

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА



*Присвячується 100-річчю
Кам'янець-Подільського
національного університету
імені Івана Огієнка*

**ЗБІРНИК
НАУКОВИХ ПРАЦЬ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА**

Серія педагогічна

ВИПУСК 24

**STEM-ІНТЕГРАЦІЯ ЯК ВАЖЛИВА ПЕРЕДУМОВА
УПРАВЛІННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЮ
ТА ЯКІСТЮ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ**

Кам'янець-Подільський
2018

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:
Серія КВ № 20174-9974 ПР від 05.07.2013 р.

Друкується згідно з ухвалою вченої ради Кам'янець-Подільського національного
університету імені Івана Огієнка, протокол № 8 від 27.09.2018 р.

Збірник включено до Переліку наукових фахових видань України
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 1021 від 07.10.2015 р.).

Збірник індексується наукометричними базами: **Google Scholar, Index Copernicus (ICV 2016: 59,45)** та **CEJSH**.

Рецензенти:

- НІКОРИЧ В.З.** – кандидат фізико-математичних, професор (Кишинів, Республіка Молдова);
ЧУЙКО Г.П. – доктор фізико-математичних наук, професор (Херсон, Україна);
ШВАЙ Р.І. – доктор педагогічних наук, професор (Львів, Україна).

Міжнародна редакційна колегія:

- АТАМАНЧУК П. С.** – (*голова, науковий редактор*), доктор педагогічних наук, професор, академік АНВО України (Кам'янець-Подільський, Україна);
БЕРЕКА В.Є. – доктор педагогічних наук, професор (Хмельницький, Україна);
ВЕЛИЧКО С.П. – доктор педагогічних наук, професор (Кропивницький, Україна);
КУХ А.М. – доктор педагогічних наук, доцент (Кам'янець-Подільський, Україна);
ЛЯШЕНКО О.І. – доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України (Київ, Україна);
МАРТИНЮК М.Т. – доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України (Умань, Україна);
МЕНДЕРЕЦЬКИЙ В.В. – доктор педагогічних наук, професор (Кам'янець-Подільський, Україна);
МИРОНОВА С.П. – доктор педагогічних наук, професор (Кам'янець-Подільський, Україна);
НІКОЛАСВ О.М. – доктор педагогічних наук, доцент (Кам'янець-Подільський, Україна);
ПАВЛЕНКО А.І. – доктор педагогічних наук, професор, академік АНВО України (Запоріжжя, Україна);
СЕРГІЄНКО В.П. – доктор педагогічних наук, професор, академік АНВО України (Київ, Україна);
СИРОТЮК В.Д. – доктор педагогічних наук, професор (Київ, Україна);
ФЕДОРЧУК В.А. – доктор технічних наук, професор (Кам'янець-Подільський, Україна);
ШУТ М.І. – доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України (Київ, Україна);
ЩИРБА В.С. – (*заступник голови*), кандидат фізико-математичних наук, доцент (Кам'янець-Подільський, Україна).

Міжнародна наукова рада:

- КОНЕТ І.М.** – (*голова*) доктор фізико-математичних наук, професор, академік АНВШ України (Кам'янець-Подільський, Україна);
БЛІК Р.М. – кандидат педагогічних наук (Кам'янець-Подільський, Україна);
ЕМІЛІЯ ЯНІГОВА – доктор педагогічних наук, доцент (Ружомберок, Словаччина);
МАРЕК ПАЛЮХ – доктор габілітований гуманітарних наук, професор надзвичайний (Жешув, Польща);
МІХАЛ ВАРХОЛА – доктор філософії, професор, Президент академічного товариства імені Михайла Балудянського (Братислава, Словаччина);
НІКОРИЧ В.З. – кандидат фізико-математичних наук, доцент (Кишинів, Молдова);
ОВІД АЗАРЯ ФАРХИ – доктор-інженер, доцент (Варна, Болгарія);
УРШУЛЯ ГРУЦА-МЬОНСІК – доктор педагогічних наук, ад'юнкт (Жешув, Польща).

Мовний редактор:

- АТАМАНЧУК В.П.** – кандидат філологічних наук, доцент (Кам'янець-Подільський, Україна).

Відповідальні редактори:

- ПОВЕДА Т.П.** – кандидат педагогічних наук, доцент (Кам'янець-Подільський, Україна);
ЧОРНА О.Г. – кандидат педагогічних наук (Кам'янець-Подільський, Україна).

Відповідальний секретар:

- БЛІК О.В.** – старший лаборант кафедри, контактна особа (Кам'янець-Подільський, Україна).

Адреса редакції: вул. Симона Петлюри, 1, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна, 32300;
(тел.): (03849) 3-16-01; (факс): (03849) 3-07-83; (E-mail): mvf-2016@ukr.net.
Адреса сайту збірника: <http://journals.uran.ua/index.php/2307-4507>

Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.
3-41 Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. — Випуск 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. — 194 с.

Видається з 1993 року.

Матеріали збірника є відображенням результатів наукових досліджень авторів та набутого ними досвіду з інтеграції вищої фізико-технологічної освіти і науки як ефективного засобу формування майбутнього педагога в умовах реалізації елементів STEM-освіти.

Матеріали будуть корисними для студентів, магістрантів, здобувачів наукових ступенів в галузі педагогічних наук, науково-педагогічних працівників та усіх, хто цікавиться проблемами підготовки фахівця.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KAMIANETS-PODILSKYI NATIONAL IVAN OHIIENKO UNIVERSITY



*Dedicated to the 100th
anniversary of the Kamianets-
Podilskyi National
Ivan Ohiienko University*

**COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS
KAMIANETS-PODILSKYI NATIONAL
IVAN OHIIENKO UNIVERSITY**

Pedagogical series

ISSUE 24

**STEM-INTEGRATION AS AN IMPORTANT
PRECONDITION FOR MANAGING RESULTS
AND QUALITY OF PHYSICAL EDUCATION**

Kamianets-Podilskyi
2018

Certificate of state registration of printed mass media:
Series of KB № 20174–9974 IIP from the date of 05.07.2013 year.

Printed in accordance with the decision of the Academic Council of Kamianets-Podilskyi National
Ivan Ohienko University, Protocol № 8 from 27.09.2018.

The Scientific works are included in the List of Scientific Professional Publications of Ukraine
(Order of Ministry of Education and Science of Ukraine № 1021, 07.10.2015).

The collection is indexed scientometric databases: **Google Scholar**, **Index Copernicus (ICV 2016: 59,45)** and **CEJSH**.

Reviewers:

- NIKORYCH V.Z.** – Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor (Kishineu, Moldova);
CHUIKO G.P. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Kherson, Ukraine);
SHVAI R.I. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Lviv, Ukraine).

