

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет фізико-математичний**  
**Кафедра фізики та методики її навчання**

«Допущено до захисту»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ**  
**ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ**

Кваліфікаційна робота студента групи ФІм-17  
ступінь вищої освіти магістр  
Спеціальності  
014 Середня освіта (Фізика)  
Войлова Артема Дмитровича  
Керівник:  
Доцент кафедри фізики та методики її  
навчання, кандидат педагогічних наук  
Хараджян Н. А.

Оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Шкала ECTS \_\_\_ Кількість балів \_\_\_

Голова ЕК \_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище, ініціали)

Члени ЕК \_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Кривий Ріг – 2022 р.

## **ЗАПЕВНЕННЯ**

Я, Войлов Артем Дмитрович, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело. Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

---

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ STEM - КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ</b> .....	7
1.1.    Поняття STEM-компетентностей та STEM-підходу .....	7
1.2.    Особливості підготовки вчителів фізики середньої школи.....	25
<b>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1</b> .....	44
<b>РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ STEM-ПІДХОДУ У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ</b> .....	47
2.1. Підготовка вчителів фізики до використання STEM –підходу в середній школі.....	47
2.2. Практичне використання STEM –підходу на уроках з фізики в середній школі.....	50
<b>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2</b> .....	64
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	65
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	66

## ВСТУП

Сучасний світ знаходиться в активному розвитку, інноваційні технології починають заповнювати усі сфери життя людини. Вчені, дослідники та інженери вносять значний вклад в технологізацію сучасного суспільства. З розвитком суспільства освіта повинна покращуватись, орієнтуючись на використання сучасних форм проведення уроку та новітніх засобів наочної демонстрації матеріалу. Учні з маленького віку навчаються використовувати велику кількість сучасних технологій, тому їх складно зацікавити традиційними уроками і постає необхідність створювати сучасний урок опираючись на можливості, потреби та зацікавленість учнів.

У світі активно поширюється новітня форма освіти – STEM. Вона передбачає об'єднання науки, технологій, інженерії та математики, введення до уроку інноваційних технологій і повне оновлення існуючих освітніх програм. Але головною умовою STEM – навчання в школі є наявність вчителів зі STEM – освітою та необхідними навичками.

В шкільній програмі передбачено початок вивчення фізики з 7 класу. У вчителя, який викладає у цьому класі, дуже важливе завдання – дати базові знання, зацікавити у подальшій науково-дослідницькій діяльності, покращенню знань з предмету. В подальшій роботі з класами середньої шкільної ланки вчителів необхідно підтримувати зацікавленість учнів у проведенні дослідів та вивченні матеріалу. Більшість учнів не бажають вивчати фізику через складність предмету та нерозуміння важливості цього предмету. Тому на уроці необхідно дуже детально пояснювати матеріал та мотивувати учнів до самостійного вивчення. При впровадженні STEM-підходу, викладання значно зміниться, що покращить можливості демонстрації фізичних явищ та процесів, буде здійснений уклін на виконання прикладних практичних завдань та знаходження креативного вирішення поставленого питання.

Для успішного формування необхідних навичок в учнів вчителю необхідно мати уявлення про індивідуальні, психологічні й вікові особливості дітей на кожному з етапів уроку. Окрім цього педагогічний працівник повинен мати ті компетентності, які в процесі навчання буде формувати в учнів. Вчителю треба мати ґрунтовну базу знань зі STEM, але все одно продовжувати знаходити нові або вдосконалювати існуючі методи STEM – навчання.

Актуальність теми полягає у необхідності якісної підготовки вчителів фізики середньої школи до впровадження в навчальний процес STEM – підходу, спрямованих на підвищення інтересу учнів до вивчення фізики.

Щороку бажаючих вивчати фізику стає все менше. При продовженні цієї тенденції в майбутньому будемо мати стійкий дефіцит спеціалістів із знаннями фізики. Така ситуація буде негативно відобразитись на прогресі сучасних технологіях. Щоб уникнути цього необхідно розвивати в учнях інтерес до фізики як науки та в цілому до наукових та дослідницьких дій. Таку колосальну роботу може зробити лише вчитель з гарною педагогічною підготовкою, розвинутими особистісними та професійними компетентностями.

**Мета** роботи – формування STEM-компетентностей при підготовці вчителів фізики середньої школи.

Зважаючи на це було розроблено наступні завдання дослідження:

- визначення предметної області;
- аналіз джерел інформації з теми дослідження;
- проаналізувати наявну інформацію щодо сутності, основних понять та розвитку сучасного STEM – навчання;
- розглянути та охарактеризувати особливості підготовки вчителів фізики середньої школи;
- створити конспекти уроків з використанням STEM-підходу фізики для 8 та 9 класів.

**Об'єктом** формування компетентностей при підготовці вчителів фізики середньої школи.

**Предметом** дослідження є формування компетентностей при підготовці вчителів.

Для вирішення поставлених завдань були використані такі методи дослідження: аналіз наукової літератури з проблеми дослідження; вивчення, аналіз і узагальнення педагогічного досвіду вчителів фізики середньої школи.

Практичне значення одержаних результатів: під час аналізу результатів дослідження було виявлено, що сучасні реалії змушують вчителів мати розширені теоретичні знання, творчий потенціал та сучасні STEM – компетентності. Одержані навички можна застосовувати під час проведення курсів підвищення кваліфікації по STEM – освіті для вчителів фізики або при самоосвіті, щоб краще з'ясувати необхідні цілі навчання та для коригування власних дій при самоосвіті.

Структура роботи обумовлена логікою дослідження. Кваліфікаційна робота складається із вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків та списку використаної літератури, що нараховує 35 джерел.

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ STEM - КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

### 1.1. Поняття STEM-компетентностей та STEM-підходу

У наш час STEM є одним з інноваційних напрямків розвитку освіти. Сучасна освіта розвивається у напрямку поєднання різних предметів, що дає учню змогу краще засвоїти освітні терміни. В основі STEM – підходу є вивчення наукової та технологічної галузі через застосування інженерії, математичних розрахунків та моделювання.

Акронім **STEM** означає:

- S – science (наука);
- T – technology (технології);
- E – engineering (інженерія);
- M – mathematics (математика).

Формування розумово – пізнавальних та творчих якостей учнів є основою педагогічного процесу в STEM – освіті.

Компетентність – це поєднання відповідних знань у певній галузі, здібностей і особистісних характеристик, що дають змогу здійснювати обґрунтовані судження про певну сферу діяльності й активно діяти в ній [27, с. 19].

STEM-компетенції/компетентності і навички (competencies & skills) – динамічна система знань і умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності: готовність до розв’язання комплексних задач, критичне мислення, креативність, організаційні здібності, уміння працювати в команді, емоційний інтелект, оцінювання і прийняття рішень, здатність до ефективної взаємодії, уміння домовлятися, когнітивна гнучкість [12, с. 79].

Метою впровадження STEM-підходу є створення таких фахових та соціально – особистісних компетентностей:

**Наукова компетентність:** формування здібності використання наукових знань та методів для сприйняття навколишнього світу.

**Технологічна компетентність:** засвоєння ґрунтовних знань про технології та їх види, засвоєння основних вмінь та навичок роботи з сучасними пристроями.

**Інженерна компетентність:** створення навичок роботи з різними технологічними засобами для вирішення актуальних прикладних задач з інженерної або наукової сфери.

**Математична компетентність:** розвиток здатності використання математичних знань у житті та професійній діяльності.

STEM – освіта змінює педагогічний процес, беручи за основу формування та розвиток не лише розумово – пізнавальних якостей учня, а й творчих. Сучасний ринок праці зацікавлений у людях із високим рівнем знань та корисних навичок. Основою конкурентоспроможного фахівця є такі якості, як критичне мислення, творчість, когнітивна гнучкість, здійснення інноваційної діяльності, здатність до управління та співпраці. Здатність і готовність розв'язувати комплексні задачі підвищує зацікавленість роботодавця до цього кандидата.

STEM – освіта спрямована на пришвидшення розвитку науково – технічної діяльності як в школі, так і на інших освітніх рівнях. Гарно підібрана та створена науково – методична база сприяє підвищенню творчого потенціалу учнів. Для виховання молоді з дотриманням всіх вимог сучасної освіти, необхідне підвищення професійної компетентності науково – педагогічних працівників. При поєднанні Нової української школи та STEM – підходу, основні навички поєднуються для створення успішної особистості, яка є і відповідальним громадянином, і кваліфікованим фахівцем.



**Провідним принципом в STEM – освіті** є інтеграція, за допомогою якої виконується модернізація методологічних засад, збільшується обсяг навчального матеріалу та покращується його зміст. Предмети природничо – математичного циклу поєднуються один з одним, що покращує сприйняття матеріалу та дає змогу на більшу кількість прикладних задач для засвоєння матеріалу. STEM – освіта направлена на технологізацію навчального процесу, що забезпечує формування в учнів компетентностей нового рівня.

У наш час навчальна програма не обмежує творчу ініціативу педагога, що дозволяє обирати та розподіляти матеріал, підбирати та використовувати різноманітні методи та засоби навчання, враховуючи особливості та потреби учнів. STEM – освіта змінює основу навчання з вузькопредметної на загальнодидактичну. У зв'язку з цим повністю оновлюється структура та зміст навчальних предметів, гуртків та освітніх заходів.

Впровадження STEM – освіти в навчальний процес є необхідністю, визнаною на загальнодержавному рівні.

У STEM – освіті поєднані природничі науки, технології, інженерія та математика, що дає можливість розглянути певне поняття з різних сторін та краще використати більше різноманітних засобів для його пояснення. Основою для гарного та якісного сприйняття матеріалу є цікава та проста демонстрація явищ та предметів з використанням новітніх технологій та засобів. Саме підкріплення наукових термінів та понять доступною візуалізацією та практичним відпрацюванням забезпечує глибоке розуміння необхідних процесів.

Потреби сучасного суспільства збільшуються щодня і це робить необхідним пошук спеціалістів, здатних швидко навчатись та підлаштовуватись під інноваційні методи роботи. І закласти фундамент універсальності працівників повинна школа. За допомогою здобутих навичок учням буде легше як в подальшому навчанні та роботі, так і взагалі в цифровому суспільстві. STEM –

підхід використовується не лише в шкільній освіті, а і в різних сферах життя людини. Агропромисловість, інформаційні технології, транспортна сфера, медицина та інші сфери людської діяльності активно розвиваються, інтегрують в роботу сучасні технології та різні науки.

Завдяки STEM – освіті у школярів не тільки підвищується інтерес до точних наук, але й розвиваються творчі здібності та необхідні для сучасної людини компетентності. Таких результатів досягають, змінюючи методику викладання, наповнюючи уроки простою термінологією, доступністю викладеного матеріалу та якісною візуалізацією.

Зміна традиційної освіти на STEM не тільки заохотить учнів до опанування нових інформаційних технологій, а й налаштує їх на вивчення науково - природничих дисциплін. Як наслідок, випускники школи будуть всебічно – освіченими, готовити до експериментів та постійного навчання. Вони будуть в змозі аналізувати свої дії, критично відбирати інформацію та вносити креатив у професійну діяльність. Люди, навчені за системою STEM зможуть легко змінювати професійну діяльність та працювати в умовах швидкого розвитку та інновацій.

Загалом STEM є шляхом до задоволення невпинно зростаючих потреб суспільства майже у всіх сферах. Залучення до роботи спеціалістів з інших напрямків сприяє знаходженню кращих засобів вирішення поставлених задач. Орім створення нових робочих місць, за допомогою працівників з різних сфер, можна створити нові та корисні інновації, що будуть полегшувати життя та роботу інших людей.

Сучасною необхідністю суспільства є робототехніка. Новітні автоматизовані прилади є популярними та використовуються у різних сферах життя. Та кваліфіковані спеціалісти з робототехніки повинні мати знання не лише з інформаційного сектору, а й з різних інших галузей науки.

ІТ – технології є основою сучасного світу, і саме вони використовуються у різних сферах нашого життя. Через великий попит на інноваційні технології, зростає й необхідність у висококваліфікованих працівниках, які зможуть створювати та обслуговувати новітні прилади та застосунки. За допомогою STEM – освіти в школі та інших навчальних закладах, буде прискорюватись технологізація в усьому світі. Адже випускники будуть не тільки розумними, а й креативними, вони зможуть створити такі новітні прилади, які будуть враховувати сферу використання та працювати на досягнення найкращого результату.

Сучасне суспільство почало стрімко змінюватись, через що найціннішим здобутком є знання. Освіта повинна не лише виховувати не лише любов до пошуку та отримання нових знань, а й жагу до самореалізації особистості. Сучасні учні повинні збагачувати та розвивати свій творчий потенціал, креативне мислення.

Технології STEM – навчання використовують не лише під час вивчення предметів природничого і математичного циклу, а й на всіх шкільних дисциплін.

