також має свої власні переваги, які можуть бути особливо привабливими для студентів. Перша перевага дистанційного навчання – це доступність ресурсів. В інтернеті є безліч ресурсів, які дозволяють учням вивчати фізику, включаючи відео-лекції, симуляції та електронні підручники. Також є можливість проводити віртуальні експерименти.

Онлайн-платформи надають можливість використовувати віртуальні лабораторії та симуляції, що робить можливим проведення експериментів без потреби в спеціальному обладнанні.

Проте існують деякі проблеми онлайн-навчання:

1) відсутність технічних засобів зв'язку між усіма учасниками навчального процесу через різні соціальні умови;

- 2) обмежений прямий контакт між викладачами та студентськими громадами;
- 3) школярі менш мотивовані вчитися, саморозвиватися та самоорганізовуватися;
- 4) недостатнє знання засобів дистанційного навчання та відсутність досвіду використання електронних освітніх середовищ;
- 5) не розроблено єдиної технології переведення навчального процесу в дистанційний формат.

Незважаючи на це, в Україні з'являється все більше приватних шкіл, які пропонують навчання виключно за дистанційною формою. Наприклад, такі школи, як «Optima School» [19], ліцей «Ангстрем» надають можливість отримати атестат, навчаючись у зручний час та зручному місці. Мінус навчання у приватних онлайн-школах – висока вартість навчання, яка може підходити не всім сім'ям. Даний тип навчання підходить для учнів, які мають посидючість та зосередженість при виконанні учбових робіт.

Для ефективної координації роботи під час дистанційного навчання необхідно забезпечити взаємодію між усіма учасниками освітнього процесу. Правильна комунікація стане запорукою успішної співпраці між адміністрацією школи, вчителями, учнями та батьками. Оперативне повідомлення про зміни в навчальному процесі дозволить чітко інформувати учасників та зменшить непорозуміння.

Налагоджена взаємодія між учасниками навчально-виховного процесу, правильно обрані методи спілкування, чіткі інструкції батькам і учням є складовими ефективно організованого навчально-виховного процесу.

Основним викликом дистанційного навчання учнів базової освіти є велика кількість предметів, які викладають різні вчителі, тому важливо узгодити основні принципи взаємодії, встановити розпорядок дня та спланувати виконання завдань з різних предметів, щоб уникати перевантаженості студентів великою кількістю платформ і перевантаженості навчання інструментами [22].

Дистанційне навчання може поєднувати різні режими взаємодії: синхронний і асинхронний (самостійне вивчення матеріалу з використанням наявної літератури та інтернет-ресурсів). Необхідно вибрати метод подачі, який не просто викладає лекційний матеріал, а полягає в тому, щоб з'ясувати, які труднощі та незрозумілі проблеми виникають у студентів у процесі вивчення теми.

Зворотний зв'язок є важливою складовою ефективності дистанційного навчання. Необхідність як для учнів, так і для батьків. Особисті коментарі вчителів до виконаних завдань дають можливість повідомити учням про успіхи чи помилки в оволодінні навичкою. Зворотній зв'язок має бути позитивним і спонукати до покращення результатів, а також слід давати конструктивну критику.

Щоб студенти були успішними в дистанційному навчанні, це вимагає зусиль усіх учасників. Перекладання відповідальності виключно на вчителів чи батьків є помилкою в організації навчального процесу.

Підсумовуючи, актуальність дистанційної освіти полягає в її здатності надавати доступні, гнучкі та вдосконалені технології навчання для різноманітних учнів. Він доповнює традиційні форми навчання та виявився вирішальним у задоволенні зростаючих потреб у ресурсах в 21 столітті.

### **1.3 Проблемні аспекти щодо проведення лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання**

Формування вміння учнів розв'язувати пізнавальні задачі за допомогою фізичних експериментів і застосовувати знання у практичній діяльності є одним із головних завдань фізики та астрономії. Здобуття лише теоретичних знань призводить до формалізму та «зубріння» матеріалу.

У свою чергу мета лабораторних робіт полягає в тому, щоб на основі дослідницької діяльності зрозуміти природу фізичних явищ і сформулювати

закони. В даний час лабораторні експерименти можна розділити на реальні експерименти і «віртуальні експерименти». Використання програмного забезпечення у курсах фізики та астрономії може допомогти підвищити мотивацію учнів і дозволити демонструвати експерименти, які неможливо провести в стінах фізичного класу.

Які б можливості не відкривав комп'ютерний експеримент, він не може повністю замінити справжні дослідження. Адже саме під час безпосередньої практичної діяльності учні набувають дослідницьких навичок та вміння користуватися фізичним обладнанням. Доповнити демонстраційну та експериментальну роботу можуть онлайн-лабораторії. [24]

Воєнний період є досить важким і для вчителів, і для учнів. Актуальним як ніколи питанням стало забезпечення якісної освіти. Запропонований матеріал подається вчителями у застарілому вигляді, що, нажаль, не сприяє засвоєнню міцних знань та вмінню використовувати отримані знання на практиці, так як учні без проблем знаходять розв'язок завдань в Інтернеті та не прикладають жодних зусиль до самостійного розв'язування.

Виконання лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання ставить перед собою ряд завдань, з якими зіштовхуються викладачі та учні. Незважаючи на те, що технологія досягла значних успіхів у підтримці онлайн-освіти, певні аспекти практичної роботи за своєю суттю складніші для дистанційного відтворення.

По-перше, це обмежений доступ до обладнання: учні можуть не мати доступу до спеціалізованого лабораторного обладнання або здійснювати експерименти в дистанційному режимі.

По-друге, відсутність фізичної присутності викладача вимагає від студентів більшої самостійності, оскільки викладач не може надавати безпосередню допомогу або нагляд під час експериментів.

Одна з найбільших проблем – це інтернет-з'єднання: учні можуть стикатися з труднощами через нестабільний Інтернет, що може ускладнювати участь в онлайн-уроках, або використання онлайн-лабораторій. Також восени-

взимку 2022 року питання відключень електроенергії через пошкодження енергосистеми України внаслідок ракетних обстрілів ускладнило дистанційне навчання. Вчителям може бути складно ефективно продемонструвати експерименти та методи за допомогою віртуальних платформ. Це може вплинути на здатність учнів розуміти та точно повторювати процедури.

Також оцінювання успішності студентів у дистанційній лабораторній роботі може бути складнішим, ніж у традиційних умовах. Може бути важко переконатися в автентичності роботи студентів і оцінити їхнє розуміння експериментальних концепцій.

Питання безпеки також є важливим. Деякі лабораторні роботи можуть бути пов'язані з питаннями безпеки, і їх проведення вдома може створювати ризики для учнів, наприклад, роботи з електродинаміки, теплової фізики. Без прямого нагляду може бути важко контролювати та вирішувати потенційні проблеми безпеки, які можуть виникнути під час експериментів.

Відсутність фізичної взаємодії та обговорення є проблемою, що стосується соціального розвитку дітей. Важливою частиною лабораторних робіт є обговорення результатів та спілкування з однокласниками та викладачем, а також можливість спостереження та взаємодії з обладнанням. Дистанційне навчання ускладнює цей аспект. Учні можуть зіткнутися з труднощами в отриманні вказівок у режимі реального часу та зворотного зв'язку від викладачів під час дистанційних лабораторних занять. Відсутність негайної підтримки може перешкодити процесу навчання. [26]

Також актуальною проблемою сьогодення є пасивна участь школярів при перегляді готових відеоматеріалів з виконанням демонстраційних дослідів, відсутність контролю, проблема плагіату та замовлень вирішення школярами домашнього завдання у виконавців студентських робіт.

Онлайн лабораторна робота може бути менш захоплюючою для деяких учнів, порівняно з практичним досвідом у фізичній лабораторії. Підтримання мотивації та інтересу може бути складним завданням без захоплюючого середовища традиційної лабораторії.

Розробка та адаптація лабораторних експериментів для дистанційної форми навчання вимагає ретельного планування та розгляду. Деякі експерименти, можливо, доведеться змінити або замінити, щоб відповідати обмеженням дистанційного навчання.

Докладаються зусилля для вирішення цих проблем шляхом розробки віртуальних онлайн-лабораторій, програмного забезпечення для моделювання та інших онлайн-інструментів. Однак важливо визнати, що ці альтернативи можуть не повністю відтворювати глибину навчання, досягнуту завдяки практичному досвіду у фізичній лабораторії. Збалансування практичних аспектів лабораторної роботи з обмеженнями дистанційного навчання залишається постійною проблемою в освіті.

Онлайн-лабораторія – це віртуальне навчальне середовище, яка дозволяє моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі і допомагає в оволодінні новими знаннями та вміннями.

Є багато способів використовувати такі пристрої для онлайн-занять. У першому випадку вчитель навчає, детально коментуючи свою поведінку та надсилає цифровий звіт учням. Школярі працюють в асинхронному режимі, виконуючи необхідні розрахунки та роблячи висновки щодо своєї роботи. Інакше лабораторна робота може перетворитися на проблемну ситуацію, коли учні самі повинні заздалегідь сформулювати гіпотезу та перевірити її практичними методами, тому в лабораторії викладач працюватиме на основі спільно розробленого алгоритму. Під час роботи важливо акцентувати увагу дітей на закономірностях і зв'язках, які необхідно дослідити, оскільки фактичні дані можна перевірити в протоколі дослідження [14]. Тому вчителям необхідно особисто провести багаторазові експерименти зі змінними показниками.

Отже, при виконанні лабораторних робіт з фізики під час дистанційного навчання можна виділити такі труднощі [21]:

- 1) відсутність реальних фізичних пристроїв, обладнання та матеріалів;

- 2) контроль безпеки при проведенні фізичних експериментів;
- 3) якість проектування та перевірка виконаної роботи;
- 4) проблема плагіату;
- 5) технічні труднощі з проведенням уроку.

Однак, незважаючи на це, дистанційні лекції та експерименти все ж можливі. Зараз ми маємо достатньо варіантів в організації дослідно-експериментальної роботи, а головне, що наша підготовка та комп'ютерна грамотність дозволяють нам активно використовувати онлайн-додатки, відкриваючи нові можливості в онлайн-просторі освіти. Варто зазначити, що віртуальні можливості, якими б технічно складними вони не були, не можуть замінити досвід безпосереднього спостереження та самостійного дослідження світу [22].