International editorial board:

- ATAMANCHUK P.S.** – (*Chairman, Scientific Editor*), Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academy of ASHE Ukraine (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
BEREKA V.YE. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Khmelnitskyi, Ukraine);
FEDORCHUK V.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
KUKH A.M. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
LIASHENKO O.I. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the NAPS of Ukraine (Kyiv, Ukraine);
MARTYNIUK M.T. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the NAPS of Ukraine (Uman, Ukraine);
MENDERETSKYY V.V. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
MIRONOVA S.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
NIKOLAEV O.M. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
PAVLENKO A.I. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of ASHE Ukraine (Zaporozhye, Ukraine);
SERGIENKO V.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of ASHE Ukraine (Kyiv, Ukraine);
SHCHYRBA V.S. – (*Deputy-Chairman*), Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine).
SHUT N.I. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of the NAPS of Ukraine (Kyiv, Ukraine);
SYROTIUK V.D. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kyiv, Ukraine);
VELYCHKO S.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kropyvnycki, Ukraine);

International Scientific Council:

- KONET I.M.** – (*Chairman*), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of the ASHS of Ukraine (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
BILUK R.M. – Candidate of Pedagogical Sciences (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
EMILIA JANIGOVA – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Ruzomberku, Slowacja);
MAREK PALUCH – Professor Extraordinarius, Habilitated Doctor of Humanities (Rzeszow, Poland);
MICHAL VARHOLA – Doctor of Philosophy, Professor, President of the Academic Society of Michael Baludyanskoho (Bratislava, Slovakia);
NIKORYCH V. Z. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor (Kishineu, Moldova);
OVID HAZARYA FARHI – Doctor-engineer, Professor (Varna, Bulgaria);
URSZULA HRUTSA-MONSIK – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Rzeszow, Poland).

Language Editor:

- ATAMANCHUK V.P.** – Candidate of Philology, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine).

Executive Editors:

- CHORNA O.G.** – Candidate of Pedagogical Sciences (Kamianets-Podilskyi, Ukraine);
POVEDA T.P. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Kamianets-Podilskyi, Ukraine).

Responsible secretary:

- BILYK O.V.** – Technical Secretary, contact person (Kamianets-Podilskyi, Ukraine).

Collection of scientific papers Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University. Pedagogical series / [Editorial Board Members: P. S. Atamanchuk (Chairman, Scientific Editor) and other]. — Kamianets-Podilskyi : Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University, 2018. — Issue 24: STEM-integration as an important precondition for managing results and quality of physical education. — 194 p.

Published since 1993 once a year

The materials of the collection reflect the results of scientific researches of the authors and their experience in integrating higher physics and technological education and science as an effective means of forming the future teacher in the conditions of the implementation of elements of STEM-education.

The materials will be useful for graduate and postgraduate students gaining the degree in pedagogical Science, for scientific and pedagogical workers and all specialists who are interested in the problems of physics and technology education.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК
НАУКОВИХ ПРАЦЬ
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ОГІЄНКА**

Серія педагогічна

ВИПУСК 24

**STEM-ІНТЕГРАЦІЯ ЯК ВАЖЛИВА ПЕРЕДУМОВА
УПРАВЛІННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЮ
ТА ЯКІСТЮ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ**

Підписано до друку 29.11.2018 р. Гарнітура «Таймс».
Папір офсетний. Друк різнографічний. Формат 60×90 1/8.
Умов. друк. арк. 24,25. Обл.-вид. арк. 34,6.
Тираж 90. Зам. № 831.

Кам'янець-Подільський національний
університет імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300

Свідоцтво серії ДК № 3382 від 05.02.2009 р.

Надруковано в Кам'янець-Подільському національному
університеті імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61. Кам'янець-Подільський, 32300

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК АВТОРІВ.....	6

РОЗДІЛ 1

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ЯК МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПРИНЦИП STEM-ОСВІТИ

<i>Атаманчук П. С.</i> Важливі передумови якісного навчання.....	7
<i>Краснобокий Ю. М., Ткаченко І. А.</i> Методологічні засади формування змісту підручника інтегрованого характеру.....	11
<i>Кузьменко О. С.</i> Дослідження ефективності методичної системи навчання фізики на основі STEM-технологій у технічних закладах вищої освіти.....	15
<i>Мартинюк О. О.</i> STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів.....	18
<i>Мендерецький В. В., Недільська У. І.</i> Перспективи використання інформаційно-телекомунікаційних технологій як засобу STEM-інтеграції в системі підготовки майбутнього спеціаліста.....	22
<i>Садовий М. І.</i> Програмні компетентності майбутніх фахівців спеціальності 014 «Середня освіта (природничі науки)»: зміст та особливості формування.....	27
<i>Сальник І. В.</i> Підготовка англomовного вчителя фізики: проблеми інтеграції фахового і мовного навчання.....	30
<i>Сморжевський Ю. Л.</i> Методологія використання системи фізичних задач в курсі алгебри і початків аналізу 11 класу.....	34
<i>Трифонов О. М.</i> STEM середовище навчання фізико-технічних дисциплін.....	37
<i>Фоменко В. В.</i> Навчальні фізичні моделі як засіб формування засад STEM-освіти в курсі загальної фізики для нефізичних інженерно-технічних спеціальностей.....	41

РОЗДІЛ 2

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ОБІЗНАНІСТЬ В КОМПЕТЕНТНІСНОМУ СТАНОВЛЕННІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

<i>Андрєєв А. М., Тихонська Н. І.</i> Вимоги до методів, форм і засобів навчання, що слід враховувати у процесі підготовки майбутніх учителів фізики до організації інноваційної діяльності учнів.....	45
<i>Атаманчук П. С., Німчук Н. І.</i> Комп'ютеризація процесу навчання розв'язування фізичних задач старшокласниками.....	49
<i>Берега В. Є.</i> Формування базових компетентностей у процесі підготовки майбутніх учителів фізики.....	53
<i>Величко С. П., Сірик Е. П., Шульга С. В.</i> Віртуальна лабораторія з вивчення основ квантової фізики.....	56
<i>Зикова К. М., Шишкін Г. О.</i> Аналіз формування наукового світогляду в учнів старшої школи при вивченні фізики.....	60
<i>Konet I., Pylypiuk T.</i> Pedagogical software for physics: classification, analysis, creation tools.....	63
<i>Кремінський Б. Г.</i> Методичні зауваги щодо зваженого використання цифрового вимірювального обладнання у процесі навчання фізики в школі.....	67
<i>Кулик Л. О., Ткаченко А. В.</i> Формування готовності майбутнього вчителя фізики та інформатики до організації проектної діяльності учнів у сучасній школі.....	70
<i>Поведа Р. А.</i> Застосування програм символічної математики для моделювання складних електронних процесів під час вивчення фахових дисциплін в університеті.....	73
<i>Погромська Г. С.</i> Методичні аспекти викладання дисципліни «Методика навчання інформатики» для майбутніх вчителів інформатики через призму засад технологічної освіти.....	76
<i>Соколов Є. П., Лозовенко О. А.</i> Реалізація ідеї поетапного формування розумових дій в університетському лабораторному практикумі з фізики.....	80
<i>Федчишин О. М., Мохун С. В.</i> Методичні можливості застосування експериментальних задач для розвитку винахідницької та дослідницької діяльності учнів.....	84

