

Сумський державний педагогічний університет ім. А.С.Макаренка
Фізико - математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Скрильова Тетяна Юріївна

**ЗАСТОСУВАННЯ STEM- ПІДХОДІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕОРІЇ
ЙМОВІРНОСТІ І МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ У СТАРШІЙ
ШКОЛІ**

Спеціальність: 014 Середня- освіта (Математика)

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра

Науковий керівник

_____ Ю. В. Хворостіна

кандидат фізико-математичних
наук, доцент

“ _____ ” _____ 20__ року

Виконавець:

_____ Т. Ю. Скрильова

“ _____ ” _____ 20__ року

Суми 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ STEM- НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ	9
1.1. Концепція STEM- освіти в Україні	9
1.2. Психолого - педагогічні особливості сучасних учнів як умова для використання STEM - освіти	18
1.3. Форми та підходи реалізації STEM - підходів у вивченні математики у старших класах	23
Висновки до розділу 1	31
РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ STEM- ПІДХОДІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТІ І МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ У СТАРШИХ КЛАСАХ	33
2.1. Основний зміст навчального матеріалу з теми “ Теорія ймовірності та математична статистики	33
2.2. Приклади застосування STEM- технологій у вивченні теми “Теорія ймовірності та математичної статистики”	38
2.3 Практичні напрацювання з теми	42
Висновки до розділу 2	61
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі, де стрімко розвивається сфера ІТ, робототехніка, нанотехнології виникає гостре питання досвідчених викладачів, які повинні зуміють використати нові методи навчання в закладах середньої освіти для зацікавлення учнів у технічних дисциплінах - математика, фізика, хімія, біологія, програмування. Освіта повинна стрімко йти вперед, випереджаючи інші аспекти життя.

Сьогодні Україна знаходиться на шляху швидкого розвитку, і в найближчому майбутньому з'явиться цілий ряд відмінних фахівців в області технологічних інновацій, які стануть запорукою успішного економічного розвитку і конкурентоспроможності нашої держави.

Це дало поштовх до впровадження STEM-освіти в сучасних навчальних закладах з ефективними методами і технологіями формування здібностей, необхідних сучасній молоді.

Концепція STEM-освіти широко впроваджена в освітні програми багатьох країн, зокрема, були проведені міжнародні наукові конференції, створені stem-центри і мережеве співтовариство викладачів, що працюють в цій галузі. Сьогодні STEM -технології активно інтегруються в методику викладання математики в загальноосвітніх школах, а технологія STEM допомагає підтримувати інтерес учнів до математики. В основі використання таких технологій лежить завдання встановлення прямого зв'язку між математикою і фізикою, історією, літературою, біологією, інформатикою і т. д.

Роль STEM-освіти обумовлена зростаючим бажанням учнів вивчати предмети природознавчого і математичного циклу, а також високим попитом в промисловому секторі на працівників, здатних ставити і виконувати завдання в таких областях, як інженерія, медицина, Екологія, Інформаційні технології, фармацевтика, нанотехнології і авіабудування. STEM-освіта-це інструмент впровадження дидактичних методів,

інструментів, форм і ключових положень Концепції Нової української школи для оновлення принципів освіти.

На уроках математики важливо розпізнавати і застосовувати факти з різних дисциплін (фізика, хімія, інформатика і т.д.), загальне сприйняття учням математичних задач, вміння вибирати, переносити і використовувати для вирішення, удосконалювати вміння і навички з однієї дисципліни в іншу. Реалізація творчих проєктів підвищує бажання для вивчення математики, розвиває в учнях основні математичні поняття, формують навички та креативний підхід для розв'язування математичних задач.