## **2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СИМУЛЯТОРІВ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **2.1 Визначення основних етапів методики використання програмного забезпечення в навчанні фізики та астрономії**

Відомо, що кожен учень засвоює нові знання по-різному. Оскільки мозок сучасних дітей звик отримувати знання у вигляді телевізійних розважальних програм, інформаційних потоків через мобільні додатки та соціальні мережі, їм буде легше сприймати інформацію, що подається на курсах, за допомогою медіа. Тому, з огляду на сучасні реалії, вчителям доводиться впроваджувати нові методи подачі інформації в освітній процес, використовуючи комп'ютерні мережі, гаджети та онлайн-інструменти.

Дуже важливо, як організувати навчальний процес і навчити кожного учня розумно осягати, перетворювати і використовувати масивну інформацію в практичній діяльності.

Використання інтерактивних методів навчання призведе до фундаментальних змін в організації освітнього процесу, сприяючи розвитку в учнів специфічних цінностей та необхідних для життя знань і вмінь, уможливаючи таким чином реалізацію компетентностей. Сучасні методи навчання орієнтовані на практичні результати та досвід особистої діяльності.

Шкільні програми з фізики та астрономії відіграють особливу роль у вирішенні важливих світоглядних і прикладних питань, які ставить освіта. Як навчальні предмети вони посідають одне з домінуючих місць у вирішенні завдань виховання і розвитку здібностей підрастаючого покоління, створюють сприятливі умови для формування у молоді обґрунтованих наукових уявлень про навколишній світ і його фізичну картину, формують і розвивають у дітей



науковий спосіб мислення, встановлення тісного зв'язку науки з життям, суттєве покращення спрямованості наукової та інженерної освіти.

Для підвищення ефективності вивчення курсу фізики та астрономії важливе значення мають різноманітні методи активізації пізнавальної діяльності учнів: проблемне навчання, демонстраційні та фронтальні досліди, комп'ютерне моделювання фізичних і астрономічних явищ, експериментальні завдання, творчі завдання, самостійні роботи. роботи учнів, планові завдання тощо. Методика навчання фізики виникла під впливом досвіду творчих учителів і спеціалізованих досліджень, спрямованих на виявлення прийомів активізації пізнавальної діяльності учнів, підвищення їх самостійності, а також широкого використання технічних засобів навчання. [23]

Ефективність використання комп'ютера для навчання багато в чому залежить від якості навчальної програми та стратегії її застосування. Необхідно пам'ятати, що між інформаційними технологіями існують істотні відмінності: вони можуть базуватися на різних теоретичних засадах. Крім того, комп'ютери в них виконують різні навчальні функції і роблять це різними способами. За таких умов вчителі повинні відповідально ставитися до вибору форм і методів, які ефективно поєднують нові та традиційні технології навчання.

Саме інноваційність дає змогу вирішувати завдання, які ставить перед освітою сучасне суспільство. Вибір моделей навчання, методів, форматів, технологій і застосування інноваційних технологій у навчальних закладах певною мірою залежить від успішності та готовності учнів протистояти викликам сьогодення. В особливих умовах (епідемія, воєнний стан) інформаційно-комунікаційні технології є незамінними при організації дистанційної освіти. Тому інноваційні технології навчання, такі як різноманітне програмне забезпечення для проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії, сприяють активній взаємодії викладачів і студентів на основі партнерської педагогіки, стають все більш популярними та актуальними в сучасних освітніх умовах.

Характеристика сучасного етапу розвитку української освіти вимагає запровадження передових форм і методів навчання, що ґрунтуються на комплексному підході до навчально-виховного процесу, зокрема формування та розвитку здібностей учнів до практичних дій, застосування особистісних методик та досвід успішних дій у професійній діяльності. Все більшої актуальності набуває питання розвитку та використання інформаційно-телекомунікаційних технологій, особливо мультимедійних, які дозволять молодшим учням максимально повно розкрити природний, освітній, соціальний і духовний потенціал та забезпечать активізацію навчально-пізнавальної діяльності.

Однією з найсуттєвіших переваг впровадження таких моделей у педагогічну практику є можливість повної реалізації стратегій персоналізації, диференціації та гуманізації освітнього процесу. Врахування індивідуальних особливостей студентів та їх предметного досвіду дозволяє підібрати найкращий стиль навчання для кожного [23].

Методика використання програмного забезпечення в навчанні фізики та астрономії включає кілька ключових етапів, які допомагають ефективно інтегрувати технології в освітній процес. Нижче подано основні етапи такої методики:

1) аналіз потреб – це систематичний підхід до збору та оцінки інформації щодо потреб користувачів з метою розробки ефективного продукту чи послуги. У контексті використання програмного забезпечення в навчанні фізики та астрономії, аналіз потреб може включати в себе наступні етапи

а) визначення мети: уточнення та конкретизація цілей використання програмного забезпечення в навчальному процесі, покращенні розуміння фізичних концепцій, підвищенні мотивації учнів тощо;

б) розуміння аудиторії: розуміння особливостей групи користувачів (учнів): рівень підготовки, індивідуальні потреби, стиль навчання тощо;

в) збір інформації: збір даних щодо потреб та очікувань користувачів. Це може включати опитування, інтерв'ю, аналіз статистики, спостереження за користувачами тощо;

г) аналіз отриманих даних: оцінка та інтерпретація зібраних даних для визначення ключових потреб користувачів.

2) вибір програмного забезпечення – важливий процес, який включає ретельний аналіз різноманітних факторів для забезпечення ефективного та адаптованого навчання:

а) пошук інтерактивних симуляцій або програм, що відповідають навчальним цілям;

б) оцінка функціональності: визначення, які конкретні функції та можливості необхідні для досягнення поставлених цілей. Наприклад, можливість інтерактивних вправ, візуалізація складних фізичних явищ, тощо;

в) вартість та доступність – оцінка фінансової вартості програмного забезпечення та його доступності для використання в навчальному закладі;

г) тестування: перевірка програмного забезпечення на зрозумілість, відсутність помилок тощо;

3) сумісність та інтеграція – перевірка сумісності програмного забезпечення з існуючими технічними засобами та можливість інтеграції в навчальну програму:

а) підготовка матеріалів: розробка додаткових матеріалів (прикладів, завдань) для використання під час занять з програмним забезпеченням;

б) інтеграція в план уроку: введення програмного забезпечення в структуру навчальних занять, розробка плану уроку, де визначається місце та роль програмного забезпечення.

4) організація та навчання:

а) тренінг вчителів: проведення тренінгів для педагогічного персоналу з використання комп'ютерних сучасних програм та онлайн-засобів;

б) навчання учнів: організація занять, в яких вчитель та учні взаємодіють з програмним забезпеченням;

- 5) моніторинг та оцінка:
  - а) слідкування за прогресом: використання засобів моніторингу для спостереження за прогресом учнів під час використання програм, наприклад, онлайн-трекерів;
  - б) оцінка результатів: здійснення оцінювання для визначення ефективності програми та досягнення навчальних цілей.
- 6) зворотній зв'язок та вдосконалення:
  - а) збір відгуків вчителів та учнів щодо використання програми;
  - б) вдосконалення: внесення корекцій та покращень на основі отриманого досвіду, заміна програмного забезпечення, розробка уроків враховуючі всі параметри програмного забезпечення тощо.
- 7) постійне використання та розвиток:
  - а) інтеграція в навчальний процес: постійне використання програмного забезпечення у навчанні;
  - б) оновлення та розвиток: слідкування за оновленнями програм та їх адаптація до змін у навчальних програмах.

Ці етапи дозволяють систематично впроваджувати програмне забезпечення в навчальний процес, забезпечуючи ефективність та досягнення навчальних цілей. [23]

## **2.2 Методичні засади використання доступного програмного забезпечення з астрономії для проведення лабораторних робіт з фізики**

Ще до появи дистанційних та гібридних форматів навчання українські вчителі використовували цифрові додатки, віртуальні лабораторії та симулятори фізичних процесів. Переваги використання віртуальних комплексів для лабораторних робіт були наведені в попередньому розділі. Однак, готуючи уроки, вчителі повинні вирішити, який додаток використовувати. Адже у кожного з них своя робота і функціональні деталі.

Однак не всі вони безкоштовні та широко доступні. Тому в більшості випадків українським вчителям доводиться використовувати готові віртуальні моделі з високою інтерактивністю. Використовувати їх можна в Інтернеті або за допомогою портативних носіїв (CD, флешка).

Ці моделі дозволяють працювати на різних рівнях: від суто показових моделей, які можна спостерігати на екрані комп'ютера, до моделей, у яких кожен учасник може змінювати більшість параметрів, надаючи більший «вплив» на явища та процеси [24]. Розглянемо поняття «симуляція» докладніше.

Симуляція – це імітація (моделювання) у віртуальному просторі фізичних явищ, що надає можливість спостерігачеві відтворити та зафіксувати результати експериментів, які з певних причин не можуть бути проведені в реальному часі.

Переваги онлайн-симуляцій полягають у наступному:

- 1) доступне та здебільшого безкоштовне користування матеріалами;
- 2) регулярне оновлення матеріалу та створення нових експериментів;
- 3) зображення процесів і явищ, які неможливо відтворити в умовах шкільного очного навчання;
- 4) організація взаємодії учнів на індивідуальному, парному, груповому рівнях.

Симуляції допомагають розвинути у дітей мотивацію та інтерес до вивчення природничих циклів, особливо фізики. Учні можуть «впливати» на хід експерименту, задавати певні параметри, змінювати умови його проведення. Однак прості гри та мислення під час використання комп'ютерних симуляцій недостатньо для отримання необхідних знань і навичок, а також для глибокого розуміння природи процесів, що демонструються. Перед застосуванням моделювання вчителю необхідно сформулювати завдання (сформулювати інструкції) і разом з учнями визначити основні ознаки та характеристики реальних явищ і процесів, які

покладено в основу моделі. Важливо звернути увагу на обговорення того, що відбувається на екрані, щоб учні зрозуміли роль моделі та її призначення.