Звертаючи увагу на сучасні вимоги до освіти, розуміємо, що традиційна освіта вже не є актуальною. Наразі суспільство швидко змінюється і методика навчання також повинна змінитись та вдосконалитись. Для учнів треба створити такий підхід, який створить можливості для повного розкриття здібностей та талантів. Молодим винахідникам треба надати доступ наблизитись до технологій та науки, не лякаючись складних термінологій і задач.

Кожна країна прагне змінити свою систему освіти, щоб бути на європейському рівні. Але для досягнення цього необхідно ввести велику кількість інновацій у вже встановлену традиційну методику викладання матеріалу. Саме нова система освіти допоможе дітям ставати спеціалістами, що вражають своєю соціальною мобільністю та швидкістю створення й керування новими технологіями. Спеціалісти високотехнологічних виробництв, ІТ – спеціалісти,

фахівці біо- і нанотехнологій – саме на такі професії зростає попит на сучасному ринку праці. Але для здобуття цих спеціальностей, необхідні люди з високою підготовкою з різних дисциплін. За традиційною системою освіти діти вивчають багато наук, але не вміють поєднувати здобуті знання для створення якісного проєкту. Саме тому STEM – освіта так необхідна в сучасному суспільстві.

Не дивлячись на всі переваги різнобічної освіти, необхідним фактором для успішного вивчення матеріалу та становлення спеціаліста є зацікавленість у пошуково – дослідній та науковій роботі. Звичайні уроки, не підкріпленні практикою або візуальними матеріалами, не сприймаються учнями як необхідні для вивчення та запам'ятовування. З іншого боку – перенасиченість інформацією не викличе в дитини бажання створювати щось нове, а лише відштовхне його від досліджень. За традиційною системою освіти учням просто дають знання, і вони повинні все запам'ятовувати, що не дає дитині достатньо розуміння того, нащо це потрібно і як використовувати в житті. Але якщо дитина зрозуміє певне поняття внаслідок пошукової роботи та підкріпить свої здогадки за допомогою наукового моделювання або прикладної задачі, то вона зрозуміє детальніше про це знання та де його можна використовувати.

На цей час навчання повинно бути випереджувальним, що змушує увесь час знаходити новітні підходи та засоби навчання. Саме через велику насиченість інноваціями система STEM – освіти стає дуже популярною в сучасному суспільстві. Завдяки цьому виду освіти учні стають більш самостійними, для них вирішення проблем та створення винаходів перестає бути чимось складним та страшним. Під час навчання у дітей розвивається вміння мислити логічно та підходити до задач з використанням сучасних технологій.

Навчання за системою STEM надає учням такі необхідні компетентності, як вміння керувати командою та бути її частиною; комунікувати з однолітками та з керівниками проєктів; створення та вдосконалення суспільно корисних ідей.

STEM – навчання спрямоване на знаходження найкращих розв’язків актуальних проблем сучасності й майбутнього. Навчальний план STEM – освіти ґрунтується на ідеї поєднання різних дисциплін, вирішення прикладних задач і проєктній діяльності.

Звертаючи увагу на стрімкий розвиток технологічного та наукового прогресу, можна стверджувати, що в майбутньому цей розвиток продовжиться та стане головним у загальному прогресі кожної людини. Нині в світі можна спостерігати масштабні зміни різних сфер життя людини. І ці зміни пов’язані з появою та активним розвитком енергетичної сфери, інформаційних мереж, нано- та біоматеріалів.

**Пріоритетними технологічними завданнями в XXI столітті вважають:**

- Розв’язання екологічних проблем;
- Оволодіння технологією термоядерного синтезу та розбудову альтернативної енергетики;
- Поліпшення інфраструктури міст;
- Використання нових інформаційних технологій у медицині;
- Розвиток технології віртуально реальності, тощо. [27, с. 5]

STEM – навчання є унікальним підходом до освіти, створеним на основі різноманітних методик викладання та інтересах учнів. Саме тому STEM – освіта може зацікавити кожного. У STEM дітям не пропонується просто виконувати тестування або завдання, така освіта фокусується на розвитку навичок мислення на більш високому рівні. Таким чином звичайні шкільні дисципліни зв’язуються з реальним світом. Особливу увагу STEM приділяє співпраці, дослідям, спілкуванню, вирішенню проблем, розвитку критичного мислення та творчості. Саме ці навички будуть необхідні освітянам для досягнення успіху в сучасному світі, не залежно від інтересів та цілей. STEM – освіта є прогресом, побудованим на нашій здібності до інновацій, винаходів та творчого вирішення проблем.

Однією із найважливіших особливостей STEM – освіти є використання різноманітних технічних засобів навчання. До таких засобів відносяться:

- інтерактивні дошки;
- проекційні столи;
- робототехнічні конструктори;
- наочні моделі;
- лабораторні пристрої;
- 3D принтери;
- 3D ручки;
- цифрові проектори;
- вимірювальні комплекси та датчики;
- копії – дошки та інші.

Використання таких інноваційних засобів на уроці дає змогу учням краще розуміти навчальний матеріал, проводити дослідження та експерименти.

Одним із нових та необхідних методичних підходів у впровадженні STEM – освіти є визначення ефективності навчання учня через її предметні здібності. Оцінювання результатів проходить опираючись на розвиток ключових освітніх компетентностей дитини. Для створення сприятливих умов розвитку здібностей та творчого потенціалу учнів та педагогів необхідно оновити структуру та зміст кожної навчальної дисципліни, додати більшу кількість проєктів та прикладних задач.

Із педагогічного аспекту необхідно урізноманітнювати навчання, використовуючи новітні ігрові технології та інтерактивні навчальні методи. Технологія case-study, тобто навчання за проєктами та виконанням певних практичних завдань, має значну роль в становленні інтересу дітей до науково – дослідної роботи та пошуку різноманітних креативних вирішень актуальних

проблем. Варті уваги і різноманітні методика з розвитку критичного та алгоритмічного мислення учня, покладені в основу STEM – освіти.

Тематика та методика викладання STEM уроків повинна підлаштовуватись під здібності класу, враховуючи індивідуальні та вікові особливості кожного учня. Перед педагогом стоїть задача підібрати матеріал, який зможе задовольнити потреби кожного учня в класі, підтримати його інтерес до наукової та дослідної діяльності, розвинути необхідні життєві та професійні компетентності.

Проектна діяльність впродовж навчання направлена не лише на підтримку інтересу учнів до досліджуваної проблеми, а є стартом для створення та розвитку власних стартапів. Коли дитина проводить значну кількість часу над реалізацією власної ідеї, вона навчається критично аналізувати власні дії, визначати переваги та недоліки проекту, вчасно вирішувати проблеми та з розумом розподіляти час на кожен ви діяльності.

В STEM – навчанні присутня особлива форма роботи, а саме **інтегровані уроки**, тобто логічне поєднання різних дисциплін. Об'єднання занять з різних дисциплін за певною тематикою є одним із шляхів проведення інтегрованих уроків. Окрім цього можна створити спеціальні інтегровані курси, в яких декілька дисциплін гармонійно поєднані навчальною програмою та матеріалом. Під час інтегрованих уроків певний предмет або явище розглядаються з різних сторін відповідно до задіяних на курсі предметів. Також обов'язково використовуються новітні навчальні засоби та методи. Такі STEM уроки можуть проводитись одним вчителем, який отримав освіту в одній або декількох освітніх галузях та закінчив необхідні курси з підвищення кваліфікації. Є можливість проводити інтегровані уроки й декільком вчителям, кожен з яких відповідає за частину урока, на якій опрацьовується матеріал з його навчального предмету. Але при проведенні уроків декількома вчителями виникають труднощі в підготовці узгодженого та гарно структурованого конспекту заняття. Крім цього при викладанні матеріалу різними

педагогами можна з'єднати різні предмети спільною тематикою та провести певні «тематичні дні» або «тематичні тижні», на яких всі уроки націлені на досягнення певної мети, створення певного проєкту або показу іншого результату спільної діяльності. Навчальні екскурсії, квести та конкурси є набули більшої популярності, як нестандартні форми навчання. Більш новітніми методами є фестивалі, хакатони та практикуми. Через складність в організації ці методи не набули достатнього поширення в освітньому процесі, але починають набирати популярність серед українських закладів.

Вивчення лише науково – технічних дисциплін може призвести до занепаду творчості в учнів. Опанування світу без мистецтва може призвести до втрати креативності та нестандартних ідей у молодого покоління. Саме тому американські вчені спонукають до вивчення і науки і мистецьких дисциплін в рівному обсязі. Опираючись на ці дослідження в закладах освіти США створюють та вдосконалюють навчальні програми таким чином, щоб не залишати без уваги творчі дисципліни.

Поки в Україні STEM – освіта ще впроваджується в науковий процес, у Великобританії, Сполучених Штатах Америки, Китаї, Сінгапурі, Ізраїлі, Кореї та Австралії вона активно використовується в навчальних закладах.

Розвиток STEM – освіти в **початкових класах** спрямований на зародження в учнях зацікавленості в пошуку нових знань, виконання легких, але власних досліджень. На ранніх етапах навчання учні вже залучені до створення приладів, беручи за основу вже добуті знання та творчий потенціал. Діти активно шукають інформацію та творчо підходять до знаходження розв'язків поставлених задач.

Вже у **середній шкільній ланці** STEM – навчання трансформується таким чином, щоб укріплювати бажання школярів знаходити нову інформацію та застосовувати її на реальних проєктах. На цьому етапі вчитель повинен усіма силами та засобами продемонструвати дітям, що вивчення дисциплін природничо



– математичної галузі є цікавим та корисним. Йому треба залучати учнів до дослідницької та винахідницької діяльності, підкріплювати наданий матеріал життєвими прикладами та комплексними задачами, демонструвати взаємозв'язок усіх дисциплін. Виконавши необхідні дії на цьому етапі розвитку STEM – освіти педагог зможе змотивувати більшість учнів обрати в майбутньому технічні або наукові професії.

**У старших класах або спеціалізованих закладах** учні починають знайомитись зі STEM на профільному рівні. В них формується стала система умінь та навичок в різних галузях, інтегрованих у STEM – уроках. На цьому етапі молодь вже реалізує власні проєкти, аналізує етапи їх створення, сильні та слабкі сторони, виправляє всі недоліки. Виконання наукових досліджень та експериментів є надійним фундаментом для створення та захисту власного стартапу. Профільний рівень STEM – освіти передбачає наявність в учня необхідних компетентностей, та значного обсягу знань.

**На вищому рівні** здобувачі освіти стають спеціалістами з різних наукових, технічних або інженерних професій. Такі знання вже здобуваються у закладах вищої освіти. Також на цьому рівні виконується розвиток професійних можливостей педагогічних кадрів. Вдосконалюються застарілі методики навчання та створюються та реалізуються нові засоби, спрямовані на краще сприйняття матеріалу школярами.

STEM – освіта в Україні наразі активно розвивається на **неформальному рівні**, тобто у недержавних закладах, таких як приватні гуртки та секції. Саме приватні установи змогли сформувати та підтримувати необхідну матеріально – технологічну базу, створити власні освітні програми, які в незначній мірі випереджають шкільну програму, але все одно враховують особливості учнів. Завдяки невеликим групам, викладач з легкістю знаходить індивідуальний підхід до кожного учня, налаштовуючи їх на плідну працю.

Для закладів **формальної освіти** (дошкільні, загальноосвітні, позашкільні та інші державні та комунальні установи) створюються проекти, спрямовані на введення STEM – освіти у шкільний процес. На таких проектах ознайомлюють педагогів з новою навчальною програмою, допомагають вчителям підвищити свою кваліфікацію та опанувати нові методики та засоби викладання. Для педагогів неодноразово проводяться тренінги та курси, ставляться задачі, з якими вчителю необхідно впоратись, щоб довести власний професіоналізм. Та головною проблемою наразі залишається недостатня матеріально – технічна база навчальних закладів та відсутність необхідного фінансування.

**На інформальному рівні**, а саме у віртуальних центрах та на онлайн платформах також починають набирати популярність цікаві інтегровані курси для школярів різних вікових категорій. Взагалі навчання вдома є цікавим та зручним для батьків, особливо у такі важкі часи. Також онлайн – навчання дає змогу продемонструвати більшу кількість різноманітних візуалізацій певного предмета, явища чи властивості. Та недоліком є те, що в учнів відсутня можливість спробувати провести певний складний дослід під наглядом кваліфікованого викладача або зібрати великий проєкт, через відсутність у вільному доступі певних матеріалів.

**STEM – центри та STEM – лабораторії** є важливою складовою STEM – освіти. Саме вони забезпечують доступ викладачів та учнів до необхідного технічного та матеріального забезпечення. Такі центри створюються на базі шкіл, вищих освітніх та позашкільних закладів, наукових лабораторій. Умовою для створення та розміщення STEM – центрів та STEM – лабораторій є наявність необхідного матеріально – технічного забезпечення, створених професійними фахівцями програм та присутність кваліфікованих викладачів.