Зокрема, при вивченні теорії ймовірностей у старшій школі використання STEM-навчання дозволяє створити практично спрямоване навчальне середовище через залучення реальних ситуацій, взаємодію з технологіями та розвиток навичок розв'язування проблем. Вивчення теорії ймовірності та математичної статистики має вагомий вклад у формуванні логічної культури учнів, розвитку їх здатності до самостійного аналізу ситуацій, адаптації до швидкої зміни умов і навички використання набутих знань в практичній діяльності. Ефективним вбачається навчання теорії ймовірності шляхом моделювання ситуацій з використанням випадкових подій, що дозволить учням краще усвідомити абстрактні поняття теорії ймовірності. Але незважаючи на присутній внесок дослідників у методику навчання теорії ймовірностей і математичної статистики, проблема застосування STEM-підходів в такому навчанні залишається недостатньо висвітленою, що і зумовило вибір теми магістерського дослідження «Застосування STEM-підходів для вивчення теорії ймовірностей і математичної статистики у старшій школі».

Мета дослідження: описати методичні особливості використання STEM-підходів для вивчення теорії ймовірностей та математичної статистики у старших класах.

Залежно від мети дослідження були визначені наступні **завдання:**

1) вивчити сучасний стан теорії і практики, використовуючи STEM - підхід в якості педагогічної стратегії навчання;

2) розглянути психологічні та педагогічні особливості сучасних учнів, які визначають використання підходів до навчання, заснованих на STEM;

3) виявити плюси і мінуси STEM-підходів у викладанні теорії ймовірностей і математичної статистики в порівнянні з традиційними підходами;

4) визначити деталі використання прикладних задач у контексті прикладного напрямку викладання теорії ймовірностей та математичної статистики;

5) провести дослідницьку діяльність та визначити програми та підручники з наукової теми;

6) описати методичні особливості використання STEM-підходів при вивченні теми «Теорія ймовірності та математична статистика»;

Об'єктом дослідження є процес навчання математики в закладах загальної середньої освіти

Предметом дослідження є STEM-підходи при вивченні теорії ймовірностей і математичної статистики у старшій школі

Методи дослідження. Для виконання завдань, поставлених в ході дослідження, були використані наступні методи:

–теоретичні – узагальнення, що дозволяє провести теоретичний аналіз, систематизацію нормативних, наукових та освітніх джерел, а також проаналізувати stem-методології та практики навчання математики старшокласників.;

–емпіричні – спостереження, бесіда з викладачем, який працює в старшій школі. Ми вивчаємо матеріали навчально-методичної діяльності, які забезпечують вивчення стану та виявлення перспективних напрямків використання різних STEM - технологій-викладання математики старшокласникам.

Наукова новизна одержаних результатів: у вперше розробленому підході до інтеграції STEM-технологій у процес вивчення теорії ймовірностей і математичної статистики в старшій школі. Запропоновано авторські методичні рекомендації та навчальні кейси, що базуються на використанні сучасних цифрових інструментів і міждисциплінарних зв'язків, які сприяють підвищенню ефективності навчання, розвитку критичного мислення та аналітичних навичок.

Практичне значення одержаних результатів пояснюється тим, що він використовується в практичній і педагогічній діяльності вчителів математики в установах загальної середньої освіти при впровадженні STEM-технологій для викладання математики в старших класах.

Апробація результатів та публікації.

- Студентська звітна конференція: Матеріали результатів наукових досліджень молодих науковців. - Суми: Вид-во фізико-математичного факультету СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2024

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел (позиції), додатків.

У першому розділі дослідження розглядаються теоретичні основи математичної освіти STEM, особливо для старшокласників. Враховується сучасний стан теорії і практики в області освітніх процесів, що використовують концепцію STEM-освіти в якості освітньої стратегії навчання. Описано психолого-педагогічні особливості сучасних студентів, які визначають використання методів навчання STEM. Виділені плюси і мінуси STEM - навчання математики в порівнянні з традиційними підходами. Описано деталі використання прикладних задач у контексті прикладної математичної освіти.

У другому розділі дослідження розглядаються методологічні особливості реалізації STEM-навчання за темою "Теорія ймовірностей і математична статистика". Аналізуються навчальна програма і підручники

по темі, а також основний зміст матеріалу. Описано деталі введення основних понять по темі і навчання прикладним завданням в контексті дослідження.