Наведемо приклади онлайн-лабораторій, які доцільно використовувати на уроках фізики та астрономії.

### 1. Phet Interactive Simulations [3].

PhET Interactive Simulations – це колекція безкоштовних освітніх онлайн-симуляцій, розроблених Університетом Колорадо в Боулдері. Ці інтерактивні симуляції охоплюють різні теми у науці, надаючи учням та студентам можливість вивчати та розуміти складні концепції у динамічний та візуальний спосіб. Симуляції призначені бути зручними для користувачів і захоплюючими, що робить їх відмінними як для учнів, так і для викладачів.

Симуляції PhET охоплюють широкий спектр тем, включаючи фізику, хімію, біологію, науки про Землю та математику. Користувачі можуть взаємодіяти з віртуальними експериментами, маніпулювати змінними та спостерігати результати у симульованому середовищі. Мета полягає в тому, щоб покращити процес навчання, пропонуючи практичний та інтерактивний підхід, який доповнює традиційні методи викладання.

Фахівці часто використовують симуляції PhET в класах для полегшення розуміння абстрактних концепцій, проведення віртуальних експериментів та сприяння активному навчанню. Симуляції безкоштовно доступні в Інтернеті, що робить їх доступними для глобальної аудиторії навчальних користувачів.

Симуляції PhET Interactive сприяють широкому руху відкритих освітніх ресурсів (OER), надаючи викладачам та студентам безкоштовні та легко доступні інструменти для підтримки освіти в галузі науки та математики.

На рисунку 2.1 наведений онлайн-симулятор з руху супутників навколо планети, траєкторії руху в залежності від радіусу відстані від центра [4].

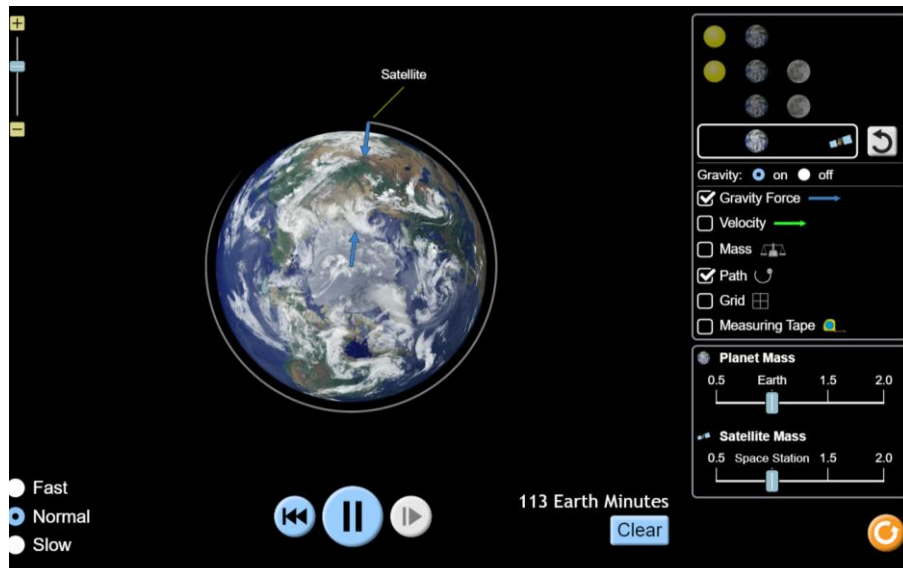


Рисунок 2.1 – Перевірка гравітації у онлайн-симуляторі Phet [4]

## 2. Microsoft WorldWide Telescope [5].

Microsoft WorldWide Telescope (WWT) – це програмне забезпечення для дослідження космосу та астрономічних об'єктів. Розроблене компанією Microsoft, WWT надає користувачам можливість вивчати небесні тіла, галактики, зорі та інші об'єкти в космосі через вражаючі візуальні зображення та високоякісні картографічні дані.

Основні риси Microsoft WorldWide Telescope:

- 1) великий обсяг даних: WWT об'єднує велику кількість астрономічних даних і високоякісних зображень з різних джерел;
- 2) інтерактивність: програма дозволяє користувачам взаємодіяти з космічним простором, зумувати, обертати та досліджувати об'єкти;
- 3) експлорація космосу: ви можете вивчати далекі галактики, планети, сузір'я та інші об'єкти космосу;
- 4) легка навігація: інтуїтивний інтерфейс спрощує навігацію по всесвіту, роблячи вивчення космосу доступним для всіх;
- 5) освітні можливості: Microsoft WWT використовується в освітніх програмах для віртуальних уроків та досліджень учнів.

WWT є потужним інструментом для вивчення космосу та поглибленого розуміння астрономії за допомогою інтерактивного дослідження.

На рисунку 2.2 показано невелику ділянку туманності Вуаль, як її спостерігав космічний телескоп NASA "Hubble". Ця ділянка зовнішньої оболонки знаменитого залишку наднової знаходиться в регіоні, відомому як NGC 6960 або – більш поширена назва – Туманність Відьминої Мітли. Такий інтерактив, як демонстрація учням реальних зображень туманностей, є корисним для навчального процесу

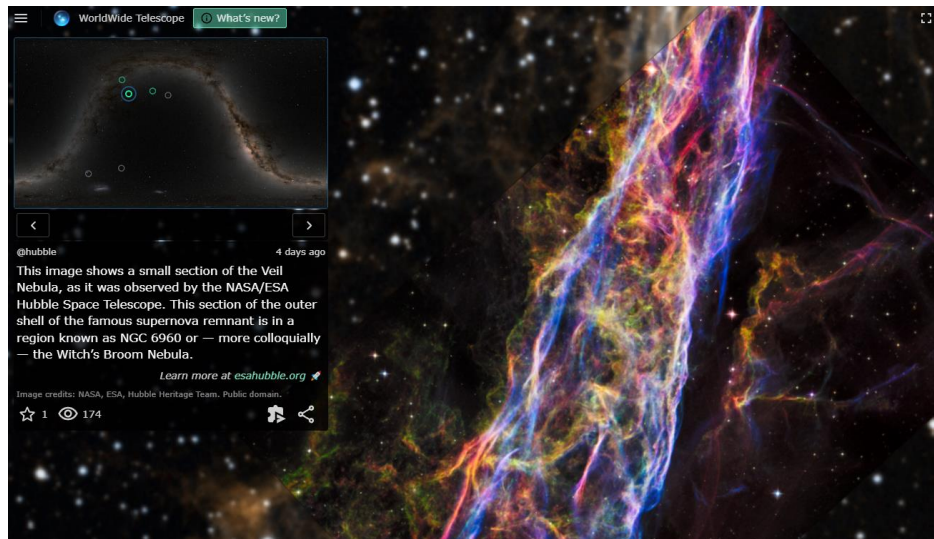


Рисунок 2.2 – Ділянка туманності Вуаль, яке спостерігалось космічним телескопом «Хаббл»: онлайн-телескоп WorldWide [5]

### 3. NASA's Eyes [6]

NASA's Eyes відноситься до набору комп'ютерних програм, розроблених Лабораторією реактивного руху NASA (JPL), які дозволяють користувачам візуалізувати різні аспекти космічних місій і небесних явищ. Ці інтерактивні симуляції забезпечують тривимірний перегляд космічних місій, супутників і астрономічних подій у реальному часі.

Одним із відомих додатків у NASA Eyes є «Eyes on the Solar System», який дозволяє користувачам досліджувати Сонячну систему та відстежувати положення космічних кораблів у реальному часі. Користувачі можуть стежити



за шляхами різних космічних зондів, у тому числі тих, що досліджують Марс, Юпітер, Сатурн тощо.

Інша програма, «Eyes on Exoplanets», зосереджена на відкритті та вивченні екзопланет, планет за межами нашої Сонячної системи. Це дозволяє користувачам досліджувати розташування відомих екзопланет і дізнаватися більше про їхні характеристики.

Ці додатки розроблені для підвищення залучення громадськості та освіти, надаючи доступні та візуально привабливі інструменти для розуміння дослідження космосу. Користувачі можуть завантажити та встановити NASA's Eyes на свої комп'ютери або використовувати веб-версії, щоб досліджувати чудеса нашої Сонячної системи та не тільки.

На рисунку 2.3 можемо побачити рух супутників навколо Землі у реальному часі.

На рисунку 2.4 бачимо у реальному часі, рух планет навколо Сонця, їх орбіти, що дозволяє побачити наочно як виглядає Сонячна система у 3D моделі.

#### 4. Sky Telescope [10].

Відноситься до карти нічного неба, яка показує положення небесних об'єктів, таких як зірки, сузір'я та планети. Ці діаграми корисні для астрономів і спостерігачів за небом для навігації та визначення об'єктів на нічному небі.

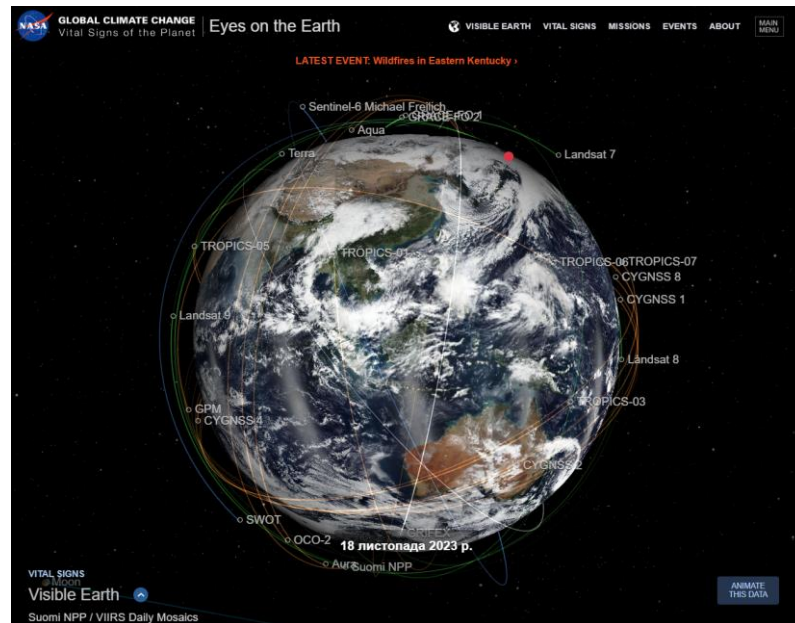


Рисунок 2.3 – Рух супутників Землі у реальному часі (NASA's Eyes) [6]