У STEM – центрах організовується практична діяльність учнів, під час якої активно використовують інноваційні методики навчання. В ході навчання акцент

поставлений на освіті в науково – дослідницькій галузі. Основними предметами під час занять є екологія, інженерія, програмування та технології. Уроки, проведені в STEM – центрі зацікавлює учнів старшої школи продовжувати навчання в науково – технічному та інженерному напрямках. Окрім цього уклін робиться не лише в заохоченні учнів обирати саме такі напрямки в освіті, але й створенні в молоді інтересу до застосування та розвитку здобутих умінь та навичок у повсякденному житті. Основним чинником професійного успіху кожного є зацікавлення власною справою та перетворення навчання з необхідності на бажання. І саме такого результату прагне досягти освіта у STEM – центрі.

Робота STEM – лабораторій відрізняється від STEM – центрів спрямованістю на проведення експериментальних досліджень замість створення проєктів. Значною відмінністю від інших навчальних установ в STEM – лабораторіях є не тільки використання в навчальному процесі високотехнологічних засобів а й їх розробка та оновлення. Серед учнівської молоді популяризуються дослідження в математичній, біологічній, інформатичній, хімічній, фізичній та астрономічній сферах. Науково – дослідна діяльність учня іде разом з розвитком творчих здібностей та проявами креативу. В STEM – лабораторіях здійснюють не тільки підготовку учнівської молоді, а й виховання креативних та освічених педагогічних кадрів.

Однією із важливих засад впровадження STEM – освіти в навчальний процес є **підготовка висококваліфікованих педагогічних працівників**, які готові до розв'язання складних педагогічних проблем, усвідомлюють власну соціальну відповідальність. Вони постійно знаходять нові шляхи та засоби професійного зростання та прагнуть досягати нових педагогічних висот.

Сучасний вчитель не повинен просто передавати знання учням, йому треба бути ідеалом культури, спонукати учнів розвивати в собі творчість та людські цінності.

У підготовці сучасного STEM – вчителя головним є створення спеціаліста, здатного зрозуміти та донести до учнів необхідність вивчення одразу декількох наукових галузей, здатного створити міждисциплінарні зв'язки власного предмета з іншими. Однією з особливостей такого фахівця є здатність переробити власні уроки на ті, що будуть не тільки готувати дитину до вирішення складних життєвих задач, а й розвивати її особистість.

Педагог у процесі навчання буде не просто проводити уроки, а стане фасилітатором, мейкером та тьютором нової освіти. Такий вчитель буде вмотивованим вносити зміни в освітній процес та у власну особистість.

Вчителю необхідно не просто розуміти основи та методику STEM – освіти, а жити цим, шукати нові ідеї та застосунки, розробляти нові прийоми та форми викладання. Аналіз наявних практик інших педагогів також є важливою частиною професійної діяльності сучасного вчителя, адже таким чином можна із власного досвіду та досвіду колег створити кращу освітню програму та вдосконалити власний урок. Введення інтеграції з різними навчальними предметами та використання на уроках новітніх технологій допоможе досягти необхідного результату сприйняття та узагальнення матеріалу. Вчитель, додаючи до звичайного уроку нестандартних методів, засобів та форм викладання, змінює стиль мислення школярів та навчає їх самостійно здобувати необхідні сучасні компетентності.

Сучасне покоління є більш розвинутими з дитинства, вони ростуть у світі технологій, їх неможливо зацікавити традиційним шкільним уроком, через що з'являється гостра необхідність реформувати всю освіту, а починати треба з основи – з вчителів.

Вчитель, навчений працювати в STEM використовує на уроках творчий підхід до учнів, без натиску підштовхує їх до науково – дослідної діяльності,

зацікавлює кожного та знаходить до нього підхід, активно розвиває в дітей вміння чітко й швидко аналізувати отриману інформацію та робити висновки.

Теперішній етап формування галузей викладацької освіти потребує зміни змісту та структури організаційно-методичної підтримки, знаходження нових методів, сучасних методів навчання, які спрямовані на реалізацію своєї творчості спеціаліста високого рівня. розвитку компетентності за умов додатково навчання. Запровадження STEM-освіти є одним із новітніх напрямків зміни та актуального розвитку сфери освіти на основі особистісно-орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів.

Еволюція формату освіти прогнозує новітню діяльність освітніх установ, що характеризується планомірним експериментуванням, апробацією та впровадженням інновацій у освітній процес. Пошук нових видів взаємозв'язку з викладачами освіти та реалізація унікального середовища освіти підготовки педагога після здачі диплома. Адже лише за умов інноваційного середовища можна підготувати педагога-дослідника та інноватора. зміни в інститутах

Освіта багато в чому залежить від підготовки фахівців, здатних впроваджувати у практичну діяльність нові технології та викладати свої дослідження. Для системи освіти з'явилася задача підвищити професійну кваліфікацію педагогів, професійного розвитку та саморозвитку сучасних педагогів. Післядипломна педагогічна підготовка може стати важливим чинником професійного розвитку вчителів.

Важливо створити умови для доступного зростання рівня знань викладачів, посилити на практиці інноваційні компоненти освіти за рахунок поєднання особистісно-орієнтованого та компетентно-діяльнісного підходів, значно підвищити психологічні знання та педагогічні результати. добився оновлення та доповнення.

Викладач є головною ланкою всіх педагогічних змін, які змушують її орієнтувати свою діяльність на існуючі цінності.

Важливе місце у освітньому процесі освітнього закладу належить діяльності викладача, його комунікабельності, вмінню налагодити діалог із учнями, адекватно розуміти і сприймати світ одне одного - як підлеглий, бо як рівний. партнер, колега з комплексного мистецтва навчання.

В теперішніх реаліях по покращення освіти необхідно розуміння науково обґрунтованих підходів до розвитку свої особливостей з урахуванням нюансів викладання, що допомагає індивідуальному та особистісному розвитку, розвитку здатності займатися професійною діяльністю. Діяльність з опорою на педагогічну рефлексію, розроблену відповідно до основних орієнтирів цінностей та перспектив, вимог до викладацької доброчесності викладацької моралі та потреб освіти

Викладач, під час професійного прогресу, характеризується можливістю розширюватися за рамки постійної практики як педагога та педагогічної діяльності загалом

Усвідомлення педагогами своїх навичок, майбутніх перспектив та викладацького зростання заохочує займатися експериментами. Найважливішим елементом у цій ситуації підготовки викладача є шанс та потреба обрати, відчутти з іншої сторони, свою свободу, а з іншого боку, свою відповідальність за все, що відбувається і відбуватиметься.

Професійний розвиток пов'язаний з особистісним розвитком людини і є одним із його елементів. Його можна описати трьома категоріями:

- Розвиток як кількісний приріст певних характеристик (наприклад, набуття нових знань та умінь);
- Розвиток як досягнення стандартів (існує бажаний кінцевий стан, до якого спрямований процес змін);

– Розвиток з орієнтацією на якісні зміни (процес змін йде від «гіршого» до «кращого» стану, наприклад підвищення ефективності діяльності, поліпшення організації праці)

Розвиток особистості спеціаліста відбувається в умовах постійної трансформації, яка передбачає внутрішню діяльність, що надає змогу вийти за межі усталених закономірностей особистих та соціальних потреб, реалізувати розуміння змісту та мети самої діяльності.

Найважливіші положення щодо підвищення кваліфікації педагогів:

– Найважливішим у викладацькій діяльності вчителя є покращення вміння реагувати на зміни та вплив експлуатації різних шляхів. можливість вносити постійні корективи відносно особливостей учня; здатність співвідносити власний досвід із досвідом інших викладачів;

– Викладацький розвиток людини зв'язаний із відносинами, які існують на шкільному рівні, відносинами між учителем та іншими викладачами, однолітками, та батьками;

Три категорії вчителів у межах професійного викладання:

1) Вчителі, які не хочуть і не можуть критично оцінювати свою практику і, отже, не визнають роль інших у цьому завданні.

2) Викладачі, які можуть і хочуть аналізувати та робити свій внесок у свою практику

3) Невелика кількість вчителів, які не вміють і не хочуть аналізувати свою практику та цінувати внесок інших дорослих у покращення своєї практики;

Форми підвищення кваліфікації освітян:

а) методичні зустрічі;

б) звичайне навчання;

в) стандарти для вчителів як форма самооцінки;

Післядипломна педагогічна підготовка включає задоволення індивідуальних

потреб педагогів у плані особистісного та професійного зростання, сприяння створенню умов для підвищення кваліфікації педагогів, здатних компетентно і відповідально виконувати поставлені завдання, впровадження інноваційних технологій та сприяння соціально-економічному розвитку. Виходячи з цього, професійний розвиток педагогів є цілеспрямованим та спеціально організованим процесом планомірного покращення можливості викладачів, який визначається тенденцією суспільства, що з'являються від власного досвіду та специфіки діяльності. результати вчителя вчителя.



## 1.2. Особливості підготовки вчителів фізики середньої школи.

Об'єктивна необхідність істотної зміни усталеної структури та змісту наукової освіти полягає у необхідності впровадження нових теорій, що докорінно змінюють уявлення про наукову картину світу. Тому освіта, як визначення орієнтирів реформування всіх секторів високотехнологічного нашого суспільства та інших сфер діяльності, має бути перспективним і передбачуваним, з допомогою вдосконалення і впровадження нових технологій у всі сфери виробництва. та необхідність набуття деяких нових складних навичок та навичок майстерності.

Це призвело до створення парадигми навчання, орієнтованої людини. У цій парадигмі наукова освіта пов'язується з можливістю реалізації творчого та активного існування людини у зовнішньому світі, а наукове знання стає фундаментальним, що безпосередньо впливає на формування наукового мислення людини. Тому одним із найважливіших завдань сучасної системи освіти є впровадження інноваційних та продуктивних навчально-педагогічних методів вирішення завдань, формування сучасного студента, здатного вирішувати поставлені завдання. Але, як відомо, без базових знань і знань неможлива будь-яка творчість в сучасних умовах.

З цього погляду бачимо, що дуже важливо змінити акцент з інформаційної особливості на питання учбового процесу в рамках цієї цілі, від початкової до вищої освіти.

Тоді виникають додаткові вимоги до наступних завдань для викладача фізики. Врешті-решт, основну і об'ємну роль грає фізика, тому що вона працює з окремими та загальними законами природи, які застосовуються до всіх структур у природній та науковій галузі. Фізика як предмет перебуває в категорії фундаментальних предметів, що спостерігає за розвитком подій у зовнішньому світі, їх розвитком та закономірності плину з часом.

Правильність оцінок сучасних теорій у створенні єдиного наукового

світогляду не викликає сумнівів і точно засвідчується за допомогою досліджень, що проводяться.

Фізичні методи пронизують різні науки, і фізика може представляти точку дотику, унікальний механізм з'ясування елементарних явищ, що лежать в основі складних природних процесів. Загально визнано, що курс загальної фізики має найбільший потенціал для інтеграції в цикл природничих наук, тому що фундаментальні поняття, теорії та закони фізики представлені та широко використовуються в більшості інших загальних наук та дисциплін, тісно пов'язані з ними. що створює необхідну основу у розвиток навчального комплексу загальнонаукових навичок.

У фізиці формулюються загальні постулати, одним з яких є теорія Бору, що встановлює інтегральний зв'язок, загальну закономірність у розвитку не тільки фізичних теорій, а й виражає теорії інших наук (теорії стара теорія знаходиться в образі форми з границями та підпаду нової теорії, нова теорія необхідного перетину кордону природним чином перетворюється на стару).

Безперечно, що після розуміння циклу природних теорій вчений має вивчити основні закони природи, матерії, розвитку суспільства та людини; вміти оцінювати проблеми у взаєминах особистості, людського суспільства та природи; вони мають здатність формувати загальні уявлення про матеріальні основи світобудови .

У цих умовах головною умовою набуття та засвоєння нових знань про сутність природознавства є відтворення цього виду освіти, що забезпечує активну розумову діяльність та розвиває здатність порівнювати, протиставляти, узагальнювати та пристосовуватися до нових обставин та способів. направляє узагальнення умінь та навичок учнів.

Найціннішим у підготовці майбутніх учителів природничих наук, особливо фізики, є вміння приймати нестандартні рішення, брати на себе відповідальність

за свої дії та передбачати їх наслідки. У процесі навчання майбутні вчителі фізики повинні виробити навички та компетенції, які знадобляться їм протягом усього їхнього свідомого життя, незалежно від галузі, в якій вони працюють, тобто свобода суджень, здатність зосередитися на фундаментальних проблемах та постійне розширення свого погляду на науковий світ.

У традиційній практиці вищої освіти є два підходи до вирішення проблеми професійної підготовки вчителів фізики. Перша з них спрямована на передачу професійних знань студентам вишів, на формування підприємницьких навичок та умінь.

Тому передбачається, що наукова перспектива «формується» сама собою і не сильно позначається на професійній діяльності майбутнього фахівця. У процесі навчання не приділяється уваги його принципам та методичним проблемам. При розгляді з іншого ракурсу проблема виховання та навчання орієнтує на формування певного професійного працівника, який володіє необхідними навичками, різноманітним мисленням методичними засадами дослідження та застосування знань, активною науковою позицією. , відчуває. нести відповідальність за результат дії чи бездіяльності.