РОЗДІЛ 3

СУЧАСНА ФІЗИЧНА КОНЦЕПЦІЯ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИК КОМПЕТЕНТНІСНИХ ОРІЄНТИРІВ У ПРОФІЛЬНОМУ НАВЧАННІ СТУДЕНТА

<i>Атаманчук П. С.</i> Ідеолог дидактичного креативу: від прогнозу до результату.....	88
<i>Дідик А. О.</i> Використання інтерактивних методів при викладанні курсу «Електротехніка та електроніка» для майбутніх педагогів професійної освіти.....	100
<i>Криськов Ц. А., Рачковський О. М., Люба Т. С.</i> Сучасні уявлення про агрегатні стани речовин.....	102
<i>Круць О. О.</i> Проблема формування світоглядних компетентностей старшокласника на уроках фізики.....	105
<i>Ніколаєв О. М.</i> Моделювання активної пізнавальної діяльності учнів як складова методичної компетентності майбутнього учителя фізики.....	108

<i>Никорич В. З., Адамница А. П., Губанова А. А.</i> Развитие интереса к дисциплине «Физика» посредством проведения лабораторных работ	110
<i>Панчук Н. П.</i> Психологічні особливості управління розвитком педагогічної творчості майбутнього фахівця	112
<i>Радзієвська О. І., Ковальська І. Б.</i> Деякі фізико-математичні аспекти у вивченні економічних процесів	115
<i>Semernia O. M.</i> Future bachelor as a manager of the educational process in the natural direction of preparation.....	117
<i>Татауров В. П., Чевська К. С.</i> Використання сервісів для організації освітньо-інформаційного середовища студентів ІТ-спеціальностей	120
<i>Форкун Н. В.</i> Реалізація компетентнісного підходу в навчанні фізики в старшій школі	124
<i>Швай Р. І.</i> Інноваційні процеси в сучасній освіті.....	127
<i>Шут М. І., Благодаренко Л. Ю., Чернявський В. В.</i> Усвідомлення ролі фізики в історії – потужний мотиваційний ресурс освітнього процесу.....	131

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ ДО ПРОЕКТНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

<i>Білик Р. М.</i> Про особливості підготовки майбутніх фахівців технологічної галузі з дисциплін безпекового циклу	135
<i>Близнюк М. М.</i> Художньо-проектна діяльність: до питання навчання майбутніх фахівців декоративно-прикладного мистецтва	138
<i>Дінділевич Є. М., Кух А. М.</i> Професійно-методична підготовка майбутнього вчителя фізики і засоби медіаосвіти	142
<i>Килимник С. М., Кух А. М.</i> Професійно-орієнтована діяльність студентів коледжів харчової промисловості з фізики.....	144
<i>Кобілянський О. В., Дембіцька С. В.</i> Особливості підготовки фахівців за спеціальністю 015 «Професійна освіта» у закладах вищої освіти.....	148
<i>Кух А. М., Кух О. М.</i> Управління процесом професійної підготовки магістрів.....	151
<i>Кух О. М., Кух А. М.</i> Формування елементів професійної культури	156
<i>Мохун С. В., Федчишин О. М.</i> Астрономічні спостереження та методика проектування сонячного годинника	159
<i>Панчук О. П.</i> Проблеми впровадження проектно-технологічної діяльності учнів як ефективного методу розвитку науково-технічної творчості.....	164
<i>Петруньок Т. Б.</i> Лабораторні заняття з фізики як засіб формування продуктивних способів пізнання у майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії	167
<i>Поведа Т. П.</i> Формування дослідницьких умінь студентів на лабораторних заняттях з навчальної дисципліни «Метрологія та ергономіка в організації охорони праці»	170
<i>Роздобудько М. О., Кух А. М.</i> Інтенсифікація навчального процесу з фізики в аграрних коледжах	174
<i>Сиско Н. М.</i> Мотивація як важливий чинник неперервного професійного розвитку викладача закладу професійної освіти.....	177
<i>Цідило І. М., Замора Я. П.</i> Застосування технології 3-D друку на заняттях з основ матеріалознавства	181
<i>Чорна О. Г.</i> Організація охорони праці у професійній діяльності вчителя технологій	183
<i>Щирба В. С., Фуртель О. В.</i> Методологічно-організаційні особливості науково-дослідної роботи студентів як виду фахового творчого зростання	186
ДАНІ ПРО АВТОРІВ.....	189

С. В. Мохун, О. М. Федчишин

*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
e-mail: mohun_servey@ukr.net, olga.fedchishin.77@gmail.com*

АСТРОНОМІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ СОНЯЧНОГО ГОДИННИКА

Фундаментальна підготовка вчителів астрономії, які б змогли вирішувати основні завдання шкільного курсу астрономії, була завжди актуальною, особливо сьогодні, в умовах бурхливого розвитку космічних технологій. Астрономія має важливе прикладне значення – її засобами можна стимулювати учнів до вивчення інших шкільних предметів. І, водночас, вона не обходиться без математичного апарату та законів фізики. У астрономії як науці, так і навчальній дисципліні, дуже важливу роль відіграють спостереження. Астрономічні спостереження сприяють формуванню експериментальних, дослідницьких, спостережуваних умінь і навичок. Для успішного вивчення астрономії мають бути створені астрономічні майданчики при навчальних закладах. Адже саме вони забезпечують високоякісне проведення спостережень, які передбачені програмою з астрономії. Одним з елементів астрономічного майданчика обов'язково повинен бути сонячний годинник, методика проектування якого описана у даній статті.

Ключові слова: астрономія, спостереження, сонячний годинник, справжній сонячний час, знання, навички, уміння.

«Ми всього лише розвинені нащадки мавп на маленькій планеті з нічим не примітною зіркою. Але у нас є шанси пізнати Всесвіт. Це і робить нас особливими».

Стівен Гокінг

Протягом тисячоліть астрономічна картина світу є невід'ємною складовою загальнонаукової картини світу та однією з основ наукового світогляду вцілому, яка містить інформацію про просторово-часову будову світу, у якому живе й діє людина.