У висновках узагальнено та систематизовано основні результати роботи, надано рекомендації щодо використання отриманих результатів, визначено перспективи подальших досліджень.

fizmat@sspi.edu.ua
Суворо дотримуйтесь
правил академічної
добросовісності

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ STEM-НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ

1.1. Концепція STEM- освіти в Україні

Термін "STEM-освіта" увійшов в педагогіку порівняно недавно, зародившись в Сполучених Штатах в 1990-х роках. Концепція STEM-освіти заснована на інтеграції 4 основних дисциплін (s–Science – Природничі науки, T–Technology – технології, E–Engineering – інженерія, M–Mathematics - математика) в єдину освітню модель, яка фокусується на вирішенні реальних завдань. Цей підхід спрямований на розвиток критичного мислення, креативності та практичних навичок у контексті реальних проблем сучасного світу.

Досліджуючи впровадження STEM-освіти в українську систему освіти, важливо провести ретроспективний аналіз історичного розвитку цієї концепції та її адаптації в європейському освітньому просторі, що дозволить нам краще зрозуміти особливості формування жаргону в контексті сучасних освітніх тенденцій та практичного застосування. підхід до інтегрованого навчання.

Концепція STEM-освіти, яка набула широкого розголосу на початку XXI століття, ґрунтується на принципах інтегративного навчання, коріння яких сягають кінця XX століття. Ідея об'єднання знань з природничих наук, технологій, інженерії та математики в єдиний навчальний процес не є новою. В різні історичні періоди видатні мислителі, педагоги та освітяни неодноразово звертали увагу на важливість такого підходу і намагалися втілити його в освітню практику.

Поняття "інтеграція" має глибоке коріння у філософії та науці. Відповідно до "Філософського енциклопедичного словника", воно позначає процес об'єднання різнорідних елементів у єдине ціле, досягнення цілісності та гармонії. Цей процес може проявлятися як у природі, так і в

суспільстві, культурі та пізнанні. Філософ Герберт Спенсер розглядав інтеграцію як фундаментальний принцип еволюції, вбачаючи в ній перехід від хаосу до порядку, від простого до складного.[5]

У контексті науки, як зазначає Б.М. Кедров, інтеграція проявляється в об'єднанні різних наукових дисциплін, у створенні міждисциплінарних досліджень. Це сприяє глибшому розумінню складних явищ і процесів, відкриває нові перспективи для наукового пізнання.

Ідея інтеграції знань у навчанні має глибоке коріння. Ще Рене Декарт, бачачи взаємозв'язок усіх наук, закликав до їхнього комплексного вивчення. Я. А. Коменський, засновник пансофізму, мріяв про єдину систему знань, що охоплює всі сфери буття.

У педагогіці епохи Відродження та Просвітництва також панували ідеї єдності знань. Педагоги наголошували на важливості зв'язку теорії з практикою, а також на необхідності розвивати в учнів цілісне світосприйняття.

Однак, період диференціації наук, що розпочався у XVII столітті, призвів до вузької спеціалізації. Тільки в другій половині XX століття, з розвитком науки та технологій, знову виникла потреба в інтеграції знань. Цей процес знайшов своє відображення в появі STEM-освіти, яка поєднує науку, технології, інженерію та математику.

STEM-освіта не є чимось абсолютно новим, а радше відродженням давніх ідей про єдність знань у контексті сучасних викликів. Вона дозволяє підготувати молодь до життя в динамічному світі, де для вирішення складних проблем потрібні міждисциплінарні знання та вміння.

Термін "STEM-освіта" відносно молодий і його еволюція відображає зміни в підходах до освіти. Спочатку аббревіатура STEM була простою комбінацією слів, що позначали окремі дисципліни. Проте з часом стало зрозуміло, що інтеграція цих дисциплін дає синергетичний ефект.

Перехід від SMET до STEM був важливим кроком, який підкреслив необхідність інтеграції цих дисциплін та їх взаємозв'язку. Подальше розширення аббревіатури до STEAM та STREAM свідчить про прагнення зробити освітній процес більш творчим та інклюзивним.