Це наукове бачення світу, тобто бачення всесвіту, природи та суспільства, всього, що знаходиться навколо нас і що відбувається всередині; воно було прийнято методом пізнання, що точно показує речі та процеси якими вони повинні бути; вона заснована винятково на стані знання всіх наук. Така узагальнена система знань людини про явища природи та їх співвідношення з основними принципами існування природи становить наукову сторону світогляду. Отже, світогляд є цілісне освіту, і його формування залежить, передусім, від рівня інтеграції всіх навчальних дисциплін. Зрештою, світогляд включає і відіграє важливу роль у загальних знаннях, таких як повсякденне життя (життєва практика життєва практика), та ефективність його формування залежить головним чином

від ступеня інтеграції всіх навчальних дисциплін.

Такий світогляд може скластися в освітньому процесі в умовах взаємодії природничих, технічних, гуманітарних та соціальних наук. Наукове мислення такого фахівця орієнтоване на усвідомлення об'єктивної необхідності оволодіння культурою використання відомих методичних підходів у подальшій професійній діяльності.

Перехід до модернізації освіти передбачає переорієнтацію процесу набуття знань на результат набуття знань у діяльнісному вимірі з упором на накопичення знань, визначених у нормативному документі. Навички та вміння перекладаються на формування та розвиток знань, індивідуальної здатності діяти, застосовувати власний

Досвід дій у конкретних подіях, впорядкування навчального процесу з урахуванням необхідних освітніх вимог до досягнень того, хто навчається.

У професійній підготовці вчителя фізики необхідно постійно контролювати відповіді питання про те, наскільки майбутній вчитель фізики сучасний матеріал і те, як він використовує сучасні та інноваційні методи навчання. забезпечити їх здатність відповідати поточним вимогам ринку праці, що швидко змінюється, і завжди мати потенціал для швидкого реагування у своїй професії і соціальних структурах.

Проблем і невирішених завдань на уроках фізики завжди було багато, і ці галузі, звичайно, не зменшилися останнім часом, але, на наш погляд, особливо оголилися і стали безперечними два взаємопов'язані факти: перший — помилковість, шкідливість та руйнівність. стратегічне педагогічне «затягування» курсів та запровадження інтегрованих природничих курсів, в яких робиться спроба замінити окремі предмети вивченням змісту фундаментальних наук, таких як фізика, хімія, біологія, астрономія та інші, а по-друге, мета підвищення актуальності навчання. природничі та математичні дисципліни як основа

інженерно-технічної освіти,

Не секрет, що підхід до вивчення фізики донедавна характеризувався двома суперечливими складовими: з одного боку, традиційним підходом, який поважає фізику як фундаментальну науку, що має безперечний авторитет та значення для підготовки фахівців у галузі майже всі поля. секторів економіки, а з іншого боку, ще більш відверто, бажання позбутися тягаря вивчення відверто найбільш проблематичної, загадкової, систематичної і тому досить складної розуміння науки.

Більше того, фізика за своєю природою є експериментальною наукою, а отже, для її вивчення потрібні спеціальні прилади, апарати, обладнання тощо, що, у свою чергу, потребують додаткових матеріальних ресурсів, значних витрат праці, часу та інтелектуальних зусиль.

Під різними модними методами, робилися й давно робляться спроби максимально спростити викладання фізики і навіть ускладнити його, підкресливши лише найдоступніші узагальнення та висновки, максимально спростити викладання фізики і, виділяючи лише найдоступніші узагальнення та висновки, аж до того, що утруднюють інтеграцію викладання фізики. з тими ж курсами, які досі вихолощувалися в інших природничих науках (хімії, біології, географії, астрономії тощо). катастрофічні наслідки яких тільки зараз стають очевидними громадськості. який вимагає багато знань, щоб зрозуміти. і зрозуміти і задіяти всі свої інтелектуальні та фізичні зусилля по максимуму.

На жаль, останніми роками термін «без зусиль» став майже синонімом розуміння «сучасного» підходу до освіти. інакше жодного інтелектуального прогресу не буде. Можливо, тепер, після низки трагічних для нашої країни подій, остаточно стане ясно, що науково-технічні та інженерні знання становлять основу Сил оборони держави, і мети не може бути досягнуто без зусиль. Як приклад та аналогія: держава десятиліттями будувала хмарочоси без бомбового захисту,

виправдовуючи такий підхід необхідністю економії грошей, матеріалів, будівельної площі тощо, але в нинішній екстремальній ситуації помилковість таких підходів. всім стало очевидно одночасно, прямо на різних рівнях, ми говорили про крайню небезпеку хмарочосів,

Таким чином, кілька інтегрованих наукових курсів як компенсація за поглиблене вивчення відповідних наукових основ якщо і припустимі, то тільки у виняткових випадках і лише для обмеженої кількості художньо-естетичних напрямів (естетико-гуманітарних і т. д.). з якістю підготовки фахівців цивільних та військових спеціальностей. Інтегровані курси з вивчення природничих наук, апріорі змістовні та поглиблені, не виконують освітньої мети, мають певною мірою ознайомлювальний характер, але в цілому результати їх вивчення, на наш погляд, можуть бути характеризуються. кажучи "

Звісно, технічна спрямованість системи вищої освіти загалом робить впровадження інтегрованих курсів мотивуючим і робить навчання усвідомленим. При цьому слід пам'ятати, що розуміння змісту законів природи, сутності та можливих наслідків природних явищ тощо, так чи інакше, є основою виживання людини, яка перебуває в екстремальній ситуації. ситуації, так як і для того, щоб дотримуватись вказівок з техніки безпеки, необхідно передбачати можливі наслідки порушення або недостатньо чіткого дотримання вимог зазначених вказівок. Наприклад, використання вологої деревини як електроізоляції може бути смертельно небезпечним.

Конкретні приклади, яких можна привести в надлишку, показують насамперед, що воно засноване на конкретних наукових знаннях і на вмінні їх застосовувати, що має бути метою освіти. І в центрі уваги освіти має бути не заучування загальних висновків під девізом спрощення, скорочення та оптимізації, а розуміння конкретного наукового змісту. Тому мотиваційному аспекту вивчення фізики в системі загальної середньої освіти та професійної освіти доцільно

приділити більше уваги, а причин та аргументів для цього цілком достатньо у сучасних умовах.

Пріоритетним підходом сучасної освіти є компетентнісний, що забезпечує підготовку учнів до вирішення освітніх, соціальних та життєвих завдань, що хвилюють їх, до оволодіння соціалізованими практиками тощо. Закон України «Про освіту» визначає одинадцять ключових навичок, які необхідні кожній сучасній людині для успішного життя.

Державний стандарт середньої освіти (затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898) визначає вимоги до результатів навчання на основі компетентнісного підходу. Як і в поточних програмах, новий документ представляє компетентнісний потенціал кожної освітньої галузі та показує здатність області розвивати всі свої ключові компетенції у вигляді розвитку базових навичок, відносин та знань.

Аналіз практичних завдань дозволив зробити висновок про те, що вчителі природничих наук зазнають труднощів у формуванні індивідуальних умінь, особливо культурологічних. Останні події продемонстрували важливість національної єдності, патріотизму і головне поваги до рідної країни, її давньої історії та традицій.

Це підкріплюється актуальністю питання щодо організування культурної компетентності, оскільки володіння нею, згідно з нормативними документами, означає, що викладач зацікавлений оволодінням культурними досягненнями своєї та інших країн світу, шанобливе ставлення до них, культурні традиції українців, представників корінних народів, меншинств та інших держав і народів; – здатність розуміти та

Високо цінити творчі і культурні способи вираження у різних народів за допомогою різних видів мистецтва та інших культурних форм; Прагнення розвивати та виражати ідеї та почуття за допомогою культури та мистецтва.

Формування ключових умінь школярів за допомогою фізики стало предметом досліджень Г. Бібік (пізнавальні, самоосвітні, комунікативні)[1], І. Бургун (педагогіко-пізнавальні)[3], М. Галатюк (педагогіко-пізнавальні)[4], Куриленко (екологічний)[13], О. Ліскович (освітньо-пізнавальний, інформаційний, охоронний)[14], Л.В. Непорожня (природничо-науковий)[22], В. Шарко (освітньо-пізнавальний, інформаційний, цивільний, екологічний)[37].

Питання моделювання культурної компетентності учнів у процесі навчання фізики є актуальним і потребує подальшого вивчення. Метою нашого дослідження є визначення структури та змісту культурологічної компетентності учнів на уроках фізики, критеріїв вибору змісту навчально-методичних матеріалів та методів навчання.

Аргумент щодо адекватності її застосування до визначення структури культурологічної компетентності показало дослідження І. Варнавської та О. Черемісіна, в якому наведені наступні критерії оцінки сформованості даної компетенції у студентів вищої школи: когнітивні (оцінка знань у полі особистої культури); критерій активності (оцінка умінь та здібностей); Критерії набору (оцінка самої діяльності, культурні цінності).

Цей зміст культурологічної компетентності є підставою для вибору теми додаткових навчальних матеріалів та першого виду діяльності - для вибору методів та способів навчання, спрямованих на формування культурологічної компетентності учнів. Додаткові навчально-методичні матеріали покликані допомогти учням зрозуміти «з урахуванням індивідуальних особливостей сприйняття учням навчальних матеріалів, а також їх особистих інтересів та переваг; створити умови для вияву творчих здібностей; здатність впливати на почуття та емоції учня.

Серед педагогічних методів, що висувуються дослідниками як стимулятори навичок (проблемний, евристичний, дослідницький, проектний, кейс-метод), тут



одним із варіантів є використання міждисциплінарних педагогічних проєктів (науковий та художньо-педагогічне спрямування). Вчителі фізики вже мають досвід організації такої проєктної діяльності. На обласному форумі юних ентузіастів-фізиків (з 1988 р. в Миколаївській області) були представлені проєкти: «Райдужка-музичний інструмент – «Рейнстік», «Фізика в картинках та віршах», «Підсилювач звуку» та ін. Формування культурної грамотності учнів. , Що є актуальним в даний час, слід розглядати не як додаткове навантаження на вчителя фізики, що відволікає його від вирішення завдань чи проведення експериментів, а як важливе доповнення до навчального процесу, що сприяє цілісному розвитку особистості, формуванню патріота, громадянина України, а також популяризація фізичних знань серед студентів. досвід організації проєктної діяльності.

Місце фізики у системі предметів загальної освіти визначається особливостями фізики як науки з-поміж інших наук. Сучасна фізика є основним джерелом знань про навколишній світ, основою науково-технічного прогресу і водночас однією з найважливіших складових людської культури [20, с. 12].

Фізика – це теоретична наука, що відкриває фундаментальні закони природи. Фізичні теорії та фізичні методи дослідження все більше проникають в інші природничі науки (хімію, астрономію, біологію та ін) та дають важливі результати. Первинну структуру матерії та найпростіші форми руху матерії вивчає фізика. Фізика створює наукову основу світогляду, що є частиною діалектико-матеріалістичного світогляду [20, с. 13].

Цінність тих чи інших предметів навчання визначається його специфікою та особливостями. Фізика як у програмі середньої школи означає, що учні можуть вивчати основи фізики – як науки. Її зміст, система та методика відкривають великі для формування в учнів наукового світогляду, розвитку навичок, умінь та практичних навичок самостійної роботи. Під час вирішення завдань зростають розумові здібності учнів, особливо логічне мислення

При організації навчальних процесів необхідно визначити зміст фізичного виховання та знати, який вік є оптимальним для вивчення фізики та який принцип слід покласти в основу побудову курсу фізики в цьому році.

Аналіз досвіду уроків фізики у школах за кордоном з урахуванням загальних дидактичних вимог та вимог психологічного навчання лягає в основу визначення віку, в якому учні починають займатися фізикою. У нашій країні фізику вивчають із дванадцяти років протягом п'яти років. Шкільна реформа передбачає збільшення тривалості навчання фізики до шести років.

На уроці можливі три системи навчання та відповідні їм програми з фізики: радіальна (лінійна), концентрична та градуйована.

1. Найпростіший принцип побудови програми – радіальний. Це означає комплексне вивчення розділів, тем та питань курсу лише один раз за весь період навчання. Вже випробуваний матеріал буде повернено лише для повторення.

Позитивним моментом учбової програми, побудованої за радіальним принципом, є систематизований виклад шкільного матеріалу.

Проте ця структура курсу має низку істотних недоліків, головний у тому, що вона враховує вікові особливості учнів, що суперечить вимогам психології та дидактики старіння тому, що для розуміння складних фізичних понять та законів учням необхідно накопичувати фізичні знання та уявлення, що неможливо при радіальному викладанні матеріалу.

2. Наступний принцип побудови – концентричний, означає, що вона вивчається у двох розділах, після чого курс поділяється на два концентратори.