Важливу роль в астрономії як науці, так і навчальній дисципліні відіграють спостереження. У процесі астрономічних спостережень набувають конкретних рис такі небесні об'єкти як: планети, супутники, астероїди, зорі; такі явища як: схід і захід світил, сонячні і місячні затемнення, зміна блиску змінних зір, поява комет тощо.

Астрономічні спостереження є джерелом фактичних знань, що уможливають пояснення астрономічних явищ, вивчення фізичних характеристик небесних тіл і сутності фізичних процесів у космічному просторі. Багато науковців досліджують різні аспекти астрономічних спостережень та формують різні методики щодо організації та проведення астрономічних спостережень. Дослідженням ролі астрономічних спостережень при вивченні астрономії займалися М.Е. Набоков, Т.І. Нікіфорова, В.І. Воробйов, І.П. Крячко, Т.В. Панченко [4].

Актуальність дослідження обумовлена тим, що головною метою вивчення астрономії в загальноосвітніх навчальних закладах є формування загальнокультурної компетентності, наукового світогляду та основ системи знань про методи й результати вивчення законів руху, фізичної природи, еволюції небесних тіл та Всесвіту в цілому.

Вчителям, педагогам-методистам, нам, викладачам фізики та астрономії, необхідно шукати органічний синтез наших бажань з нашими можливостями: з одного боку зростаючий потік науково-технічної інформації, а з другого, лише строго визначені пізнавальні можливості учнів і обмежені розміри навчальних планів і програм. Крім цього необхідно інтенсивніше вносити у зміст навчання фізики та астрономії знання про методи наукового пізнання, структуру фізичної науки, основні закономірності її розвитку [3].

Сьогодні у шкільній практиці астрономії не відводиться достатня кількість годин на реалізацію практичної складової цієї дисципліни, що унеможливає належним чином організувати астрономічні спостереження. Тому вчителів необхідно знати основні види астрономічних спостережень та методику їх проведення в умовах сьогодення.

Виклад основного матеріалу. Астрономічні спостереження як спосіб активізації учнів до вивчення астрономії несуть в собі потужний емоційний заряд, виховують почуття прекрасного, сприяють розвитку наукового мислення, демонструють могутність людського розуму і його здатність

пізнавати світ, адже, висновки зроблені з власних спостережень, закріплення вивчених законів спостереженнями роблять цікавішим процес пізнання і допомагають глибше зрозуміти природу і явища навколишнього світу [2, с.4].

За своїм призначенням навчальні астрономічні спостереження можна умовно поділити на ознайомлюючі або вступні і тематичні або цільові.

Вступні спостереження дають учням початкові уявлення про небесні тіла. Найчастіше спостереження носять демонстративний характер і проводяться вчителем відразу з великою групою учнів. Об'єктами ознайомлюючих спостережень є Сонце, Місяць, планети, найбільш яскраві зірки, найголовніші сузір'я, деякі подвійні і кратні зорі, туманності, зоряні скупчення та інші характерні астрономічні об'єкти.

Більш високим ступенем навчальних астрономічних спостережень є тематичні або цільові спостереження, що проводяться за спеціальним завданням і з визначеної теми окремими учнями або невеликими групами учнів. На відміну від ознайомлюючих спостережень, що носять найчастіше демонстраційний характер і не потребують повторень, тематичні охоплюють тривалий проміжок часу, протягом якого поступово накопичуються відомості як про самі об'єкти, що спостерігають, так і про зміни, яких вони зазнають. За своїм змістом це будуть в основному або астрометричні (кутомірні), або астрофізичні спостереження. Тематика їх може бути досить різноманітною [1, с.127].

Для успішного вивчення астрономії мають бути створені астрономічні майданчики при навчальних закладах. Адже саме вони забезпечують високоякісне проведення спостережень, які передбачені програмою з астрономії.

Одним з елементів астрономічного майданчика обов'язково повинен бути сонячний годинник, на методиці проектування якого зупинимося детальніше.

Процес проектування різних типів сонячного годинника дозволяє ефективно формувати в учнів експериментальні вміння узагальненого характеру та підвищувати рівні їх пізнавального інтересу [5].

Нехай сонячний годинник потрібно розмістити на території нашого закладу (широта $\varphi = 49^{\circ}32'33''$, 7 N, довгота $\lambda = 25^{\circ}34'20''$, 1 E).

Екваторіальний сонячний годинник. Це найпростіший у виготовленні і встановленні сонячний годинник. Площина його циферблату лежить в площині небесного екватора (розташована під кутом $90^{\circ} - \varphi$, де φ – географічна широта).

Насамперед, потрібно виготовити циферблат екваторіального сонячного годинника – це круг, розділений на 24 однакові сектори по 15° кожен ($360^{\circ} : 24 = 15^{\circ}$). Таким чином, кожна година нашого циферблату містить 15° , а кожному градусу відповідають 4 хвилини годинного часу. Це і уся розмітка (рис. 1а). У центрі встановлюємо гномон – вертикальний покажчик. Він повинен розташовуватися перпендикулярно до верхньої годинника, від цього залежить їх точність.

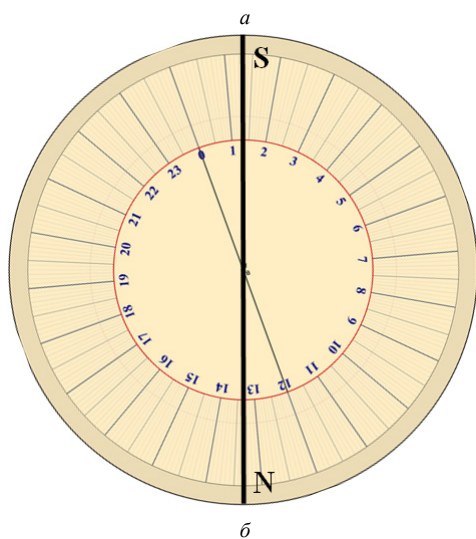
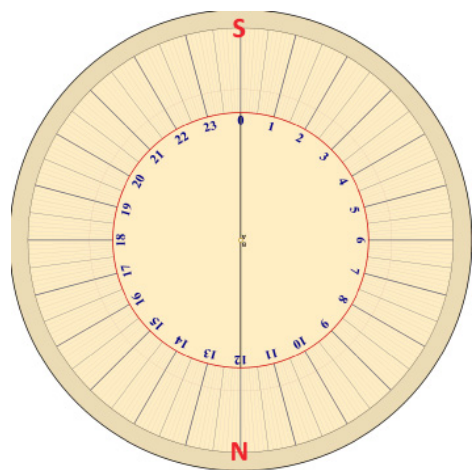