Сьогодні STEM-освіта є одним із пріоритетних напрямків розвитку освіти в багатьох країнах світу, включаючи Україну. Вона відповідає на сучасні виклики, пов'язані зі швидкими технологічними змінами та глобалізацією.[10]

STEM-освіта орієнтована на розвиток ключових компетентностей XXI століття через використання інтегративних педагогічних підходів. Ця концепція динамічно розвивається, реагуючи на актуальні виклики сучасного суспільства, серед яких:

- необхідність формування нових стимулів для забезпечення конкурентоспроможності економіки та посилення лідерства у сфері інновацій на державному рівні;
- змінені вимоги ринку праці до освітніх результатів, зокрема з боку бізнесу та високотехнологічних галузей виробництва;
- потреба у вирішенні важливих соціальних питань.

Таким чином, ключовим елементом розвитку STEM-освіти в Україні є інтеграція різних освітніх напрямів у єдину навчальну парадигму, що відповідає сучасним глобальним трендам і сприяє формуванню нових освітніх цінностей.

STEM-освіта спрямована на формування всебічно розвиненої особистості, здатної не тільки здобувати знання, але й застосовувати їх на практиці. Ключова мета STEM – розвиток у молоді таких навичок XXI століття, як критичне мислення, креативність, співпраця, цифрова грамотність та вміння вирішувати проблеми. Ці навички є необхідними для успіху в сучасному світі, де технології розвиваються стрімкими темпами, а вимоги до фахівців постійно зростають.

STEM-освіта тісно пов'язана з реальним життям. Вона дозволяє учням бачити практичне застосування теоретичних знань, розвивати інтерес до науки і техніки, а також готуватися до вибору майбутньої професії.

Використання STEM-підходу у комплексному навчанні дисциплін та спільних тем сприяє формуванню таких ключових навичок і компетентностей:

1. Уміння ставити запитання (природничі науки) і вирішувати завдання (інженерія).
2. Створення, тестування та використання моделей.
3. Планування, організація та проведення досліджень.
4. Збір, аналіз і тлумачення даних.
5. Розвиток логічного та критичного мислення для виконання математичних розрахунків і вирішення завдань.
6. Здатність пояснювати явища (з точки зору науки) та розробляти інноваційні рішення (інженерія).
7. Аргументування своїх висновків на основі фактів.
8. Впевнена робота з інформацією: її отримання, оцінка та чітке передавання.

Ці навички є фундаментом для підготовки учнів до викликів сучасного світу та успішної інтеграції у професійне середовище.

Структура STEM-освіти визначається спеціалізованими стандартами STEM-освіти на основі Державного стандарту загальної початкової та базової освіти.

Впровадження STEM-освіти в Україні здійснюється через такі основні етапи:

- **Початковий рівень** – охоплює роботу з дітьми у дошкільних закладах, початковій школі та установах позашкільної освіти, які залучаються до початкової науково-технічної творчості.

•**Базовий рівень** – включає навчання учнів 5–9 класів у загальноосвітніх школах та інших типах навчальних закладів.

•**Профільний рівень** – реалізується через профільні класи, заклади профільної освіти, а також через позашкільні установи, які впроваджують STEM-програми. Цей рівень охоплює роботу з інваріантною та варіативною частинами навчальних планів, організацію позакласних заходів, проєктів, конкурсів, змагань, спрямованих на досягнення завдань STEM-освіти.

•**Вищий / професійний рівень** – забезпечує підготовку спеціалістів у галузях STEM на базі закладів вищої освіти та професійно-технічної освіти.

•**Педагогічний рівень** – зосереджений на підготовці педагогічних кадрів для викладання STEM-дисциплін, включаючи підвищення кваліфікації та впровадження інноваційних методик у навчальний процес.

Ці етапи створюють комплексну систему розвитку STEM-освіти, що сприяє інтеграції сучасних освітніх практик на всіх рівнях навчання.

STEM-освіта в українських школах впроваджується поступово, враховуючи вікові особливості учнів та специфіку кожного етапу навчання.

•**Початкова школа:** На цьому етапі основний акцент робиться на залучуванні учнів до навчального процесу, розвиваючи зацікавленість та допитливість. Діти проводять прості досліди, спостерігають за природними явищами, шукають відповіді на запитання під керівництвом вчителя.