На першій спеціалізації вся фізика вивчається на спрощеному рівні, рівні явищ, доступному учнів середнього віку, з урахуванням, насамперед, математичної підготовки.

У другій спеціалізації знову вивчається фізика, але вже на вищому науковому рівні.

Позитивною рисою цієї системи є можливість набуття міцних знань шляхом багаторазового вивчення раніше знайомого матеріалу. Його недоліком є непродуктивне марнування часу на повторне вивчення матеріалу та деяке зниження інтересу учнів, оскільки вивчається вже знайомий учневі матеріал.

3. Шахове розташування навчальних матеріалів поєднує у собі позитивні властивості двох попередніх способів побудови уроку фізики. Систематичність подачі матеріалу прийнята за радіальною системою та за концентричною системою - з урахуванням вікових особливостей учнів.

На першому етапі вивчення фізики проводиться підготовча підготовка студентів, які знатимуть основні явища та елементи деяких фізичних теорій, засвоїти основні фізичні поняття та фізичну термінологію. Деякі предмети, такі як гідростатика та аеростатика, вивчаються лише на першому курсі.

Другий ступінь присвячений систематичному вивченню фізики з урахуванням знань, отриманих на першому ступені.

Певним недоліком цієї програми є непереборні елементи концентричності.

З урахуванням певних філософських позицій. Важлива його частина формується щодо фізики. Всі ці положення діляться на декілька груп:

- Матеріальність всесвіту.
- Одна із складових природи.
- Діалектична та матеріалістична природа науки.

Різні філософські позиції вимагають різного підходу до вивчення:

I група - матеріальність світу, зв'язок між матерією та рухом, простором та часом.

II група - закон єдності та протистояння протилежностей, не руйнівність матерії, роль практики у пізнанні.

III група - пізнання світу, предметність пізнання, взаємозв'язок та взаємообумовленість явищ, матеріальна єдність світу та ін.

Ці поняття спочатку постулюються, та був конкретизуються і уточнюються під час навчання. Кожне з цих термінів виявляється після вивчення сукупності явищ.

Ці правила постійно формуються. На них робиться акцент щодо всіх явищ у процесі їх споглядання.

Викладання фізики має бути з актуальними проблемами суспільства, щоб показати роль науки у розвитку. Це дає змогу формувати певні громадянські якості у студентів – майбутніх громадян незалежної України.

Шляхи та засоби вирішення цих завдань:

- Навчіть учнів розглядати всі досягнення науки та техніки з погляду соціального розвитку.
- Поясніть суспільне значення того чи іншого розділу фізики, того чи іншого відкриття.
- Виділіть роль місцевих дослідників у розвитку науки та техніки.
- Показати роль міжнародного співробітництва у розвитку науки.
- Одним з найважливіших завдань вчителя фізики під час уроків є оформлення фізичних визначень - невід'ємна частина процесу формування та розвитку абстрактно-логічного міркування учнів. Саме оволодіння учнями фізичними визначеннями є доказом їх успішності в оволодінні знаннями та запорукою їхнього постійного прогресу в оволодінні дидактичним матеріалом.

Фізичні поняття являють собою особливим типом більш загального поняття, яке зазвичай називають саме поняттям.

Вчені визначають поняття по-різному. Але всі визначення відображають загальні характеристики цієї психологічної категорії: продукт розумової діяльності - думка, що відбиває загальні, суттєві і специфічні властивості предметів чи явищ дійсності, відмінні від інших

Аналізуючи таке визначення, не важко помітити, що поняття є результатом пізнання людиною довкілля, їх формування стимулюється прагненням знайти раціональне вираження думки у доступній та узагальненій формі.

Поняття змісту та форми вираження не залишаються постійними, фіксованими. Занурення у сутність явищ чи вивчення властивостей предметів призводить до з'ясування характерних ознак та поглиблення їх смислової форми. Діалектичний характер понять проявляється у тому, що процес з'ясування часто призводить до відмови цих понять, заміні їх іншими, досконалім і науково визначеними. З того часу від концепції продуктивного магнітного монополя відмовилися після детального вивчення електромагнітного поля.

На основі нових понять науки виникають нові теорії, що поєднують різні поняття своєю подібністю, підпорядкованістю та взаємозв'язком. Типовим прикладом такої властивості понять є створення квантової теорії з урахуванням квантового поняття.

У дидактичному сенсі термін є проміжною категорією пізнання світу. Загальний природний взаємозв'язок між явищами та предметами визначає і зв'язок між поняттями. Прогресивне вивчення природи передбачає певну прогресивність концептуалізації. Зазвичай, вже вивчені поняття стають частиною вже нових понять.

Тому для формування поняття напруги необхідно опанувати поняття електричного поля, електричного заряду і роботи. Поняття прискорення може бути створене без засвоєння учнями поняття швидкості тощо.

Можуть з'явитися проблеми у засвоєнні визначень учнями, причини яких можуть бути:

- Первинне узагальнення – недостатньо якісний аналіз явищ, що вивчаються, і відокремлення лише властивостей, не характерних для явища або предмета;

- Внутрішньо понятійне узагальнення - з усього обсягу інформації відокремлюються лише небагато явищ, що призводить до неправильних співвідношень між окремими властивостями поняття;

- Міжпонятійне узагальнення — надмірно великий вплив поняття інші.

2. Процес освіти фізичних понять підпорядкований загальним законам освіти решти понять. Але цей процес прихований особливостями фізики як науки. Ці характеристики включають велику залежність від сенсорного аспекту навчання у природи за допомогою спостереження та експериментування; використання таких категорій, як фізичні величини для кількісного вираження властивостей, об'єднаних поняттям; органічне поєднання емпіричних та теоретичних методів пізнання.

Джерелами формування фізичних уявлень у школярів є:

- Власний життєвий досвід; характеризується емоційністю образів, що сприяють активізації навчального матеріалу; часто дають спотворені уявлення про явища та предмети природи, що нерідко ускладнює процес формування фізичних уявлень;

- Дидактичний матеріал, наданий учителем під час уроків фізики; це джерело пропонує найкращий вплив із погляду наукової достовірності; результат навчання великою мірою залежить від майстерності вчителя;

- Дослідження з інших дисциплін - цей ресурс відноситься до виду міжпредметних зв'язків та їх ефективність лише гарантована лише виконанням дидактичних вимог;

- Мимовільна освіта; гарантує більшу стабільність у концепції; це зазвичай призводить до ситуації неправильного застосування понять, це також стає причиною появи узагальнень.

При формуванні уявлень про фізику вчитель повинен знати та враховувати рівень знань та вихідні уявлення учнів та, відповідно, обирати форму зв'язку з

учнями.

Існує два способи формування понять:

- Традиційний - пізнання відбувається за схемою від «конкретного до абстрактного», узагальнення ґрунтується на аналізі подібних явищ, предметів, властивостей;
- Давидовим методом - спочатку дається визначення терміна, потім його ставлення до явищ та предметів природи.

На базі професійного досвіду педагогів та великих наукових досліджень розроблено конкретну систему роботи з формуванням фізичної концепції, що дозволяє досягти найвищого дидактичного ефекту. Він має такі компоненти:

- Відбір характерних ознак на основі спостереження, робота книжкою;
- Резюме основних характеристик визначення;
- Характеристика спеціальних вправах;
- Відрізнити це поняття з інших подібних;
- Встановлювати зв'язки та відносини між цими поняттями та іншими;
- Застосування концепцій до вирішення фізичних завдань;
- Класифікація та систематизація фізичних понять.

Існують певні умови для реалізації розвитку дидактичного ефекту:

- Організовано активну інтелектуальну діяльність студентів;
- Спрямоване вирішення найважливіших дидактичних завдань;
- Гарантується повне дотримання основних дидактичних принципів;
- Надаються приміщення для різних форм та методів виховної роботи;

Система має бути послідовною як під час навчання у класі, і під час виконання домашніх завдань.

3. Порушення методики утворення фізичних визначень призводить до появи дефектів у знаннях фізичних понять учнями: неспроможні розкрити фізичну сутність поняття, що неспроможні описати властивості фізичних явищ та об'єктів.

При відтворенні інформації учні плутають особливості та зміст фізичних понять, не розрізняють чи застосовують їх неправильно (плутають види енергії). Також трапляються випадки, що учні неспроможні встановлювати зв'язку й відносини між поняттями;

4. Кожний вид педагогічної роботи повинен мати дидактичний ефект. Зазвичай ефективність роботи викладача оцінюють з урахуванням критеріїв сформованості фізичних уявлень. У викладанні сучасної фізики виділяють чотири рівні формування фізичних понять в учнів.

Якісна підготовка до навчального процесу з фізики означає високу ефективність процесу. Правильний вибір тих чи інших форм організації дозволив найефективніше виконати основні завдання навчального процесу.

У професійній практиці вчителів фізики склалася система організації навчального процесу:

- Класи;
- Семінари;
- Конференції;
- Під час читання;
- Практично;
- Подорожувати;
- За бажанням.

Вибір тієї чи іншої форми організації проводиться з урахуванням різних обставин та умов:

- Предмет уроку,
- Мета класу;
- Вік учнів;
- Інтерпретація;
- Рівень розвитку учнів;



- Рівень оснащення кабінету.

Оскільки завдання вчителя дуже складні і часто багатогранні, різні форми організації часто групуються в одну переважну форму (заняття-екскурсія, заняття в майстерні тощо). Можна поєднувати елементи різної форми. Частота використання однакова щодо різноманітних форм організації. Найбільш поширеним способом організації навчальної діяльності є урок.

Заняття – це спосіб організації педагогічної роботи, при якому педагогічний процес обмежений у часі (45 хвилин), у просторі (аудиторія, кабінет) та у кількості педагогічного матеріалу (тематичний план).

Кожен урок має загальну мету навчання, що визначає тип та структуру уроку.

Найбільш поширена система оцінок за навчання:

- Урок вивчення нових матеріалів;
- Курс від знання до дії;
- Клас для консолідації та огляду матеріалів курсу;
- Майстер-клас зі знань та бухгалтерського обліку;
- Комбіновані заняття.

Правильний вибір способу навчання сприяє ефективному досягненню основної дидактичної мети заняття.

Різновиди курсів:

1. Урок вивчення нового матеріалу;
2. Урок типу застосування знань;
3. Урок про те, як закріпити та переглянути матеріали курсу;
4. Урок з моніторингу та звітності знань;
5. Комбіновані курси.

Останнім часом значно зріс інтерес вчителів до нових форм організації та структур навчання. Саме на цій основі зародився рух освітян-новаторів.

З'явилися нові види уроків, основним завданням яких є активізація пізнавальної діяльності учнів:

- Взаємне навчання;
- Курс «ділові ігри»;
- Курс – конкурс;
- Курси – консультації;
- Курси творчості для школярів;
- Викладацька робота;
- Комп'ютерні уроки;
- Фізичні аукціони тощо.

У цій типології навчання важко визначити якусь узагальнюючу межу. Це відображає лише те, що вважається інноваційним у цьому класі. Усі досягнення педагогів-новаторів вимагають детального вивчення та узагальнення. Не виключено, що більшість цих занять можна описати відповідно до існуючої системи класифікації та дидактичних правил.

У системі роботи вчителів фізики також застосовуються не дидактичні форми організації. Вони збільшують працездатність вчителя, розширюють арсенал педагогічної роботи.

- Семінари. Студенти готуються за підготовленим планом та вивчають різні літературні джерела. На заняттях вони мають можливість не лише пояснити суть теми чи теми, а й порівняти виклад у різних статтях, висловити свої думки та думки. Це сприяє розвитку інтелектуального потенціалу учнів, формуванню умінь та навичок роботи з літературними джерелами;

- Конференції. Формат схожий на семінари, але суттєво відрізняється масою та різноманітністю питань. Лекція готується заздалегідь за планом викладача. Водночас проводяться агітаційні заходи та готуються інформаційні матеріали;

- Випробувальний термін;
- Подорожувати. Дивіться відповідні конференції;
- За бажанням.

Збіг назв деяких форм організації та методів навчання свідчить необхідність подальшого вивчення теми.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

STEM – це лаконічне поєднання на уроках наукової, технологічної, інженерної та математичної галузей. На цих уроках освіта здобувається одразу по декількох освітніх напрямках, але водночас не нехтуючи творчістю та креативністю.

**Метою STEM - освіти** є створення таких фахових та соціально – особистісних компетентностей:

- наукової;
- технологічної;
- інженерної;
- математичної.

Компетентністю називають лаконічне поєднання знань, здібностей та особистісних характеристик у певній галузі. Таке поєднання дає змогу робити аргументовані висновки щодо певної сфери діяльності та працювати в ній.

STEM-компетентності – це динамічна система знань і умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності.

**Провідним принципом в STEM – освіті** є інтеграція, за допомогою якої виконується модернізація методологічних засад, збільшується обсяг навчального матеріалу та покращується його зміст. Предмети природничо – математичного циклу поєднуються один з одним, що покращує сприйняття матеріалу та дає змогу на більшу кількість прикладних задач для засвоєння матеріалу. STEM – освіта направлена на технологізацію навчального процесу, що забезпечує формування в учнів компетентностей нового рівня.