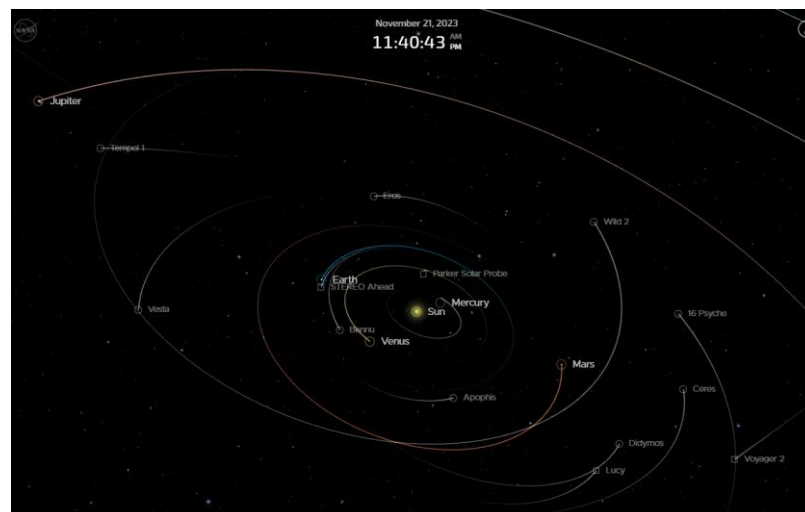


Рисунок 2.4 – Модель Сонячної системи (NASA's Eyes) [6]

Карти неба можна створювати для певних дат, часу та місць, що дозволяє користувачам передбачити, які небесні тіла можна буде побачити в певний момент. Вони часто включають ключові опорні точки, такі як сторони світу, і вказують шляхи Місяця, планет та інших значущих небесних подій.

На рисунку 2.5 бачимо карту зоряного неба у реальному часі. За допомогою даного сайту учень може набагато легше визначати положення

зірок та сузір'їв, ніж користуючись застарілими картами та нечіткими роздруківками.

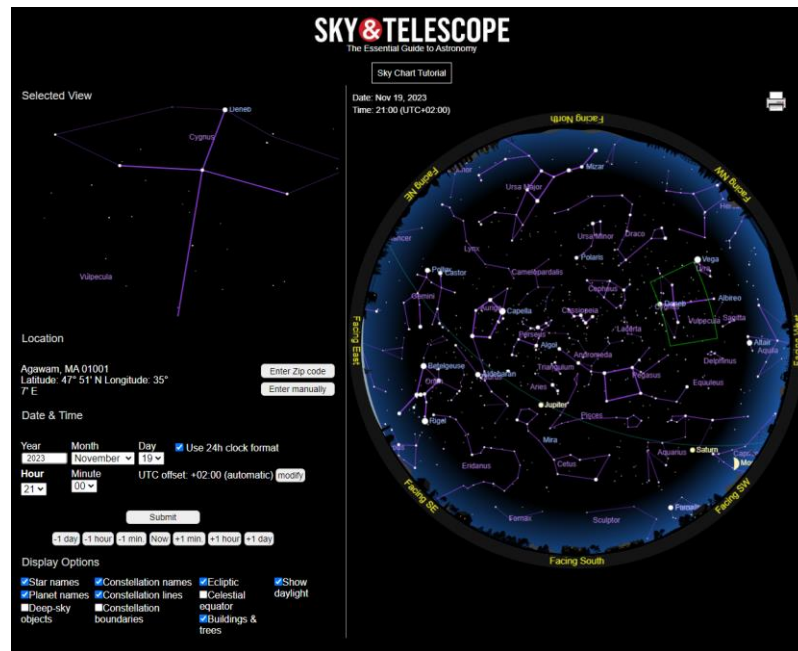


Рисунок 2.5 – Карта сузір'я, що бачить житель Запоріжжя в ніч 19.11.2023 у онлайн-телескопі [10]

## 5. WinStars

WinStars – це програма для астрономії, яка надає користувачам віртуальний планетарій для дослідження та вивчення нічного неба. Ось деякі ключові функції та аспекти WinStars:

- 1) реалістичне моделювання неба: WinStars пропонує реалістичне моделювання небесної сфери, відображаючи зорі, планети, сузір'я та інші астрономічні об'єкти у візуально точний спосіб;
- 2) розширена база даних Stellar: програмне забезпечення містить повний зоряний каталог з інформацією про зорі, планети, супутники та об'єкти далекого неба. Користувачі можуть отримати доступ до деталей про окремі небесні тіла;
- 3) 3D-візуалізація: WinStars використовує 3D-графіку, щоб забезпечити користувачам захоплюючий інтерактивний досвід. Це дозволяє

динамічно досліджувати нічне небо та покращує розуміння небесних положень;

4) зручний інтерфейс: інтерфейс WinStars розроблено таким чином, щоб бути дружнім до користувача, що робить його доступним як для початківців, так і для досвідчених астрономів. Користувачі можуть переміщатися по небу, збільшувати певні об'єкти та легко регулювати налаштування;

5) параметри часу та місця: користувачі можуть налаштувати дату, час і географічне розташування, щоб імітувати нічне небо з різних точок зору та в різні моменти часу;

6) освітні інструменти: WinStars містить навчальні інструменти, які допоможуть користувачам дізнатися більше про астрономію. Це може включати інформацію про історію відкриттів небес, астрономічні події тощо.

7) планування спостережень: програмне забезпечення допомагає користувачам планувати астрономічні спостереження, надаючи інформацію про видимість небесних об'єктів на основі місця та часу;

8) багатомовна підтримка: WinStars підтримує кілька мов, що робить його доступним для різноманітної аудиторії ентузіастів астрономії по всьому світу.

WinStars створено як універсальний інструмент для спостереження за зірками, астрономічної освіти та дослідження небес. Він надає користувачам платформу для знайомства з чудесами Всесвіту та поглиблення свого розуміння нічного неба. На рисунку 2.6 можемо побачити наочне зображення поверхні планети.



Рисунок 2.6 – Поверхня планети у программі WinStars

6. Planisphere – Drifted.in [7] – це тип зоряної карти або карти, яка призначена для відображення видимих зірок і сузір'їв у будь-який конкретний час і дату (див. рис. 2.7). Він складається з двох регульованих дисків, один з яких представляє небесну сферу, а інший – місцевий горизонт спостерігача. Зазвичай диски кріпляться таким чином, щоб їх можна було повертати відносно один одного.

Основна мета планісфери – допомогти людям ідентифікувати сузір'я на нічному небі. Зіставляючи дату й час на планісфері з розташуванням глядача, планісфера показує, які сузір'я видно в цей конкретний момент.

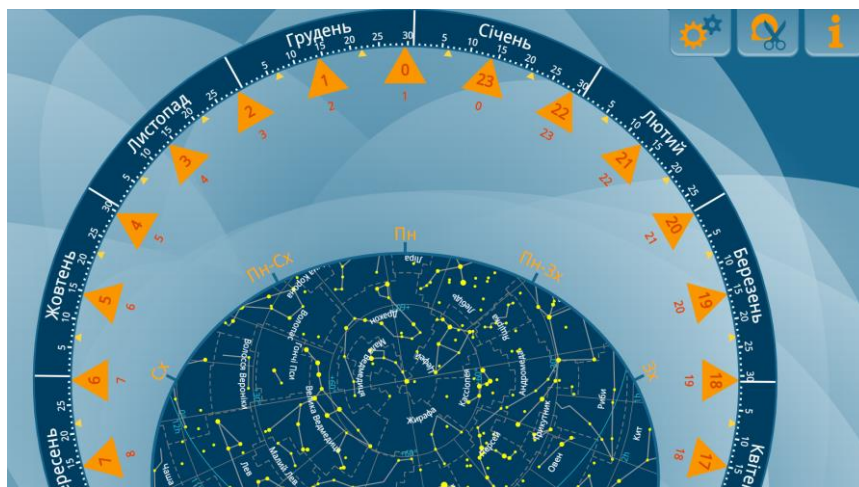


Рисунок 2.7 – Зоряна карта Planisphere [7]

Планісфери відносно прості у використанні. Користувачам потрібно лише встановити дату й час, і планісфера відобразить карту нічного неба для цього конкретного моменту. Це робить їх чудовими інструментами для початківців і астрономів-любителів.

Планісфери часто використовуються як освітні інструменти, щоб навчити людей про нічне небо, сузір'я та основні поняття астрономії. Вони можуть бути корисні в школах, планетаріях і для інформаційних програм.

Планісфери часто розробляються для певних широт або регіонів. Існують планісфери, розроблені для використання в північній півкулі, південній півкулі та екваторіальних регіонах, враховуючи різні положення зірок і сузір'їв залежно від розташування спостерігача.

Використовуючи планісферу, важливо переконатися, що вона розроблена для правильного географічного розташування, щоб точно відображати нічне небо. Багато ентузіастів астрономії вважають планісфери цінним інструментом для вивчення та навігації небесною сферою.

7. NASA надає кілька додатків та інструментів, які дозволяють користувачам досліджувати та відстежувати небесні події, зокрема ті, що стосуються Сонячної системи та затемнень. Одним із відомих додатків для цієї мети є «NASA App», який доступний для персонального комп'ютера на сайті NASA [8].

Додаток може містити інтерактивні функції, які дозволяють користувачам досліджувати Сонячну систему, надаючи інформацію про планети, супутники та інші небесні тіла (див. рис. 2.8).