Рис. 1. Розмітка екваторіального сонячного годинника без (а) та з (б) поправкою на довготу

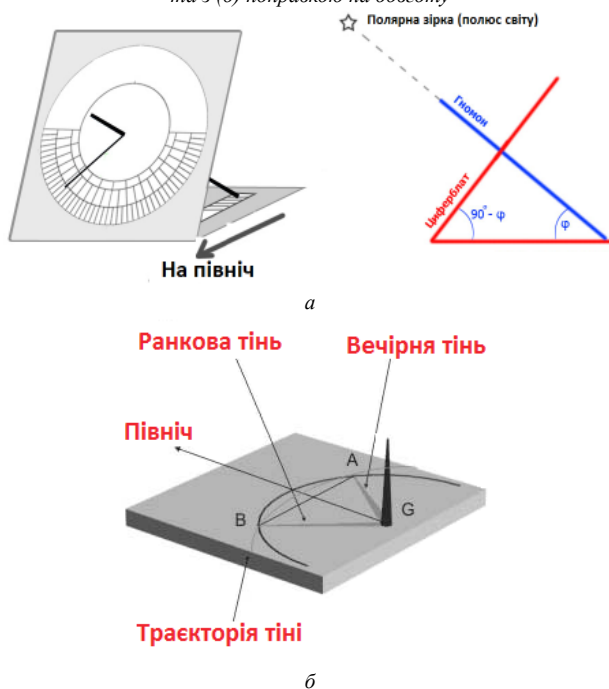


Рис. 2. Правильне встановлення екваторіального сонячного годинника (а) та визначення напрямку північ-південь за допомогою тіні від гномона (б)

Як правильно встановити екваторіальний сонячний годинник? Циферблат повинен розташовуватися як показано на рис. 2а, а полуденна лінія 0-12 повинна відповідати напрямку південь-північ. Оскільки ми розглядаємо зараз літній варіант годинника, а у нас вводиться «літній час», то і

час півдня ми зміщуємо і, відповідно, полуденна лінія у нас зміститься і буде влітку відповідати положенню 1-13. У такому вигляді циферблат можна встановлювати, він вже точно показуватиме час.

Але нам необхідно максимально точно визначити час, тому потрібно буде ще трохи «порацювати» з циферблатом. Зараз він розкреслений, щоб показувати середній час для нашого часового поясу, а нам потрібно полуденну лінію розташувати так, щоб вона показувала справжній полудень в нашій місцевості. Для цього потрібно знати довготу. Час справжнього полудня можна визначити за формулою: $T = 12^r - \lambda + N^r + 1^r$, де λ – географічна довгота місцевості (виражена в годинах), N^r – номер часового поясу (виражений в годинах), 1^r – додаємо одну годину літнього часу.

Для нашого астрономічного майданчика довгота складає $25^{\circ}34'20''$, 1, годинний пояс $N = 2^r$. Довгота $25^{\circ}34'20''$, 1 відповідатиме приблизно 1^r42^{xb} . Підставляючи ці значення у формулу, отримаємо час справжнього полудня:

$$T = 12^r - 1^r42^{xb} + 2^r + 1^r = 13^r18^{xb}.$$

Отже влітку справжній полудень настає в 13^r18^{xb} , а значить полуденна лінія (виділена жирною лінією, рис. 1б) має бути спрямована саме на 13^r18^{xb} .

Тепер необхідно циферблат годинника розташувати так, щоб полуденна лінія S-N розташовувалася точно в напрямку південь-північ. Приведемо декілька способів визначення справжнього напрямку північ-південь:

1. Напрямок на північ можна визначити вночі, спостерігаючи за Полярною зіркою, таке визначення напрямку на північ дасть похибку не більше $1-3^{\circ}$.
2. У момент справжнього полудня тінь від предметів вказує на північ. Ми визначили час справжнього полудня в нашій місцевості (13^r18^{xb}), тепер додавши або віднявши, залежно від знаку, значення рівняння часу, ми отримаємо час настання справжнього полудня для кожного дня.
3. Визначити напрям на північ можна по тіні від гномона. Встановивши гномон, відмічають вранці напрям тіні, потім проводять коло з центром в гномоні і радіусом, який дорівнює довжині тіні (рис. 2б). Увечері відмічають напрям тіні, довжина якої дорівнюватиме вранішній. Бісектриса кута між двома напрямками тіні вкаже на північ.

Після того, як ми вибрали напрям на північ, встановлюємо наш циферблат так, щоб полуденна лінія S-N співпадала з напрямом південь-північ. Площина годинника повинна бути встановлена під кутом $90^{\circ} - \varphi$ до горизонту (рис. 2а). В нашому випадку нахил площини годинника до лінії горизонту складе $40^{\circ}27'$.

Тепер сонячний годинник встановлений правильно і зможе показувати нам точний час. Ось тільки працювати такий годинник буде лише в період з 22 березня по 22 вересня, коли Сонце знаходиться в нашій Північній півкулі. Після осіннього рівнодення циферблат буде перебувати в постійній тіні.

Але якщо ми хочемо протягом року стежити за сонячним часом, то необхідно побудувати інший годинник – з горизонтальним циферблатом.

Горизонтальний сонячний годинник. Цей годинник спроектувати складніше, ніж екваторіальний, зате час він покаже протягом року. У цьому годиннику циферблат лежить у горизонтальній площині, а гномон спрямований на північ і розташований до горизонтальної поверхні під кутом, який дорівнює географічній широті місцевості. Уся складність побудови – в розмітці сонячних ліній, які в даному випадку розташовуватимуться на циферблаті нерівномірно. Цю розмітку можна провести трьома способами.

Перший спосіб – найпростіший, але не дуже точний – спосіб візуальних спостережень. Спершу, потрібно виготовити плоский кадр (циферблат) і розмістити на ньому гномон. У нашому випадку гномон розташовуватиметься під кутом $49^{\circ}33'$ до горизонтальної поверхні кадру.

Креслення гномона в даному випадку матиме вигляд, зображений на рис. 3а.

Після цього закріплюємо гномон на кадрані так, щоб сторони трикутника BC і BA були спрямовані на північ. Тепер спостерігаємо за рухом тіні від гномона і кожен годину робимо відмітки на циферблаті. Таким чином, за добу можна розмітити увесь циферблат. Після розмітки наш циферблат виглядатиме так, як показано на рис. 3б (без врахування поправки на довготу та літній час).