STEM – освіта в Україні наразі активно розвивається на **неформальному рівні**, тобто у недержавних закладах, таких як приватні гуртки та секції. Саме приватні установи змогли сформувати та підтримувати необхідну матеріально –

технологічну базу, створити власні освітні програми, які в незначній мірі випереджають шкільну програму, але все одно враховують особливості учнів. Ці заходи дають змогу вчителям створити власні методики викладання, під час створення яких педагоги розвивають власні компетентності.

Для закладів **формальної освіти** (дошкільні, загальноосвітні, позашкільні та інші державні та комунальні установи) створюються проєкти, спрямовані на введення STEM – освіти у шкільний процес. На таких проєктах ознайомлюють педагогів з новою навчальною програмою, допомагають вчителям підвищити свою кваліфікацію та опанувати нові методики та засоби викладання.

Однією із важливих засад впровадження STEM – освіти в навчальний процес є підготовка **висококваліфікованих педагогічних працівників**, які готові до розв'язання складних педагогічних проблем, усвідомлюють власну соціальну відповідальність. Вони постійно знаходять нові шляхи та засоби професійного зростання та прагнуть досягати нових педагогічних висот.

**STEM – центри та STEM – лабораторії** є важливою складовою STEM – освіти. Саме вони забезпечують доступ викладачів та учнів до необхідного технічного та матеріального забезпечення. Такі центри створюються на базі шкіл, вищих освітніх та позашкільних закладів, наукових лабораторій. Умовою для створення та розміщення STEM – центрів та STEM – лабораторій є наявність необхідного матеріально – технічного забезпечення, створених

Одним з найважливіших завдань вчителя фізики під час уроків є оформлення фізичних визначень - невід'ємна частина процесу формування та розвитку абстрактно-логічного міркування учнів. Саме оволодіння учнями фізичними визначеннями є доказом їх успішності в оволодінні знаннями та запорукою їхнього постійного прогресу в оволодінні дидактичним матеріалом.

Найціннішим у підготовці майбутніх учителів природничих наук, особливо фізики, є вміння приймати нестандартні рішення, брати на себе відповідальність

за свої дії та передбачати їх наслідки. У процесі навчання майбутні вчителі фізики повинні виробити навички та компетенції, які знадобляться їм протягом усього їхнього свідомого життя, незалежно від галузі, в якій вони працюють, тобто свобода суджень, здатність зосередитися на фундаментальних проблемах та постійне розширення свого погляду на науковий світ.

Пріоритетним підходом сучасної освіти є компетентнісний, що забезпечує підготовку учнів до вирішення освітніх, соціальних та життєвих завдань, що хвилюють їх, до оволодіння соціалізованими практиками тощо. Закон України «Про освіту» визначає одинадцять ключових навичок, які необхідні кожній сучасній людині для успішного життя.

У професійній підготовці вчителя фізики необхідно постійно контролювати відповіді питання про те, наскільки майбутній вчитель фізики сучасний матеріал і те, як він використовує сучасні та інноваційні методи навчання. забезпечити їх здатність відповідати поточним вимогам ринку праці, що швидко змінюється, і завжди мати потенціал для швидкого реагування у своїй професії і соціальних структурах.

На уроці можливі три системи навчання та відповідні їм програми з фізики: радіальна (лінійна), концентрична та градуйована.

Оскільки завдання вчителя дуже складні і часто багатогранні, різні форми організації часто групуються в одну переважну форму (заняття-екскурсія, заняття в майстерні тощо). Можна поєднувати елементи різної форми. Частота використання однакова щодо різноманітних форм організації. Найбільш поширеним способом організації навчальної діяльності є урок.

## РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ STEM-ПІДХОДУ У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ

### 2.1. Підготовка вчителів фізики до використання STEM –підходу в середній школі

Підготовка вчителів фізики до впровадження STEM-підходу при викладанні фізики в середній школі здійснюється на 1 курсі магістратури під час вивчення дисципліни «Інноваційні STEM-технології в освіті».

**Метою** навчальної дисципліни є ознайомлення із галуззю робототехніки, STEM. Курс спрямований на популяризацію галузі робототехніки в Україні, підготовку студентів до викладання робототехніки та впровадження STEM-підходу в ЗВО та ЗСО як окремої дисципліни або факультативу.

Основні завдання предмету є:

- формувати ключові компетентності відповідно до Державного стандарту загальної середньої освіти та STEM-компетентностей, визначених Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти).
- розвивати навички проєктної діяльності та проєктного менеджменту шляхом реалізації навчальних проєктів у команді та самостійно;
- стимулювати мотивацію до отримання нових знань, допомагати формувати їх творчу особистість;
- сприяти розвитку інтересу до техніки, конструювання, програмування;
- отримати знання про базові принципи проєктування робототехнічних комплексів.

#### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН КУРСУ

Тема 1. STEM-освіта в Україні та світі.

Тема 2. Робототехніка та основи кодування як сучасний цифровий напрямок розвитку суспільства.

Тема 3. Впровадження STEM-підходу за допомогою для вивчення основ кодування.

Тема 4. Впровадження STEM-підходу за допомогою різновікових наборів для вивчення робототехніки.

Тема 5. Реалізація власних STEM-проектів з використанням різних робототехнічних платформ

Урок буде вважатись проведеним із застосуванням STEM-підходу тоді коли на уроці буде використано елементи:

- Робототехніки;
- 3д друку
- Віртуальної або доповненої реальності.

На наш погляд найбільш зручним та широко доступним на сьогоднішньому етапі розвитку є використання робототехніки. Засобів для впровадження STEM-підходу на уроках фізики багато. Проте для реалізації впливає багато факторів: доступність, ціна та легкість впровадження серед школярів.

Одним із способів вирішення цієї проблеми є використання програмно-апаратного комплексу Arduino. Він є недороговартісним і має безліч можливостей як для конструювання так і для програмування. Він відкриває великі можливості для подальшого програмування мікроконтролерів, створення різних приладів та систем розумного будинку.

Програмно-апаратний комплекс Arduino вже завоював світовий ринок завдяки доступності і простоті у використанні. Наразі ця платформа є найпопулярнішою освітньою платформою електроніки і робототехніки.

До плюсів програмно-апаратний комплекс Arduino слід віднести що мова, якою програмується контролери Arduino — це видозмінений C++, а це означає що Arduino допоможе учням освоїти одну із затребуваних мов програмування. Також слід зазначити, що швидкість проектування і розробки на Arduino набагато



вища ніж у інших мікроконтролерів, це обумовленою простою але в той же час добре проробленою архітектурою.

Також одним із плюсів Arduino є комплектуючі. На даний момент існує безліч периферійних пристроїв і датчиків, які можна підключити до Arduino, починаючи зі звичайних кнопок і закінчуючи рідкокристалічними екранами.

Крім того існує безліч дидактичного матеріалу, який можуть використовувати як учні так і вчителі. Це безліч підручників, різноманітні статті в мережі інтернет і канали в YouTube присвячені цій тематиці.

Вся робота з Arduino зводиться до трьох задач: підключити кабель, підключити компоненти і написати програму. При цьому з Arduino можна створювати різноманітні речі серед яких створення роботів, керування іграми, системи сигналізації, проекти автоматизації систем будинку.

Програмування на Arduino простіше ніж написання мобільного додатку чи першої гри, а тому простіше і швидше можна продемонструвати учням результати роботи. А чим швидше і простіше, тим цікавіше це для учнів.

Програмування на Arduino можливо будь-якою мовою, проте для початку існує дуже зручне інтегроване середовище програмування Arduino IDE. Його версії можна знайти для Windows, macOS, GNU/Linux та інших операційних систем. IDE підтримує C і C++ і включає в себе бібліотеки для різноманітних апаратних компонентів. Коли програма закінчена, вона завантажується до плати за допомогою USB-кабеля.

Працюючи з Arduino учні також будуть отримувати нові навички роботи з електронікою, в залежності від того, над яким проектом вони працюють. Оскільки учні ніколи раніше не працювали з дротами і макетними платами, це буде безпечним і цікавим методом навчання.

Учні також мають змогу попрацювати з безліччю цікавих електронних компонентів, зрозуміють принцип їх роботи. Коли учні самостійно зможуть

збирати схеми і писати програмний код, то відкриють для себе великий творчий потенціал.

Саме тому для реалізації задач кваліфікаційної роботи а саме розробки конспектів уроків з використанням STEM-підходу фізики для 8 та 9 класів було використано ПАК Ардуїно.

## **2.2. Практичне використання STEM –підходу на уроках з фізики в середній школі**

Наведемо приклади розроблених уроків з використанням STEM-підходу

### **1. «Тепловий стан тіл. Температура та її вимірювання» у 8 класі**

**Клас 8**

**Дата проведення уроку:**

**Рівень навчальної програми:** базова.

**Тема уроку:** Тепловий стан тіл. Температура та її вимірювання

**Урок 1/3**

**Мета уроку:**

**навчальна:** сформувати в учнів поняття про тепловий стан тіл, температуру та засоби її вимірювання; познайомити учнів програмно-апаратним комплексом Arduino, навчити збирати схеми за допомогою Arduino;

**розвиваюча:** розвивати алгоритмічне мислення, увагу, пам'ять;

**виховна:** виховувати дисципліну, зібраність, уміння сконцентруватися, позитивне ставлення учнів до навчально-пізнавальної діяльності.

**Дидактичне забезпечення:**

Фізика : підруч. Для 8 кл. закл. загал. серед. освіти / [В.Г. Бар'яхтар та ін.] ; за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. – 2-ге вид. перероб. – Харків : Вид-во «Ранок», 2022. – 240с.: іл., фот.

**Методичне забезпечення:**

програма з фізики, календарне планування, методичні рекомендації щодо проведення уроків з теми, підручники з методики навчання фізики.

**Тип уроку:** комбінований.

**Програмне забезпечення:** середовище програмування Arduino IDE.

**Апаратне забезпечення:** комп'ютер, плата Arduino Uno, USB-кабель, з'єднувальні проводи, датчик температури.

### Структура уроку (45 хв.)

I. Організаційна частина	1 хв.
II. Пояснення нового навчального матеріалу	10 хв.
III. Виконання практичного завдання	30 хв.
IV. Рефлексія	3 хв.
V. Повідомлення домашнього завдання	1 хв.

### Хід уроку

#### I. Організаційна частина

Доброго дня, шановні учні. Ми з вами розпочинаємо подорож цікавим світом фізики. Сьогодні будемо розглядати те, з чим ви стикаєтесь увесь час - з температурою.

#### II. Пояснення нового навчального матеріалу

**Температура** — це фізична величина, яка характеризує стан теплової рівноваги системи тіл.

Прилади для вимірювання температури називають **термометрами**

Сьогодні на уроці ми будемо вивчати датчик температури.

У температури рідини, наприклад води, є 2 межі: найхолодніша, тобто температура замерзання і найгарячіша температура – кипіння та перетворення на пару.

Для води найнижчою є температура 0 °С. При цій температурі вона перетворюється на лід. А найвищою, тобто точкою кипіння є 100 °С. Нагріта до такої температури вода починає перетворюватись на пару.

У СІ за основну одиницю температури взято кельвін (К)  $[T] = 1 \text{ }^\circ\text{K}$ .

На малюнках ви бачите схему підключення датчика температури та його вигляд. Він має циліндричну форму, але одна сторона ніби відрізана (Рис. 2.1).

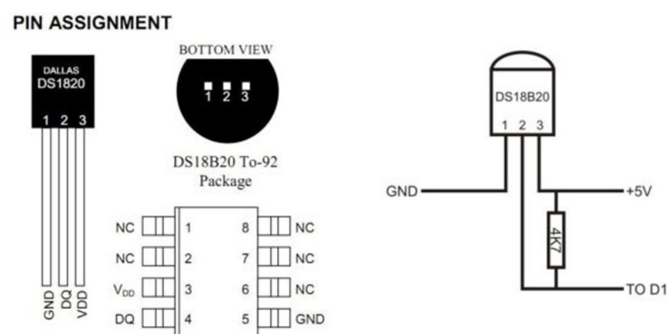


Рис. 2.1. Будова датчика температури та його підключення

Наш датчик має такі характеристики:

- Похибка вимірювання не більше 0,5°С (для температур від -10°С до +85°С).
- Діапазон вимірювання: від -55°С до +125°С.
- Живлення: від 3,3В до 5В.

Для підключення датчика температури візьмемо його плоскою стороною до себе і підключаємо як на малюнку (Рис. 2.2).