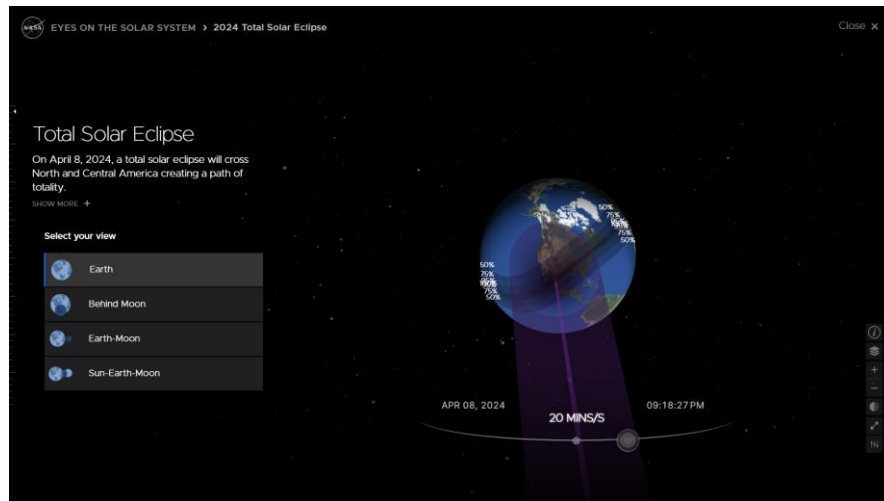


Рисунок 2.8 – Зоряна карта затемнень NASA [8]

Користувачі можуть отримати доступ до даних і зображень у режимі реального часу з космічних кораблів NASA та місії, які досліджують Сонячну систему.

Додаток може надавати інформацію про майбутні сонячні та місячні затемнення. Користувачі можуть дізнатися про час, місце та видимість затемнень у різних регіонах.

NASA часто забезпечує прямі трансляції важливих небесних подій, зокрема сонячних затемнень. Користувачі можуть отримувати оновлення та сповіщення про майбутні події та місії.

Додаток може містити навчальний контент, статті та мультимедійні ресурси, що пояснюють різні аспекти космічної науки, астрономії та затемнень.

Деякі додатки NASA можуть включати ефект занурення за допомогою технологій VR або AR, що дозволяє користувачам досліджувати космос більш інтерактивним способом.

Користувачі можуть отримати доступ до колекції високоякісних зображень, відео та анімації, пов'язаної з дослідженням космосу, включаючи кадри затемнень.

8. «TheSkyLive» [9] – це веб-сайт, який надає інформацію в реальному часі та інструменти для спостереження за небесними подіями,

зокрема інформацію про нічне небо, планети, сузір'я та астрономічні явища (див. рис. 2.9). Зверніть увагу, що функції та інформація на веб-сайтах можуть змінюватися, тому радимо відвідати веб-сайт безпосередньо, щоб отримати найновішу інформацію.

TheSkyLive часто надає живі карти неба, які відображають поточне положення небесних об'єктів. Користувачі можуть:

- 1) налаштовувати діаграми залежно від свого місця розташування, дати та часу;
- 2) отримувати інформацію про видимість планет на нічному небі, включаючи їхнє поточне положення, час сходу та заходу та яскравість.

Веб-сайт може пропонувати інформацію про:

- 1) майбутні астрономічні події, такі як метеоритні дощі, затемнення та інші небесні явища;
- 2) надавати путівники та інформацію про різні сузір'я, включаючи їх назви, форми та найкращий час для спостереження за ними;

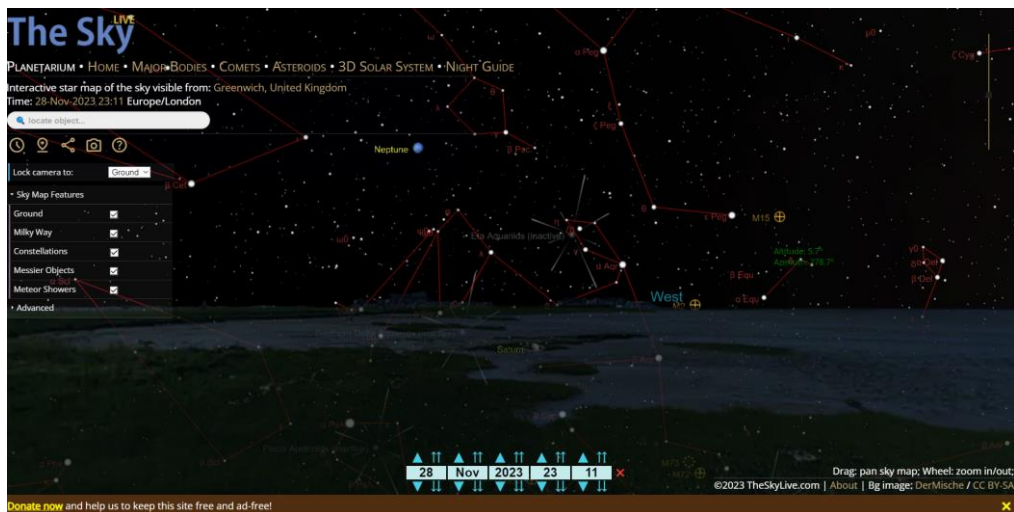


Рисунок 2.9 – Зоряна карта затемнень NASA [9]

- 3) давати подробиці про поточну фазу Місяця та його видимість протягом різних частин місячного циклу;



4) містити інформацію про час сходу та заходу сонця, яка може бути корисною для планування спостережень;

5) містити оновлення та новини, пов'язані з астрономією та космонавтикою.

Деякі веб-сайти, зокрема TheSkyLive, часто надають навчальний контент, щоб допомогти користувачам дізнатися більше про астрономію, спостереження за зірками та пов'язані з ними теми.

У таблиці 2.1 наведена порівняльна таблиця онлайн-сервісів для астрономії, наведених у пункті 2.1.

Візьмемо ще 4 довільні онлайн-сервісів та порівняємо їх характеристики (таблиця 2.2).

Як бачимо, всі з наведених фізичних симуляторів мають задовільні характеристики для використання на уроках. Проблема доступності вирішується за допомогою підписки шляхом виділення коштів зі шкільного бюджету або користуванням «піратських версій» програм (або аналогічних безкоштовних симуляторів).

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика онлайн-сервісів

Назва	Microsoft WorldWide Telescope	NASA's Eyes	Sky Telescope	WinStars
Тип ресурсу	Система астрономічного перегляду	Інтерактивний візуалізатор NASA	Інтерактивний астрономічний ресурс	Софтвар для астрономії
Основна функція	Вивчення космосу, астрономічні події	Візуалізація космічних подій	Відслідковування астрономічних об'єктів	Вивчення небесної сфери
Доступність	Безкоштовний	Безкоштовний	Безкоштовний	Платний / Безкоштовний
Платформи	Windows, Web, Mobile	Веб-браузер, Windows, Mac, Linux	Веб-браузер, Mobile	Windows, Mac, Linux
Мови	Багатомовний	Багатомовний	Англійська	Багатомовний
Навчальна спрямованість	Спрямований на освіту	Спрямований на освіту	Зоряне спостереження, астрономічне навчання	Спрямований на освіту
Інтерактивність	Так	Так	Ні	Так
Відкритий код	Ні	Ні	Ні	Ні

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика додаткових онлайн-сервісів

Назва	Interactive Physics	Universe Sandbox 2	PhET Circuit Construction Kit	Algodoo
Тип ресурсу	Симулятор фізики	Симулятор космосу	Симулятор електричних ланок	Симулятор фізики
Основна функція	Вивчення фізичних явищ	Моделювання космічних тіл	Створення та тестування електричних ланок	Створення та тестування фізичних явищ
Доступність	Платний / Безкоштовний	Платний / Безкоштовний	Безкоштовний	Платний / Безкоштовний
Платформи	Windows	Windows, Mac, Linux	Веб-браузер, Windows, Mac, Linux	Windows, Mac, Linux
Мови	Англійська	Багатомовний	Багатомовний	Багатомовний
Навчальна спрямованість	Спрямований на освіту	Спрямований на освіту	Спрямований на освіту	Спрямований на освіту
Інтерактивність	Так	Так	Так	Так
Відкритий код	Ні	Ні	Ні	Ні

### 3 ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

#### 3.1 Авторська методика проведення лабораторних робіт з використанням онлайн-симулятора «DRIFTED IN»

Після проведення аналізу різноманітного програмного забезпечення з астрономії було вирішено розробити лабораторну роботу з астрономії за допомогою онлайн-симулятора «Drifted In» [7] – симулятора карти рухомого зоряного неба.

*Лабораторна робота.*

Тема: Вивчення зоряного неба за допомогою рухомої карти

Мета: Навчитися користуватися рухомою картою зоряного неба та за допомогою неї встановлювати видимість

Обладнання: рухома карта зоряного неба з накладним кругом

*Теоретичні відомості.*

По краю карти зоряного неба розташований лімб, на якому позначені назви місяців та числа (лімб дат). До карти прикладають накладний круг, по краю якого зображений годинниковий лімб. Усередині накладного круга вирізаний отвір для необхідної географічної широти. Накладний круг необхідно накладати на карту таким чином, щоб його цифрований лімб розміщувався концентрично з лімбом дат карти. Якщо накладний круг повернути так, щоб заданий час співав із заданою датою, то в отворі круга будуть видні сузір'я, розташовані у цей час над горизонтом. Лінія отвору називається лінією горизонту. Ті сузір'я, які постійно видно в отворі при обертанні накладного круга, будуть такими, що не заходять за горизонт.

### Виконання роботи.

Рухома карта зоряного неба (далі – РКЗН) складається з двох кругів (див. рис. 3.1). Перша частина, це сама КЗН, на ній можна побачити КЗН Північної півкулі, зображені всі сузір'я, межі сузір'їв окреслені. Друга частина – накладний круг до КЗН координати, відповідні дати і години за календарем, на якому внутрішній круг – цифри літнього часу, зовнішній круг – цифри зимового часу.

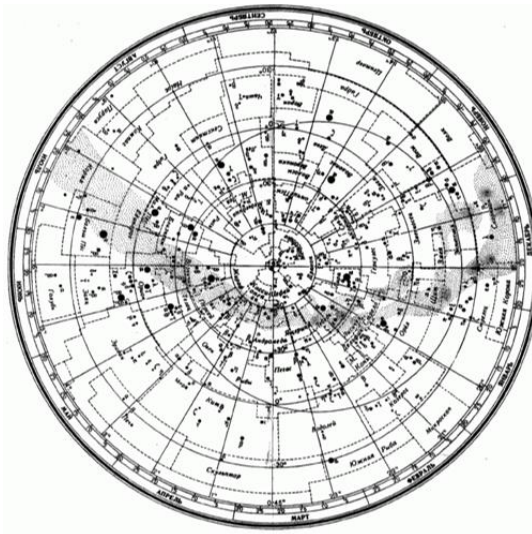


Рисунок 3.1 – Карта зоряного неба

Також можна скористатися інтерактивною картою зоряного неба, як показано на рисунку 3.2. Відмінність у тому, що онлайн-карта зоряного неба має панель навігації, налаштування.