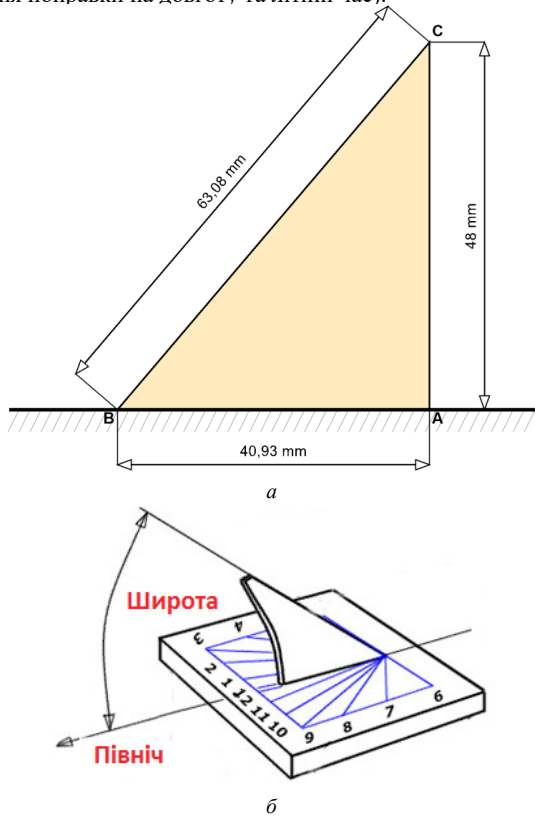


Рис. 3. Креслення гномона (маштаб 1:10)

Другий спосіб – спосіб геометричних побудов.

Спочатку опустимо в т. B перпендикуляр на горизонтальну пряму. Виберемо на цій прямій т. A . З точки A проведемо лінію до перпендикулярної прямої так, щоб кут CAB дорівнював широті місцевості. З точки B проведемо перпендикуляр до відрізка AC і відмітимо на ньому точку D . З точки B проведемо коло радіусом BD і на його перетині з горизонтальною прямою відмітимо точку O .

Тепер будемо коло з центром в точці O і радіусом OB , це коло ділимо на однакові сектори по 15° як при розмітці екваторіального годинника. Кожен промінь продовжуємо до перетину з вертикальною прямою BC . Ці точки і визначатимуть годинну розмітку нашого горизонтального годинника (рис. 4).

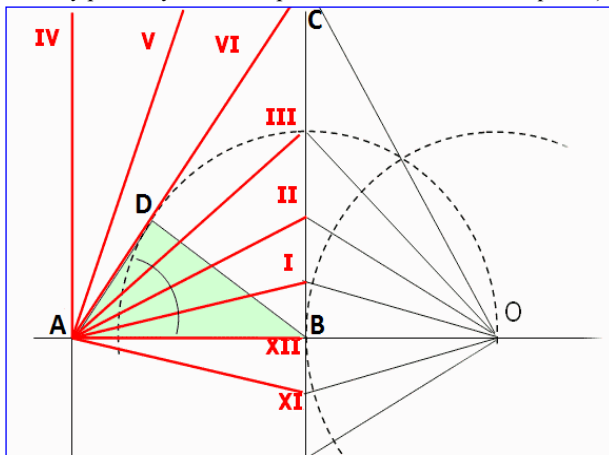


Рис. 4. Розмітка циферблату сонячного годинника за допомогою геометричних побудов

Сполучаємо ці точки з точкою A . Залишилося тільки пронумерувати – і циферблат готовий. Гномон виготовляється так само, як описано в першому способі і встановлюється на циферблат уздовж 12-годинної лінії (лінія AB) так, щоб кут, який дорівнює широті місцевості співпадає з точкою A .

Залишається правильно зорієнтувати годинник на місцевості – і усе.

Третій спосіб – тригонометричний. Спочатку заготовимо основу майбутнього циферблату (рис. 5а).

Усі кути для розмітки годинних поділок можна розрахувати за формулою $\text{tg}\alpha = \sin\varphi \times \text{tg}t$, де α – шуканий кут, φ – широта місцевості, t – інтервал часу, виражений в градусній мірі ($1^\circ = 15'$).

На циферблаті кут між 12 і 11 годинами для нашого випадку приблизно дорівнюватиме $11^\circ,5$ (рис. 5а). Симетрично йому можна відкласти і кут між 12 і 13 годинами. За цією ж формулою (як видно з рис. 5б) ми отримали і інші значення кутів, що відповідають наступним годинним міткам.

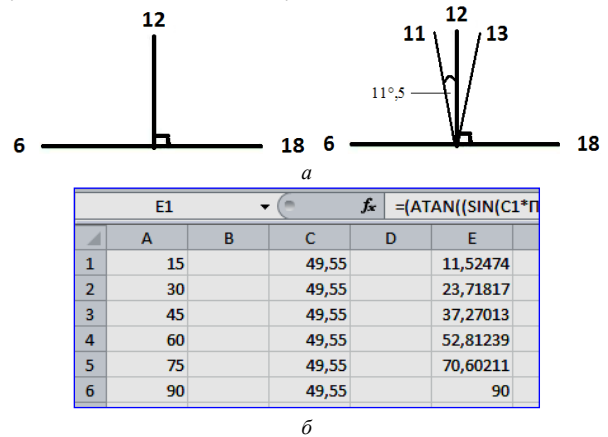


Рис. 5. Заготовка циферблату (а) та розрахунок кутів для розмітки годинних міток (б)

Наш годинник виглядатиме так, як показано на рис. 6 (вигляд зверху). Лінією AB відмічено місце кріплення гномона, в даному випадку без врахування поправки на довготу місцевості. Якщо врахувати цю поправку, то гномон буде спрямований не на 12 годин, а на мітку $13^\circ 18' 30''$ – справжній полудень для нашої місцевості за літнім часом.

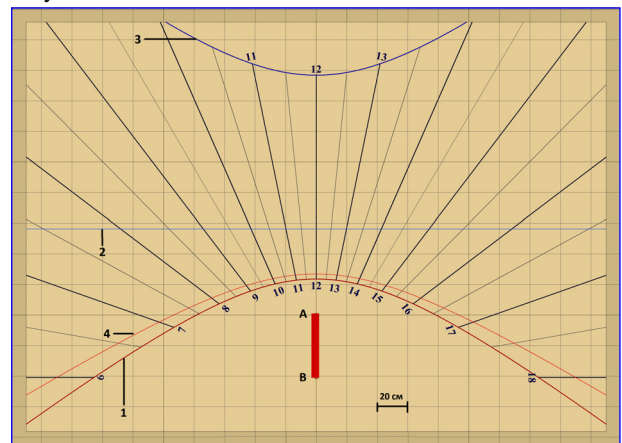


Рис. 6. Розмітка сонячного годинника (вигляд зверху): 1 – лінія літнього сонцестояння, 2 – лінія рівнодень, 3 – лінія зимового сонцестояння, 4 – лінія пам'ятної дати (21 липня (1969 р.) – перебудування Кременецького педагогічного інституту у Тернопіль)

Тепер можна встановити цей годинник, зорієнтувавши гномон по лінії північ-південь, як описувалося раніше.