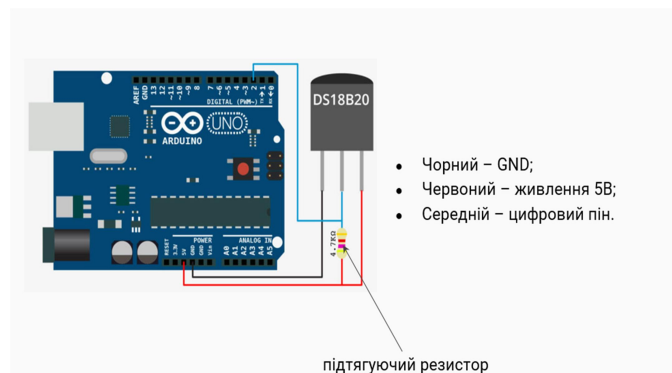


Рис. 2.2 Підключення датчика температури до плати Arduino Uno

### III. Виконання практичного завдання

Для можливості роботи з датчиком температури необхідно підключити бібліотеку OneWire.h.

*(пояснення кожної рядка коду за коментарями)*

```
#include <OneWire.h> //бібліотека для роботи з інтерфейсом 1-Wire
OneWire ds(2); // Створення об'єкта OneWire для взаємодії з датчиком
(цифровий пін 2)
void setup(){
  Serial.begin(9600); //Підключення порту для виведення інформації
}

void loop(){
  // Определяем температуру от датчика DS18b20
  byte data[2]; // массив для зберігання температури
  ds.reset(); // скидання стану датчика
  ds.write(0xCC); // команда DS18b20 пропуску пошуку за адресою
(підключено лише 1 датчик)
  ds.write(0x44); // команда DS18b20 виміряти температуру. Значення
температури одержиться у внутрішній пам'яті
```

```

delay(1000); // Чекаємо, поки датчик вимірює температуру
ds.reset(); // Готуємося отримати значення температури
ds.write(0xCC);
ds.write(0xBE); // команда DS18B20 на одержання значень внутрішніх
регистрів пам'яті
// зчитування відповіді
data[0] = ds.read(); // читаємо молодший байт значення температури
data[1] = ds.read(); // і старший байт
// Формуємо з двох байтів значення температури:
//      - "зклеюємо" два байти та множимо на роздільну здатність за
замовчанням 0,0625
float temperature = ((data[1] << 8) | data[0]) * 0.0625;
Serial.println(temperature); // виводимо значення температури в послідовний
порт

```

Для перегляду графіка температури запустіть монітор послідовного порту як показано на малюнку (Рис. 2.3).

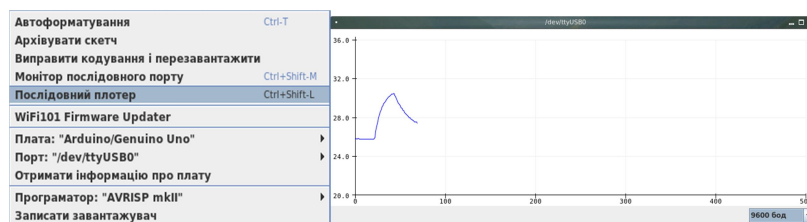


Рис. 2.3. Монітор послідовного порту

Затисніть датчик температури між пальцями та спостерігайте за змінами на графіку. Відпустіть датчик та спостерігайте за спаданням температури.

А зараз проведемо експеримент та дослідимо чи залежить швидкість охолодження чаю від наявності у ньому цукру. Для цього в дві чашки наливаємо

воду однакової температури, в одну з них кидаємо цукор одразу, а в іншу через 5 хвилин, після чого чекаємо ще 5 хвилин та порівнюємо температури. З'ясуйте, скільки точок може бути відображено на графіку та скоректуйте часову затримку в програмі так, щоб весь експеримент умістився в графік.

На основі даних експерименту зробіть висновки.

#### **IV. Рефлексія**

Дайте відповіді на запитання:

1. Про що ви дізнались сьогодні на уроці?
2. Що ви навчилися робити?
3. Як ви це робити та які прилади використовували?

#### **V. Повідомлення домашнього завдання**

Прочитати параграф № 1, стор. 6-10. Відповісти на контрольні запитання на сторінці 10.

### **2. Розробка STEM – уроку для вивчення теми «Електромагніти та їх застосування» у 9 класі**

**Клас 9**

**Дата проведення уроку:**

**Рівень навчальної програми:** базова.

**Тема уроку:** Електромагніти та їх застосування.

**Урок 2/3**

**Мета уроку:**

**навчальна:** ознайомити учнів з поняттям електромагніту, його характеристиками та застосуванням, навчити учнів підключати реле до плати Arduino Uno та керувати ним;

**розвиваюча:** розвивати алгоритмічне мислення, увагу, пам'ять;

**виховна:** виховувати дисципліну, зібраність, уміння сконцентруватися, позитивне ставлення учнів до навчально-пізнавальної діяльності.

**Дидактичне забезпечення:**

Фізика : підруч. Для 9 кл. закл. загал. серед. освіти / [В.Г. Бар'яхтар та ін.] ; за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. – 2-ге вид. перероб. – Харків : Вид-во «Ранок», 2022. – 277с.: іл., фот.

**Методичне забезпечення:**

програма з фізики, календарне планування, методичні рекомендації щодо проведення уроків з теми, підручники з методики навчання фізики.

**Тип уроку:** комбінований.

**Програмне забезпечення:** середовище програмування Arduino IDE.

**Апаратне забезпечення:** комп'ютер, плата Arduino Uno, USB-кабель, з'єднувальні проводи, реле, потенціометр, лампочка.

**Структура уроку (45 хв.)**

I. Організаційна частина	1 хв.
II. Пояснення нового навчального матеріалу	10 хв.
III. Виконання практичного завдання	30 хв.
IV. Рефлексія	3 хв.
V. Повідомлення домашнього завдання	1 хв.

**Хід уроку:****I. Організаційна частина**

Доброго дня, шановні учні. На цьому уроці ми з вами продовжуємо вивчення розділу «Магнітне поле», але переходимо до нової теми: «Електромагніти та їх застосування»

**II. Пояснення нового навчального матеріалу**

Котушку з уведеним усередину осердям із феромагнітного матеріалу називають **електромагнітом**.

Магнітна дія котушки зі струмом посилюється, якщо:

- 1) В ній збільшити число витків;



- 2) Збільшити силу струму;
- 3) Внести всередину котушки осереддя з феромагнітного матеріалу.

Електромагніти широко застосовуються у техніці, адже їхню магнітну дію легко регулювати, змінюючи силу струму в обмотці. Електромагніти можна виготовити будь – яких форм та розмірів

**Електромагнітні реле** — пристрої для керування електричним колом.

Пристрої

**Реле** - Прилад що працює на слабких струмах за допомогою якого вмикають або вимикають електричні кола з більш високим струмом. Електромагніт приводиться в дію слабкими струмами який притягує якір та замикає контакти електричного кола з високими струмами. [40]

При натисканні на кнопку до котушки починає надходити живлення, котушка притягує феромагнітний стержень який в свою чергу притягує якір та замикає контакти, електричне коло з контактами замикається та живлення надходить до виконавчого механізму. При розмиканні кнопки, живлення не приходить на котушку і контакти розмикаються. Електричне коло з кнопкою та котушкою називають керуючим (слабкі струми), а електричне коло з лампочкою та контактами – силовим (сильні струми). [40]

### **III. Виконання практичного завдання**

Розглянемо одноканальний модуль реле. Він має всього 3 контакти, підключаються вони до Arduino Uno наступним чином (рис. 2.4): GND – GND, VCC – +5V, In – 3. Вхід реле-інвертований, так що високий рівень на In вимикає котушку, а низький-включає.

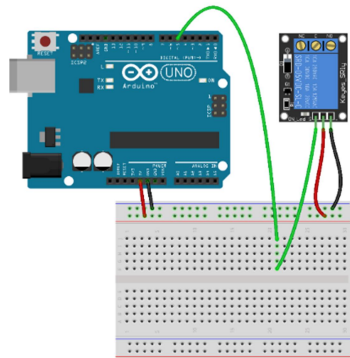


Рис. 2.4. Схема підключення Реле до плати Arduino Uno

```

#define PIN_RELAY 5 // Пін, до якого підключаємо реле
void setup()
{
  pinMode(PIN_RELAY, OUTPUT); // Визначаємо пін реле як вихід
  digitalWrite(PIN_RELAY, HIGH); // Вмикаємо реле (надсилаємо високий
сигнал)
}
void loop()
{
  digitalWrite(PIN_RELAY, LOW); // Вмикаємо реле (надсилаємо низький
сигнал)
  delay(5000);
  digitalWrite(PIN_RELAY, HIGH); // Вмикаємо реле (надсилаємо високий
сигнал)
  delay(5000);
}

```

Під час виконання цього скетча ви почуєте клацання реле, це означає що реле відкрито або вимкнуло живлення.

Далі ви підключете лампочку до реле за схемою (рис. 2.5) і будете керувати нею.

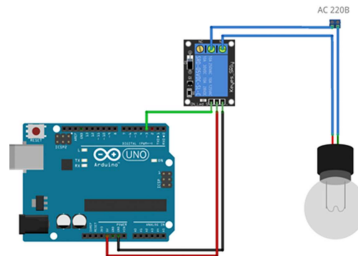


Рис. 2.5. Підключення лампочки до реле

Після підключення запустіть попередній скетч і переконайтесь що все працює правильно.

Додаткові завдання:

1. За допомогою функцій `Serial.println()`, `Serial.write()`, `Serial.available()` і `Serial.read()` керуйте реле з послідовного порту.
2. Керуйте реле за допомогою потенціометра.

#### IV. Рефлексія

Продовжить речення:

1. Сьогодні на уроці я дізнався(дізналась) ...
2. Мені було цікаво ...
3. Тепер я знаю ...

#### V. Повідомлення домашнього завдання

Прочитати параграф № 6, стор. 28-32.

Відповісти на контрольні запитання на стор. 31.

**3. Розробка STEM – уроку для вивчення теми «Світлові явища. Джерела та приймачі світла. Швидкість поширення світла» в 9 класі.**

**Клас 9**

**Дата проведення уроку:**

**Рівень навчальної програми:** базова.

**Тема уроку:** Світлові явища. Джерела та приймачі світла. Швидкість поширення світла.

**Урок 3/3**

**Мета уроку:**

**навчальна:** ознайомити учнів зі світловими явищами, джерелами та приймачами світла, швидкістю поширення світла;

**розвиваюча:** розвивати алгоритмічне мислення, увагу, пам'ять;

**виховна:** виховувати дисципліну, зібраність, вміння сконцентруватися, позитивне ставлення учнів до навчально-пізнавальної діяльності.

**Дидактичне забезпечення:**

Фізика : підруч. Для 9 кл. закл. загал. серед. освіти / [В.Г. Бар'яхтар та ін.] ; за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. – 2-ге вид. перероб. – Харків : Вид-во «Ранок», 2022. – 277с.: іл., фот.

**Методичне забезпечення:**

програма з фізики, календарне планування, методичні рекомендації щодо проведення уроків з теми, підручники з методики навчання фізики.

**Тип уроку:** комбінований.

**Програмне забезпечення:** середовище програмування Arduino IDE.

**Апаратне забезпечення:** комп'ютер, плата Arduino Uno, USB-кабель, з'єднувальні проводи, фоторезистор, 2 резистори, світлодіод.

### **Структура уроку (45 хв.)**

I. Організаційна частина	1 хв.
II. Пояснення нового навчального матеріалу	10 хв.
III. Виконання практичного завдання	30 хв.
IV. Рефлексія	3 хв.

V. Повідомлення домашнього завдання

1 хв.

### Хід уроку

#### I. Організаційна частина

Доброго дня, шановні учні. Сьогодні ми вивчаємо тему «Світлові явища. Джерела та приймачі світла. Швидкість поширення світла.»

#### II. Пояснення нового навчального матеріалу

**Джерела світла** — це фізичні тіла, частинки (атоми, молекули, йони) яких випромінюють світло.

Залежно від походження розрізняють **природні й штучні** (створені людиною) джерела світла

Джерела світла поділяють на **теплові та люмінесцентні**.

Джерело світла, яке випромінює світло однаково в усіх напрямках і розмірами якого, зважаючи на відстань до місця спостереження, можна знехтувати, називають **точковим джерелом світла**.

**Приймачі світла** — це пристрої, які змінюють свої властивості через дію світла та за допомогою яких можна виявити світлове випромінювання.

Фотоелектричні приймачі світла — **фотоелементи**.

Сьогодні на уроці вивчаємо **фоторезистор**. Принцип роботи фоторезистора: він змінює свій опір в залежності від освітленості. На рисунку ви бачите будову фоторезистора (Рис. 2.6).

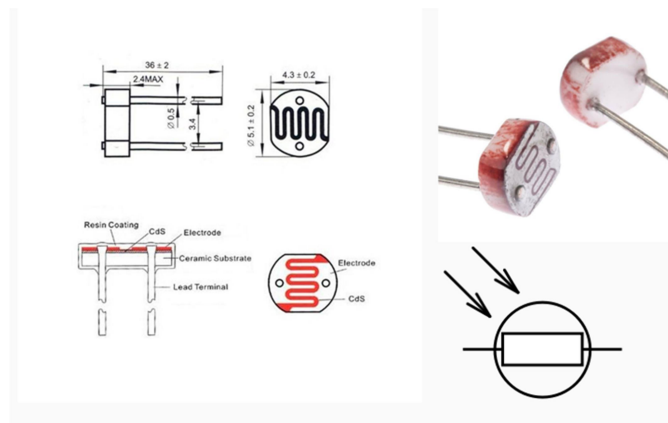


Рис. 2.6. Будова фоторезистора

Завдання:

1. За допомогою мультиметра виміряйте опір фоторезистора.
2. Закрийте фоторезистор, щоб на нього не потрапляло світло.