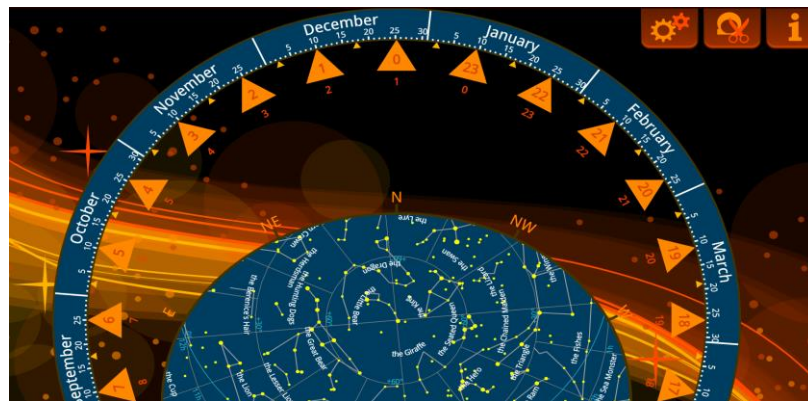


Рисунок 3.2 – Інтерактивна карта зоряного неба [7]

Можна обирати мову нашої карти, вибирати широту, дає можливість виділяти сузір'я, назви, вставляти букви, межі сузір'я тощо.

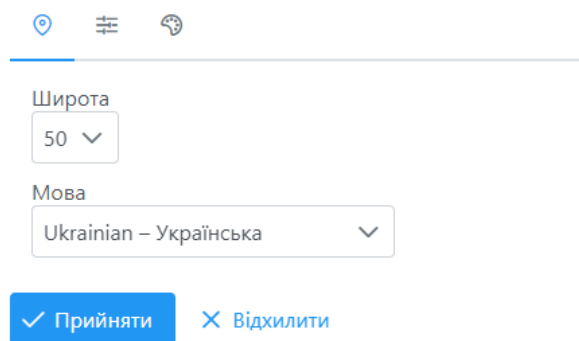
1. За допомогою РКЗН та накладного круга визначаємо, чи будуть видимі сузір'я, які перелічені у таблиці 1 опівночі 15 вересня та 15 березня (відповідаємо: «так», «ні», «частково»). Результати заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Видимість над горизонтом деяких сузір'їв на даній широті у даний час

Сузір'я	15 вересня	15 березня
Діва	ні	так
Рак		
Терези		

Для початку переходимо за посиланням <https://drifted.in/planisphere-app/> та встановлюємо наступні налаштування, як показано на рисунку 3.3 та рисунку 3.4:

#### Налаштування



Широта  
50 ▾

Мова  
Ukrainian – Українська ▾

✓ Прийняти    ✕ Відхилити

Рисунок 3.3 – Налаштування широти, мови карти

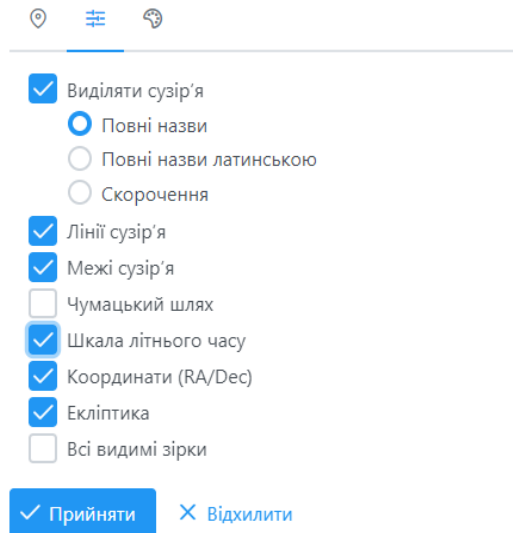


Рисунок 3.4 – Налаштування сузір'їв карти

Далі знайдемо сузір'я Діви. Для цього налаштуємо карту на 15 березня так, щоб час був 00:00, літній час. Треба шукати по внутрішньому колу вересень та ставити північ, як показано на рисунку 3.5.

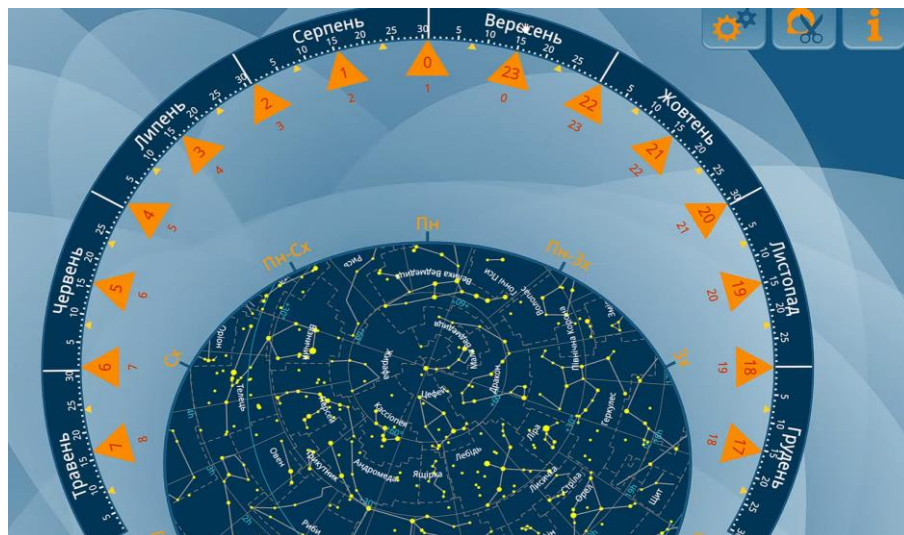


Рисунок 3.5 – Карта зоряного неба з налаштованою датою [7]

Далі потрібно знайти зодіакальне сузір'я Діви, шукати треба поблизу блакитної лінії – екліптики. Біля цієї лінії є Стрілець, Козерог, Водолей, Риби, Овен, Телець, Близнята. Тобто, 15 вересня опівночі сузір'я Діви ми бачити не можемо. Вносимо дані у таблицю 3.1.

Аналогічно виконуємо завдання, але для 15 березня. Повертаємо на 15 березня, але так як годинник у нас переводиться на літній час в останню неділю березня, тому це буде зимовий час, в встановлюємо 0 за зимовим часом. На рисунку 3.6 чітко видно сузір'я Діви. Вносимо дані до таблиці. Аналогічно виконуємо для інших сузір'їв.

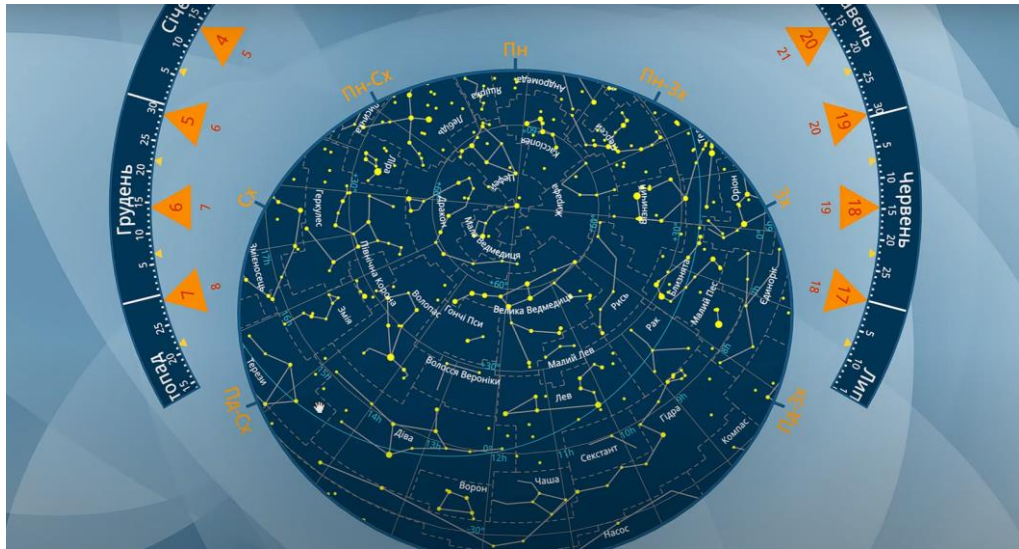


Рисунок 3.6 – Карта зоряного неба з сузір'ям Діви [7]

2. За допомогою РКЗН та накладного круга визначаємо, чи будуть такими, що не знаходять на даній широті, сузір'я, які перелічені у таблиці 3.2 (відповідаємо: «так», «ні», «частково»). Результати заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Сузір'я, що не заходять за горизонт на даній широті

Велика ведмедиця	Кассіопея	Геркулес	Лебідь	Орел	Оріон	Телець	Стрілець
		частково					

На карті написана точка сходу і точка заходу, карта обертається проти годинникової стрілки ми бачимо, що на сході з'являються сузір'я, але сузір'я, які на заході і по горизонту, при повертанні ховаються під коло. Тому при

обертанні карти на 360 градусів ми бачимо, що є сузір'я, які з'являються і ховаються, а є сузір'я, які видно постійно, як би ми не крутили карту.

Таким чином, повністю повертаючи карту, потрібно прослідкувати кожне з наведених сузір'їв.

Візьмемо сузір'я Геркулес. Для початку нам треба знайти дане сузір'я на карті, прокручуючи карту. Знаходимо наше сузір'я Геркулес на рисунку 3.7 .