Аналематичний сонячний годинник – це сонячний годинник, де стрілкою виступає тінь самої людини. Він відносно простий у виготовленні, проте, щоб точно розрахувати його конструкцію, потрібні деякі знання в області астрономії та тригонометрії. Ми приведемо вже готові формули для розрахунку.

Довжина тіні від гномона: $l = h \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \delta_{\odot})$, де φ – широта місця спостереження (в градусах), δ_{\odot} – схилення Сонця в день спостереження (в градусах), h – висота гномона (в метрах). Середній зріст людини зазвичай приймають 1,7 метра.

Довжина малої півосі еліпса (рис. 7): $m = M \cdot \sin\varphi$, де M – довжина великої півосі еліпса (в метрах).

Формула для розрахунку координат точки еліпса за заданим годинним кутом: $x = M \cdot \sin\Theta$, $y = M \cdot \sin\varphi \cdot \cos\Theta$, де $\Theta = 15^\circ \cdot x$ – годинний кут, а x – час, виражений в годинах по полудні. Наприклад, для мітки 12 годин традиційно приймають 0° , 13 годин – 15° , 14 годин – 30° і так далі. До полудня ці значення симетричні і від’ємні (рис. 7).

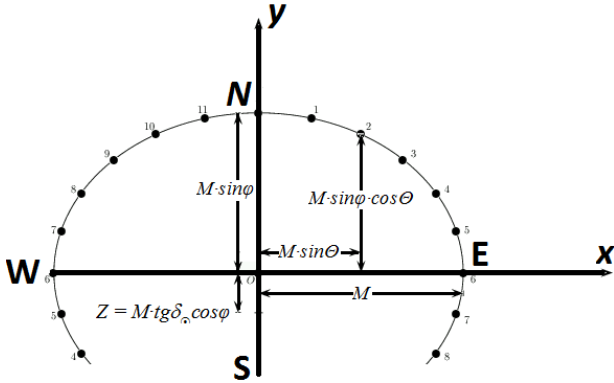


Рис. 7. Розрахунок форми та розмірів еліпса для аналематичного годинника

Календарний майданчик розташовується по центру еліпса.

Для розрахунку календарного майданчика (рис. 8а), застосовується формула: $Z = M \cdot \operatorname{tg}\delta_{\odot} \cos\varphi$, де Z – відстань (в метрах) від центру еліпса 0 по осі Y (N-S).



а				
№	A	B	C	D
1				$2^{\circ} \operatorname{SIN}(49,54^{\circ} \operatorname{PI}()/180) * \operatorname{TAN}(B3^{\circ} \operatorname{PI}()/180)$
2	дата	схилення Сонця, °	x, м	y, м
3	21 грудня	-23,43	0,00	-0,56
4	1 січня	-23,07	0,00	-0,55
5	1 люте	-17,33	0,00	-0,40
6	1 березня	-7,82	0,00	-0,18
7	1 квітня	4,30	0,00	0,10
8	1 травня	14,90	0,00	0,35
9	1 червня	21,97	0,00	0,52
10	21 червня	23,43	0,00	0,56
11	1 липня	23,15	0,00	0,55
12	1 серпня	18,17	0,00	0,43
13	1 вересня	8,50	0,00	0,19
14	1 жовтня	-2,95	0,00	-0,07
15	1 листопада	-14,23	0,00	-0,33

б

Рис. 8. Календарний майданчик аналематичного годинника (а) та координати для його розрахунку (б)

Розміри аналематичного годинника вибираються за довжиною тіні в літній полудень, оскільки нам треба, щоб влітку, коли Сонце піднімається найвище, а тіні предметів найкоротші, тінь нашого гномона (людини) завжди перетинала еліпс в потрібну годину. Для цього треба знати схилення Сонця протягом року. Значення схилення Сонця на будь-який день року можна знайти в астрономічному довіднику або календарі.

Можемо приступати безпосередньо до розрахунків, які необхідні для створення даного типу сонячного годинника в нашому випадку.

Середній зріст людини приймемо 1,7 м, тоді її тінь в літній справжній полудень (коли вона найкоротша в році) на широті нашого астрономічного майданчика буде дорівнювати:

$$l = h \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \delta_{\odot}) = 1,7 \cdot \operatorname{tg}(49^{\circ},54 - 23^{\circ},43) = 0,83 \text{ м.}$$

Для нашого випадку велика піввісь еліпса буде дорівнювати 2 м. Тоді тінь спостерігача влітку в справжній полудень, враховуючи що він знаходиться на крайній верхній відмітці календарного майданчика, досягатиме міток на еліпсі. Довжина малої півосі еліпса:

$$m = M \cdot \sin\varphi = 2 \cdot \sin 49^{\circ},54 = 1,52 \text{ м.}$$

Використовуючи формули для розрахунку координат точок еліпса знаходимо координати годинних міток (рис. 9а).

Від відмітки “0” на північ відкладаємо годинну мітку 12 на відстані 1,52 м (рис. 9а). Це буде мала піввісь еліпса сонячного годинника (вісь y). Також від точки “0” відкладаємо по 2 метри в кожну сторону на захід (W) і схід (E). Це будуть годинні мітки 6 годин (W) і 18 годин (E). Ці годинні мітки утворюють велику вісь еліпса сонячного годинника (вісь x).

Приступаємо до розмітки інших годинних міток. Для цього беремо координати (x; y) потрібної мітки і відкладаємо їх на площині xOy (рис. 9б).