Посвітіть на фоторезистор ліхтариком. Прослідкуйте, як змінюється опір.

А зараз зберемо схему з фоторезистором та світлодіодом (Рис. 2.8). Прослідкуємо за зміною яскравості світлодіоду в залежності від показань фоторезистора.

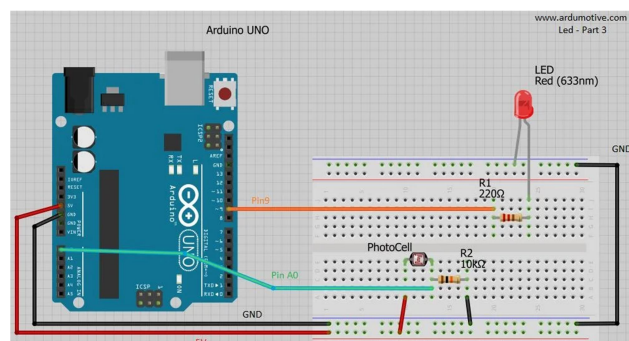


Рис. 2.8. Підключення фоторезистора та світлодіода

### III. Виконання практичного завдання

*Перетисуємо у середовище програмування наступний код, коментуючи кожен рядок.*

```

#define RES_PIN A0 // Фоторезистор підключено до аналогового піну A0
#define LED_PIN 9 // Світлодіод підключено до піну 9
int value; // Значення, прочитане з фоторезистора (0-1023)
void setup(){
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT); // Налаштувати пін 9 на виведення
  pinMode(RES_PIN, INPUT); // Налаштувати пін фоторезистора на введення
}
void loop(){
  value = analogRead(RES_PIN); //Зчитування значення з фоторезистора
  analogWrite(LED_PIN,value/8); //Увімкнення світлодіоду
  delay(10); //Невелика пауза
}

```

**Виконайте завдання.** Створіть прототип системи вуличного освітлення. Коли освітленість падає нижче заданого порогового значення, вмикається світлодіод. Підказка: використовуйте оператор розгалуження.

#### IV. Рефлексія

Дайте відповідь на запитання.

1. Що ви сьогодні вивчили?
2. Що найбільше сподобалось?
3. Чи зможете ви використовувати ці знання в подальшому?

#### V. Повідомлення домашнього завдання

Прочитати параграф № 9, стор 56-60.

Відповісти на контрольні запитання на стор. 60

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Для прикладу використання STEM – підходу на уроках фізики в середній школі було запропоновано три розробки уроків:

- Розробка STEM – уроку для вивчення теми «Тепловий стан тіл. Температура та її вимірювання» у 8 класі;
- Розробка STEM – уроку для вивчення теми «Електромагніти та їх застосування» у 9 класі;
- Розробка STEM – уроку для вивчення теми «Світлові явища. Джерела та приймачі світла. Швидкість поширення світла» в 9 класі.

Складені конспекти були основані на теоретичному матеріалі з фізики за підручниками В.Г. Бар'яхтар, Фізика 8 клас, 2021 р та В.Г. Бар'яхтар, Фізика 9 клас, 2022 р.

В звичайні уроки було додано робототехнічний комплекс, оснований на ПАК Arduino Uno з використанням різних датчиків. На уроках пропонується створення невеликих проєктів з використанням навичок програмування та знань з фізики.

Використовуючи власні знання з фізики та інформатики, вчителям пропонується створити цікаві уроки та придумати проєкти, які учні можуть створювати на основі засвоєних раніше знань.

Інтегруючи декілька предметів (фізику та інформатику) вчитель розвиває власні компетентності зі створення, керування та аналізу учнівських STEM – проєктів.



## ВИСНОВКИ

Компетентності – це поєднання знань, умінь та навичок в одній сфері для виконання певного проєкту або розв’язання поставленої задачі.

STEM – компетентності розвиваються в процесі наукової, технічної, інженерної та математичної діяльності. Сукупність критичного мислення, вмінь, навичок та їх застосування визначає здатність людини до інноваційного мислення.

STEM – освіта насичена:

- практичними роботами;
- інноваційними технологіями;
- міжпредметними проєктами;
- життєвими задачами, що розвивають критичне мислення;
- проблемними та ігровими формами роботи.

Під час різних видів роботи активно розвиваються різноманітні компетентності, які в подальшому стають основою для висококваліфікованого сучасного фахівця.

Загалом фізика є складною наукою, яку сучасне суспільство не зацікавлене вивчати. Але заміна традиційної системи викладання на STEM мотивує учнів вивчати предмети природничо – математичної галузі. Сучасні вчителі використовують якнайбільше різноманітних засобів навчання що полегшують сприймання фізичних явищ та тіл.

Використання на уроках з фізики робототехнічних систем Arduino дозволяють учням спробувати на практиці застосувати вивчені знання, створити суспільно – корисний проєкт та проаналізувати його.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бібік Г. В. Реалізація міжпредметних зв'язків математики з фізикою на прикладі вивчення понять «Вектор» і «Векторна величина» в курсі математики основної школи / Наукові записки. Серія: Педагогіка. – 2010. - №1. с. 132 – 138. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-mizhpredmetnih-zvyazkiv-matematiki-z-fizikoyu-na-prikladi-vivchennya-ponyat-vektor-i-vektorna-velichina-v-kursi-matematiki/viewer>
2. Білик Ж. І., Постова К. Г. Методика та організація навчально-дослідницької діяльності учнів з біології з огляду на STEM-підхід в освіті / Ж. І. Білик, К. Г. Постова // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 6. – С. 22–25
3. Бургун І. В., Ляшенко О. І. Розвиток навчально-пізнавальної компетентності учнів основної школи у навчанні фізики / Вісник №109, 15.04.2013, с. 68-73 URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/77240494.pdf>
4. Галатюк Ю. М., Галатюк М. Ю. Розвиток методологічної культури у навчанні фізики засобами інформаційних технологій / Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи, випуск 48, 2014, с. 25-31 URL: [http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15647/Halatyuk%20Y.%20M\\_Halatyuk%20M.%20Y..pdf?sequence=1](http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15647/Halatyuk%20Y.%20M_Halatyuk%20M.%20Y..pdf?sequence=1)
5. Демківський А. В. Основи методології наукових досліджень: [навч. посіб.] / А. В. Демківський, П. І. Безус. – Київ : Акад. муніцип. упр., 2012. – 276 с.
6. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Інформ. зб. Міністерства освіти і науки України. – 2004. – № 1–2. – С. 5–60.
7. Іванюк Т. STEM як освітній ресурс ХХІ століття. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес. Тернопіль, 2017. С. 14–18.

8. Інститут модернізації змісту освіти. 2018. URL : <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> 10.05.2022

9. Зоря Ю. М. STEM-освіта як перспективна форма інноваційної освіти в Україні // Матеріали обласної науково-практичної інтернет-конференції. / Автор-упорядник Ю. М. Зоря. – Черкаси : ЧОІПОПП, 2018. – 117 с.

10. Кириленко С. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретико-методологічні та методичні сегменти./С.Кириленко,О.Кіян//Рідна школа.-2016-№4-с.50-54.

11. Кириленко С., Кіян О. Проблема підготовки вчителя у системі STEM-освіти: розвиток та формування його професійної компетентності. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9–10 листопада 2017 р., м. Київ. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. 160 с.

12. Коршунова О. В. К70 STEM-освіта. Професійний розвиток педагога : збірник спецкурсів / О. В. Коршунова, Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикєєва. — К. : Видавничий дім «Освіта», 2018. — 80 с.

13. Куриленко Н. В. Формування екологічної компетентності учнів Основної школи під час вивчення фізики / Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія: Проблеми методики фізико – математичної і технологічної освіти. Випуск 9(II) с. 144 – 150 URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/228638025.pdf>

14. Ліскович О. В. Навчальний фізичний експеримент як засіб формування ключових компетентностей учнів / Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. С.138 – 142 URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/4656/Liskovych.pdf?sequence=1>

15. Майбутнє української молоді. STEM-освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hvylya.net/analytics/society/maybutnye-ukrayinskoyi-molodi-stem-osvita.html>

16. Методика викладання фізики: Навчальні експерименти/ Уклад. Н.В.Пастернак, О.І.Конопельник, О.В.Радковська. – Львів:Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка,2007.–106с.

17. Методичні рекомендації щодо викладання фізики та астрономії у 2022/2023 навчальному році URL: <https://drive.google.com/file/d/1rJBf5rICbUN21IlzTUZ6FR4UYuY7OIiw/view>

18. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1470777-17#Text>

19. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році : лист ІМЗО № 22.1/10- 2876 від 22 серп. 2019 р. – URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/65463](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463)

20. Методика навчання фізики в середній школі (Загальні питання) Конспекти лекцій / Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. / За ред. Савченка В.Ф. Чернігів: Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка, 2003. – 100 с.

21. Накази МОН України. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/normativno-pravove-zabezpechennya/nakazi-monukrayini/>

22. Непорожня Л. В. Формування природничо-наукової компетентності старшокласників у процесі навчання фізики : методичний посібник / Л. В. Непорожня. – К. : ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. –204с. URL: [https://lib.iitta.gov.ua/715086/1/Непорожня\\_посібник\\_2018.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/715086/1/Непорожня_посібник_2018.pdf)

23. Ночевчук М. Впровадження елементів STEM-освіти у навчання математики та фізики. URL: <https://vseosvita.ua/library/statta-na-temu-vprovadzenna-elementiv-stem-osviti-u-navcanna-matematiki-ta-fiziki-84380.html>

24. Осадчий І. Г. Питання теорії і практики освітніх мереж у сільській місцевості / І.Г. Осадчий // Директор школи, ліцею, гімназії. – № 5–6. – 2003.
25. Основи алгоритмізації та програмування. [http://lib.mdpu.org.ua/e-book/osnovy\\_informatyky/Lesson6.htm](http://lib.mdpu.org.ua/e-book/osnovy_informatyky/Lesson6.htm).
26. Пастернак Н.В., Лах Х.Г. Планування і проведення уроків фізики. Методичні вказівки. - Львів: ЛНУ ім.І. Франка, 2000. - 18 с.
27. Поліхун Н. І. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. – 80 с.
28. Руденко В.Д. Алгоритмізація та програмування. 2017. – 199 с.
29. Семерня О. М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики: монографія //Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2012. – 376 с.
30. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми // Зб. наук. пр. – Випуск 43 / Редкол. – Київ- Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2015. – 471 с.
31. Типові навчальні плани загальноосвітніх навчальних закладів для основної та старшої школи // Інформ. зб. Міністерства освіти і науки України. – 2004. – № 6. – С. 3–32.
32. Фізика. 7 – 9 класи, навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів, затверджена наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804 URL: <https://bit.ly/3h84aEX>
33. Фізика : підруч. Для 8 кл. закл. загал. серед. освіти / [В.Г. Бар'яхтар та ін.] ; за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. – 2-ге вид. перероб. – Харків : Вид-во «Ранок», 2022. – 240с.: іл., фот.

34. Фізика : підруч. Для 9 кл. закл. загал. серед. освіти / [В.Г. Бар'яхтар та ін.] ; за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. – 2-ге вид. перероб. – Харків : Вид-во «Ранок», 2022. – 277с.: іл., фот.

35. Фізика як навчальний предмет загальноосвітньої школи. URL: <https://helpiks.org/4-113239.html> 03.08.2022

36. Харченко Н. А. Проблема особистості учня як провідна тенденція у системі психологічних поглядів Г. С. Костюка. Науковий часопис НПУ імені МП Драгоманова. Серія 12: Психологічні науки. 2014. № 45. С. 213–219

37. Шарко В. Д. Фреймовий підхід до формування в учнів основних елементів фізичних знань / Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи, випуск 57, 2017 с. 215-226 URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22274/Sharko%20V.%20D..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

38. Шубіна Т. Проектна діяльність як важливий аспект компетентнісної освіти учнів./Т.Шубіна//Педагогічна Житомирщина.-2013-№4(72)-с.45-48.

39. Cyberslug [Arduino. Огляд. Коротка інформація.] [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ra4fjv.org/nachinayushchim/chto-takoe-arduino-uno-due-istoriya-massimo-banzi>

40. Corelamps Реле URL: <https://corelamps.com/elektromontazhne-obladnannia/rele/>

41. STEM-освіта. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>

42. STEM – освіта. Специфіка та переваги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://intboard.ua/pres-sluzhba/blog/stem-osvta-spetsifika-ta-perevagi/>