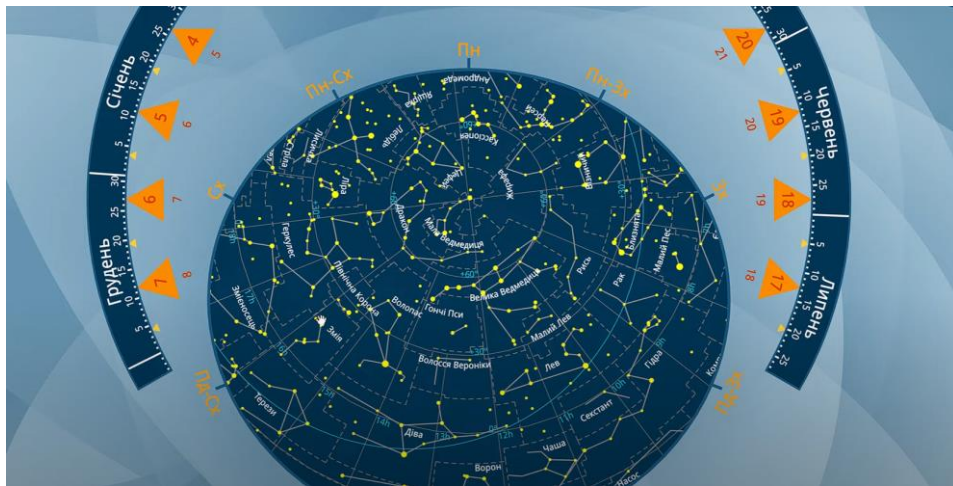


Рисунок 3.7 – Карта зоряного неба з сузір'ям Геркулес [7]

Далі обертаємо повним колом (360 градусів) і дивимось, що дане сузір'я робить, буде воно сходити чи не буде. Тобто, прокручуючи карту, сузір'я Геркулес ховається не повністю під горизонт. Заносимо дані до таблиці 3.2. Робимо те саме з іншими сузір'ями.

3. За допомогою РКЗН визначаємо схилення та пряме сходження зірок, перелічених у таблиці 3.3. Результати заносимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Координати деяких зірок

Зоря	Пряме сходження, $\alpha$	Схилення, $\delta$
$\alpha$ – Пегаса	23 год 04 хв 10,77 с	+15° 12' 32.9"
Полярна зірка		
$\alpha$ – Візничого		
$\alpha$ – Кассіопеї		



Для порівняння, зробимо це завдання без онлайн-симулятора. Шукаємо координати зірки, які будемо визначати, наприклад, Полярної зірки. Полярна зірка знаходиться після Північного плюса, це є зірка альфа Малої Ведмедиці (див. рис. 3.8).

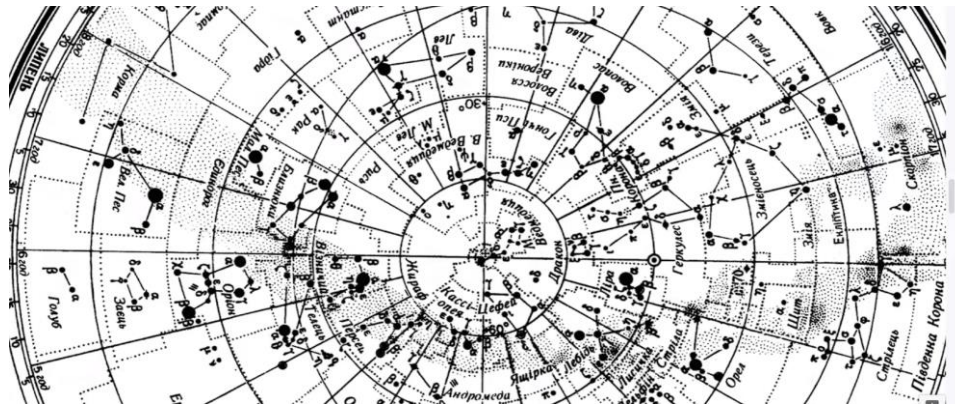


Рисунок 3.8 – Карта зоряного неба з сузір'ям Полярної зірки

Є дві координати цієї Полярної зірки, це є схилення в градусах, в центрі близько 90 градусів, та пряме сходження на краю контурі карти близько двох годин (див. рис. 3.9). Аналогічно визначаємо координати зорі Пегаса, Візничого та Кассіопеї.

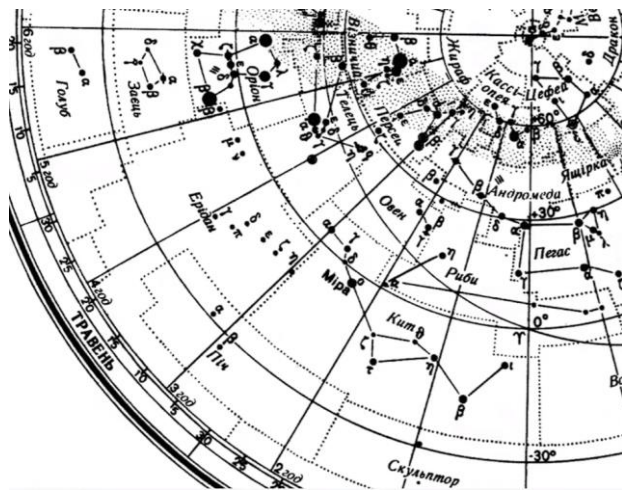


Рисунок 3.9 – Карта зоряного неба з сузір'ям Полярної зірки з визначеними координатами

4. За допомогою рухомої карти зоряного неба та накладного круга визначаємо час сходження сузір'їв, які перелічені у таблиці 4, 20 жовтня чи 20 травня. Результати записуємо до таблиці 4.

Таблиця 3.4 – Час сходження деяких сузір'їв на даній широті у даний час

Сузір'я	20 жовтня	20 травня
Оріон		не буде видно
Малий Пес		не буде видно

Повертаємось до нашої рухомої карти. Візьмемо сузір'я Оріон і визначимо час сходження. Знаходимо його на карті на рисунку 3.10, так, щоб було чітко видно його межі.



Рисунок 3.10 – Карта зоряного неба з сузір'ям Оріон [7]

Далі ми обертаємо карту так, щоб сузір'я ховалося під горизонт і до моменту, коли воно починає з'являтися, сходити (див. рис. 3.11).

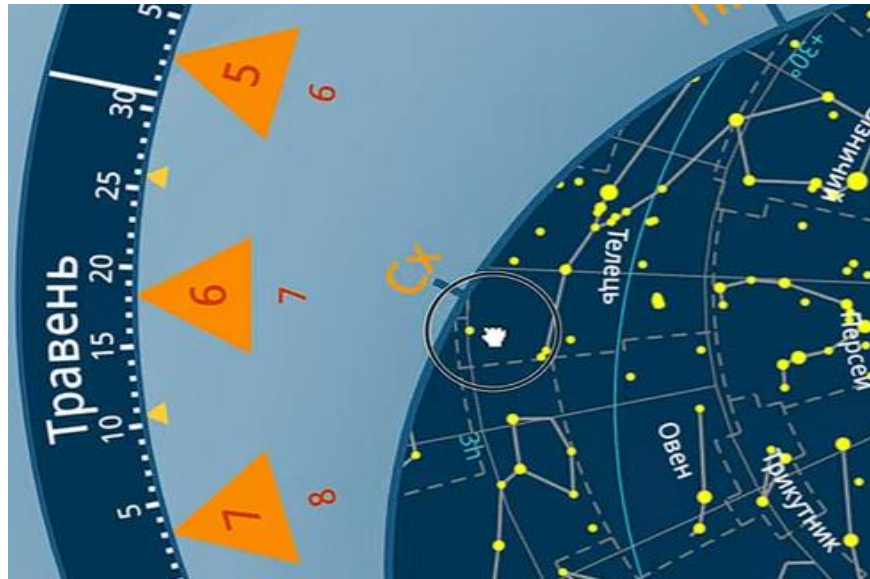


Рисунок 3.11 – Карта зоряного неба з сузір'ям Оріон у процесі сходження [7]

Шукаємо 20 жовтня, це зимовий час 20 година, як показано на рисунку 3.12. Робимо аналогічно для 20 травня, це літній час, близько сьомої години.



Рисунок 3.12 – Карта зоряного неба з сузір'ям Оріон [7]

Повторюємо описані дії для інших сузір'їв та заповнюємо таблицю 3.4.

Робимо висновок. У висновку зазначаємо, у чому перевага використання рухомої карти зоряного неба у онлайн-режимі. Якщо порівнювати звичайну карту зоряного неба, яку карту використовувати більш зручно?

Отже, проведення дослідно-експериментальної роботи вдома сприяє розвитку в учнів експериментальних умінь, виховує вміння учнів розвивати під час дослідів логічне мислення, пов'язувати набуті знання з життєвим досвідом. Цей вид лабораторної роботи також можна використовувати як проєктну діяльність студентів. Проте вчителі повинні відповідально ставитися до такого роду робіт. Адже насамперед слід розробити детальний, підкріплений наочною опис про проведення дослідів, вдало підібрані онлайн-інструменти. По-друге, варто надати відгук, який допоможе успішно провести експеримент. Необхідний також інструктаж з техніки безпеки (як мінімум з користування комп'ютером). Під час дистанційного навчання віртуальні симулятори астрономічних процесів можуть допомогти учням набути дослідницьких навичок.

### 3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент проводився за участі двох учнів 11 класу, Кіри – учениці Запорізької фізико-математичної гімназії, та Данила – учня загальноосвітньої середньої школи без спеціалізованих класів. Учасники педагогічного експерименту були підібрані з метою перевірити, як різні за інтелектом та шкільною програмою учні зможуть ефективно виконати розроблену лабораторну роботу з використанням програмного забезпечення.

Проведені експерименти показали, що використання онлайн-лабораторій у навчальному процесі сприяє кращому засвоєнню знань студентами.

Таблиця 3.5 – Рівень навчальних досягнень за 10 клас

Предмет	Кіра	Данило
Фізика	9	8
Астрономія	10	7

Робимо висновок, що рівень знань учнів з фізики приблизно однаковий.

Під час проведення педагогічного експерименту навчання відбувалось в дистанційному форматі. В експерименті учні не тільки засвоювали теоретичні знання, а й застосовували їх на практиці. У результаті педагогічного експерименту виявилось, що у обох учнів не з'явилося складнощів при проведенні самостійної лабораторної роботи з використанням розробленої інструкції.