№	A	B	C
1		$2^{\circ} \operatorname{SIN}(A3^{\circ} 15^{\circ} \operatorname{PI}()/180)$	$1,52^{\circ} \operatorname{COS}(A3^{\circ} 15^{\circ} \operatorname{PI}()/180)$
2	годинні мітки	x, м	y, м
3	5	-1,93	-0,39
4	6	-2,00	0,00
5	7	-1,93	0,39
6	8	-1,73	0,76
7	9	-1,41	1,07
8	10	-1,00	1,32
9	11	-0,52	1,47
10	12	0,00	1,52
11	13	0,52	1,47
12	14	1,00	1,32
13	15	1,41	1,07
14	16	1,73	0,76
15	17	1,93	0,39
16	18	2,00	0,00
17	19	1,93	-0,39
18	20	1,73	-0,76
19	21	1,41	-1,07

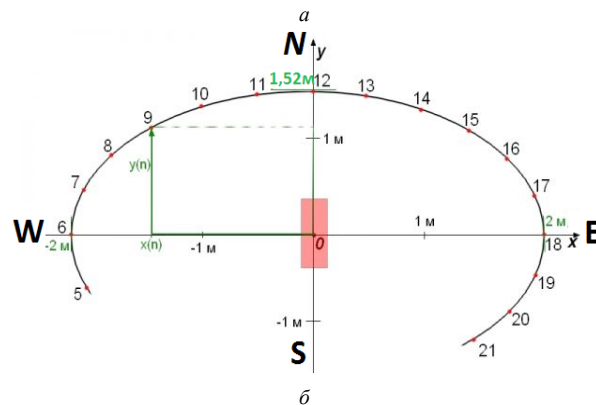


Рис. 9. Координати годинних міток еліпса (а) та схема розмітки (б) аналематичного сонячного годинника

Уважно проаналізувавши дані таблиці (рис. 9а), можна помітити симетричність розташування деяких міток. Наприклад: до 17-годинної мітки симетричні відносно “0” будуть 5, 7 і 19-годинні мітки. Знаючи це, можна значно прискорити процес розмітки. Намалювавши усі мітки, обкреслюємо еліпс циферблату сонячного годинника.

Можна відразу в конструкції сонячного годинника врахувати зимову/літню годину, змістивши мітки на циферблаті в потрібну сторону, або просто нанести другу шкалу для поясного часу. Не забуваємо і про поправку на різницю між місцевим часом на нашому меридіані і поясным часом. Варто відразу врахувати цю поправку в конструкції годинника, змістивши мітки вліво на $1^{\circ} 18^{\text{хв}}$ на циферблаті, який вже показуватиме поясний час.

Далі приступаємо до розрахунку календарного майданчика, який розташовується по центру годинника (прямокутник на рис. 9б).

Відстань від центру еліпса "0" до мітки вибраної дати (по осі у) рахуємо за згаданою вище формулою: $Z = M \cdot \operatorname{tg} \delta_{\odot} \cos \varphi$ (рис. 8б).

Переходимо до розмітки цього майданчика. Спочатку визначимо крайні точки майданчика. Як видно з рис. 8б це будуть дні літнього і зимового сонцестояння (21 червня і 21 грудня). Від відмітки "0" по осі у на північ відміряємо 56 см – це буде крайня точка майданчика, яка відповідає даті 21 червня. Від відмітки "0" по осі у на південь відміряємо 56 см – це буде крайня точка майданчика, яка відповідає даті 21 грудня.

Наш аналематичний сонячний годинник майже готовий! Людина стає так, щоб верхня точка її тіла розташовувалася над міткою, яка відповідає місяцю спостережень на календарному майданчику, а її тінь, як годинна стрілка, покаже сонячний час.

Але у такому вигляді годинник показуватиме час не зовсім точно, поспішаючи у листопаді і відстаючи у лютому. Відомо, що протягом року Сонце нерівномірно рухається по небосхилу, тому до такого сонячного годинника обов'язково додають графік рівняння часу і відповідно до дати спостережень "підводять" покази сонячного годинника. Сонячний годинник готовий!

Висновки. Сьогодні у шкільній практиці астрономії не відводиться достатня кількість годин на практичний зміст цієї дисципліни, що унеможливує належним чином організувати астрономічні спостереження. Тому вчителів необхідно знати основні види астрономічних спостережень та методику їх проведення в умовах сьогодення. Саме тому в даній статті описано методику створення сонячних годинників різних типів, яка стане у пригоді вчителям та учням як один з видів проектно-дослідницької діяльності при підготовці до астрономічних спостережень.

Список використаних джерел:

1. Андрианов Н.К. Школьная астрономическая обсерватория : пособие для учителей / Н.К. Андрианов, А.Д. Марленский. – М. : Просвещение, 1997. – 176 с.
2. Воробйов В.І. Астрономічні спостереження як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів / В.І. Воробйов // Фізика та астрономія в школі. – 2006. – № 6.
3. Мохун С.В. Викладання фізики і педагогічна майстерність викладача [Текст] / С.В. Мохун // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2017. – Вип. 23: Теоретичні і практичні основи управління процесами компетентнісного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю. – С. 142-146.
4. Панченко Т.В. Підготовка майбутніх учителів астрономії до проведення астрономічних спостережень / Т.В. Панченко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 109. – С. 227-230. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2013_109_58

5. Федчишин О.М. Навчальний фізичний експеримент у формуванні експериментальної компетентності учнів при вивченні фізики на профільному рівні / О.М. Федчишин // Науковий часопис національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: Реалії та перспективи : зб. наук. пр. – Вип. 59. – 2017. – С. 198-203.

С. В. Мохун, О. М. Федчишин

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЧАСОВ

Фундаментальная подготовка учителей астрономии, которые бы смогли решать основные задачи школьного курса астрономии, была всегда актуальной, особенно сегодня, в условиях бурного развития космических технологий. Астрономия имеет важное прикладное значение – ее средствами можно стимулировать учащихся к изучению других школьных предметов. И в то же время она не обходится без математического аппарата и законов физики. В астрономии как науке, так и учебной дисциплине, очень важную роль играют наблюдения. Астрономические наблюдения способствуют формированию экспериментальных, исследовательских, наблюдаемых умений и навыков. Для успешного изучения астрономии должны быть созданы астрономические площадки при учебных заведениях. Ведь именно они обеспечивают высококачественное проведение наблюдений, предусмотренных программой по астрономии. Одним из элементов астрономической площадки обязательно должен быть солнечные часы, методика проектирования которых описана в данной статье.

Ключевые слова: астрономия, наблюдения, солнечные часы, солнечное время, знания, навыки, умения.

S. V. Mokhun, O. M. Fedchishyn

Ternopil Volodymyr Gnatyuk National Pedagogical University

ASTRONOMICAL OBSERVATIONS AND DESIGN METHODOLOGY OF A SOLAR CLOCK

The fundamental training of the teachers of Astronomy who could solve the main tasks of the school course of Astronomy has always been relevant, especially today in the conditions of the rapid development of space technology. Astronomy has an important applied meaning. It can stimulate students to study other school subjects. And, at the same time, Astronomy can't exist without the mathematical apparatus and the laws of Physics. Observation plays a very important role in astronomy both in science and in academic discipline. Astronomical observation contributes to the formation of experimental, research, observational skills and abilities. Astronomical sites should be created for a successful study of Astronomy in schools. They provide high quality observations which are predictable in the program of Astronomy. One of the elements of the astronomy site must be a solar clock. The method of designing of a solar clock is described in this article.

Key words: astronomy, observation, solar clock, solar time, knowledge, skills, abilities.

Отримано: 27.04.2018