Крім того, учні у висновку лабораторної роботи вказали, що використання онлайн-симулятора зоряної карти неба для них набагато цікавіше та інтерактивніше, ніж звичайна карта, це засвідчує те, що використання програмного забезпечення з фізики сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Це засвідчує те, що використання програмних комплексів з астрономії підвищує мотивацію учнів до навчання.

Отже, впроваджені в навчальний процес з фізики запропоновані методичні засади до проведення лабораторних робіт за допомогою віртуальних симуляторів астрономічних процесів. Педагогічний експеримент довів ефективність цих засад, що дає підстави на подальше використання цих засад на уроках астрономії.

## ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз наукової літератури з досліджуваної проблеми та проведення дослідно-експериментальної роботи з організації лабораторних робіт з астрономії за дистанційної форми навчання є підставою для наступних висновків:

1. Обґрунтовано важливість лабораторних робіт у шкільному курсі фізики та астрономії та виявлено труднощі, які виникають під час їх проведення за дистанційної форми навчання: відсутність стабільного Інтернет-з'єднання, складність здійснення контролю за доброчесністю учнів в ході виконання роботи, відсутність методичних інструкції щодо виконання робіт.

2. Проаналізовано можливості використання програмних комплексів з астрономії (зокрема, «Drifted in») для проведення лабораторних робіт з фізики та астрономії. Виділено їх переваги: візуалізація складних дослідів, багаторазове проведення віртуального експерименту, забезпечення індивідуальних пошуково-дослідних робіт тощо.

3. Розроблено методичні засади використання програмного забезпечення з астрономії «Drifted in: Planisphere» для проведення лабораторних робіт та методичку виконання лабораторної роботи «Вивчення зоряного неба за допомогою рухомої карти».

4. Впроваджено в освітній процес з фізики запропоновані методичні засади. Доведено їх ефективність шляхом проведення педагогічного експерименту. Показано, що в умовах дистанційного навчання можливо забезпечити діяльнісний підхід та сприяти розвитку експериментаторських вмінь учнів.

У перспективі ми плануємо використовувати розроблені методичні засади на уроках астрономії.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Academia URL: <https://www.academia.edu/> (дата звернення: 01.04.2023).
2. Смоляков О. В., Ганзуля А. В., Використання програмного забезпечення з астрономії для вивчення законів механіки на уроках фізики, Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023»: у 5 т. / Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. Т.3. 399 с.
3. Онлайн-симулятор Phet Interactive Simulations. URL: <https://phet.colorado.edu/> (дата звернення: 01.11.2023).
4. Онлайн-симулятор Phet Interactive Simulations. Gravity and orbits. URL: [https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_all.html) (дата звернення: 01.11.2023).
5. WorldWide Telescope. URL: <https://www.worldwidetelescope.org/> (дата звернення: 01.11.2023).
6. NASA's Eyes. URL: <https://eyes.nasa.gov/> (дата звернення: 01.11.2023).
7. Planisphere – drifted.in. URL: <https://drifted.in/planisphere-app/app/index.xhtml> (дата звернення: 25.10.2023).
8. NASA App. URL: <https://science.nasa.gov/eclipses/> (дата звернення: 25.10.2023).
9. TheSkyLive. URL: <https://theskylive.com/planetarium#ra%7C0.09211342831677882%7Cdec%7C18.68352629905579%7Cfov%7C50> (дата звернення: 27.10.2023).
10. SKY&TELESCOPE: The Essential Guide to Astronomy. URL: <https://skyandtelescope.org/interactive-sky-chart/> (дата звернення: 01.11.2023).
11. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Фізика та астрономія в сучасній школі. 2012. № 4 (99). С. 2–8.

12. Професійне мовлення вчителя. Короткий словник термінів / [уклад. Л.П. Ходанич, Т.В. Палько]. Ужгород: Закарпатський інститут післядипломної педагогічної освіти, 2018. 84 с.
13. Троцишин І. В. Новітня методологія та сучасні технічні засоби виконання шкільного лабораторного практикуму з фізики (електрика і магнетизм). Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2016. № 1. С. 193-207.
14. Енциклопедія професійної освіти: В 3-х томах / Под ред. С.Я. Батишева. М., АПО. 1998. ISBN: 5-85449-100-1
15. Методика навчання фізики в середній школі: загальні питання / Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. 2003. URL: <http://fizmet.org> (дата звернення: 15.11.2023).
16. На допомогу вчителю: 5 практичних порад, як провести дослідну роботу в умовах дистанційного навчання. URL: <https://b-pro.com.ua/statti/poglyad-eksperta.-laboratorni-roboti-v-umovah-distancijnogo-navchannya> (дата звернення: 16.11.2023).
17. Головіна О.М. Методи й матеріали дистанційного викладання фізики. URL: <https://vseosvita.ua/library/metodi-j-materiali-distancijnogo-vikladanna-fiziki-464328.html> (дата звернення: 21.11.2023).
18. Дементієвська Н.В. Використання Інтернет-ресурсів для навчального експерименту з курсу фізики середньої школи. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/11084179.pdf> (дата звернення: 21.11.2023).
19. Optima school. URL: <https://optima.school/> (дата звернення: 25.11.2023).
20. Деякі питання організації дистанційного навчання: наказ Міністерства освіти і науки України від 08.09.2020 №1115, Міністерство юстиції України 28 вересня 2020 р. за №941/35224
21. Алевтина Лотоцька, Оксана Пасічник. Методичні рекомендації: організація дистанційного навчання в школі. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recome>



ndazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf (дата звернення: 30.10.2023)

22. EdEra: Онлайн-курс для вчителів та керівників шкіл про дистанційне навчання. URL: <https://courses.ed-era.com/courses/course-v1:MON-DECIDE+1+2020/about> (дата звернення: 23.11.2023).

23. Головіна О.М. Методи й матеріали дистанційного викладання фізики. URL:<https://vseosvita.ua/library/metodi-j-materiali-distancijnogo-vikladanna-fiziki-464328.html> (дата звернення: 09.11.2023).

24. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2015. № 1 (4). С. 55-63.

25. Язиков О.І. Використання інноваційних цифрових освітніх ресурсів «Симулятори» на уроках фізики в ПТНЗ / О.І. Язиков. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [ptu.org.ua/files/Dopovid.doc](http://ptu.org.ua/files/Dopovid.doc) (дата звернення: 10.09.2021).

26. Андреев А. М., Тихонська Н. І. Методи розвитку в учнів експериментаторських умінь в умовах дистанційної форми навчання. Педагогічні науки, 2020. Випуск 90. С. 22-27. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-90-4>

27. Андрусенко Н. В. Дистанційне навчання в Україні // Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія: матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 31 березня 2017 р.) / відп. ред. Л. Б. Ліщинська. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2017. 102 с.

28. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізико математична освіта. Науковий журнал. Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2015. №1 (4). С. 55-63.

29. Биков В. Ю. Теоретико-методологічні засади створення і розвитку сучасних засобів та е-технології навчання / В. Ю. Биков // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992-2002. Збірник наукових праць

до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. – Ч. 2. – Харків : «ОВС», 2002. – С. 182-200.

30. Борисенко С. В. Проблеми контролю якості знань в курсі методики навчання фізики на сучасному етапі розвитку вищого ступеня освіти [Електронний ресурс] / С. В. Борисенко, А. М. Карасева // Сучасні проблеми науки та освіти. – 2009. – № 2. – Режим доступу : [http://www.science-education.ru/download/2009/02/2009\\_02\\_07.pdf](http://www.science-education.ru/download/2009/02/2009_02_07.pdf) (дата звернення: 28.10.2023).

31. Веремчук А. Проблеми і перспективи дистанційного навчання у ВНЗ / Алла Веремчук // Проблеми підготовки сучасного вчителя. – 2013. – № 7. – С. 319–325.

32. Елізабет Кларк. Дистанційне навчання // Журнал №10, 1999. <http://www.dvgu.ru/meteo/PC/DistantEduc.html> (дата звернення: 25.10.2023).

33. Биков В.Ю., Кухаренко В.М., Сиротенко Н.Г., Рибалко О.В., Богачков Ю.М. Технологія розробки дистанційного курсу: Навчальний посібник / За ред. В.Ю. Бикова та В.М. Кухаренка – К.: Міленіум, 2008. – 324 с.

34. Вишнівський В.В., Гніденко М.П., Гайдур Г.І., Ільїн О.О. Організація дистанційного навчання. Створення електронних навчальних курсів та електронних тестів. – Київ: ДУС, 2014. – 140 с.

35. Воронкін О. С. Досвід проведення відкритого дистанційного курсу «Вступ до фізики звуку» / О. С. Воронкін // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наук. праць. – Вип. X : в 3-х т. – Кривий Ріг : видавничий відділ НметАУ, 2012. – Т. 2 : Теорія та методика навчання фізики. – С. 44–53.

36. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. – № 4. – С. 2-8.

37. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти Затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF> (дата звернення: 22.10.2023).

38. Думанський Н. О. Класи сучасних технологій дистанційної освіти / Н. О. Думанський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – Л., 2008. – № 610: Інформаційні системи та мережі. – С. 119–125.

39. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики / М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут // Інформатика. – 2004. – №42. – К. : Шкільний світ. – С. 5-9.

40. Закон України «Про вищу освіту». [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/> (дата звернення: 21.10.2023).

41. Кондратьєв А. С. Дидактичні аспекти дистанційного навчання фізики в школі/ А. С. Кондратьєв, В. В. Лаптев, А. И. Ходанович. – Харків, 2001. – 27 с.

42. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні (затверджено Постановою МОН України 20 грудня 2000 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.osvita.org.ua/distance /pravo/00.html> (дата звернення: 20.10.2023).

43. Лановенко А. Дистанційне навчання – педагогічна технологія 21 століття / Алла Лановенко // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2005. – Вип. 60. – Ч. 1. – С. 80–86.

44. Медведєв С. П. Особливості електронних курсів при дистанційному навчанні інженерним спеціальностям / С. П. Медведєв, Р. М. Печерская // Фізична освіта у навчальних закладах. – 2004. – Т.10. – № 3. – С. 73–84.

45. Наказ Міністерства освіти і науки України № 466 від 25.04.2013 року «Про затвердження Положення про дистанційне навчання» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13/para18#n18> (дата звернення: 19.10.2023).