•**Середня школа:** Учні починають виконувати більш складні завдання, які передбачають застосування знань з різних предметів. Вони вчаться планувати експерименти, аналізувати результати та робити висновки.

•**Старша школа:** Учні переходять до самостійного виконання завдання з наукової точки зору. Вони обирають тему, формулюють гіпотезу, розробляють методику дослідження, аналізують дані та презентують результати. Багато учнів беруть участь у Малій академії наук та інших наукових конкурсах.

STEM-освіта – це не жорстко визначена система, а радше гнучкий підхід, який дозволяє адаптуватися до різних освітніх закладів та регіонів. Не існує єдиного правильного способу впровадження STEM, оскільки кожна школа має свої особливості, ресурси та потреби.

Важливою особливістю STEM є розвиток навичок самостійного пошуку інформації та вирішення проблем. Учні не отримують готові відповіді, а мають можливість самостійно досліджувати, експериментувати та робити висновки.[2]

Підхід STEM до навчання принципово відрізняється від традиційного викладання точних і природничих дисциплін. Його головною особливістю є створення інтегрованого освітнього середовища та міждисциплінарний підхід до організації навчального процесу. Ця методика дозволяє студентам побачити світ в цілому, роблячи упор на практику поділу науки на окремі дисципліни.

Завдяки цьому учні вчаться застосовувати знання та досягнення однієї наукової галузі для вирішення проблем в іншій. Такий підхід сприяє формуванню творчого мислення, розширеному погляду на проблему і розвитку навичок роботи зі складними завданнями, що включають велику кількість змінних. STEM-освіта стимулює інтеграцію знань, необхідних для вирішення завдань сучасної науки і техніки.

Природничі науки та математика мають багато спільного, оскільки вони спрямовані на вивчення природного світу та розуміння навколишніх явищ шляхом накопичення та систематизації знань. У свою чергу,

технології та інженерна справа застосовують ці знання для вирішення практичних завдань і створення інноваційних рішень.

Історія розвитку науки показує, що найбільш важливі досягнення найчастіше відбуваються на стику різних дисциплін. Наприклад, математика є цінним інструментом для хіміків для ефективного вирішення проблем у галузі хімії. Майже всі дисципліни математики знайшли своє застосування в хімічних дослідженнях, підкреслюючи взаємозв'язок між різними дисциплінами знань та важливість інтегрованих підходів у сучасній освіті.[24]

Аналіз досвіду розвитку STEM-освіти в різних країнах показує, що ми працюємо з українською системою освіти над створенням сучасних навчальних планів і програм в області STEM.

Перший підхід заснований на традиційних дослідженнях в окремих областях STEM з використанням проблемно-орієнтованого навчання. У цьому випадку студенти використовують аналітичні концепції для вирішення реальних проблем, сприяючи кращому розумінню складних теорій.

Другий підхід передбачає інтеграцію окремих елементів STEM, що дозволяє глибше зрозуміти зміст дисципліни і розвиває дослідницькі, творчі та дизайнерські навички у школярів.

Третій підхід орієнтований на міждисциплінарний характер, відповідний реальним умовам професійної діяльності. Він включає інтеграцію наукових, технологічних, інженерних та математичних концепцій в єдину навчальну програму. Цей підхід передбачає впровадження інноваційних методів навчання, які роблять навчання більш цілісним і практико-орієнтованим.

Ці підходи підвищують якість підготовки студентів до викликів сучасного світу та створюють підґрунтя для ефективного розвитку STEM-освіти в Україні.

В основі STEM-освіти лежать чотири основних принципи:

Проектна форма організації освітнього процесу, у ході якого діти об'єднуються у групи для спільного розв'язування завдань. Така форма допомагає розвинути комунікативні навички кожної дитини, розкриє лідерські якості та навчає пошуку, аналізу та об'єднання інформації.

Практичні навчальні завдання розв'язання яких допомагає отримати навички для реального життя. Досвіт, який можна отримати з таких задач, можна буде використовувати у вирішенні питань пов'язані з родиною, роботою, прикладних задач, банківських питань тощо.

Міжпредметне навчання дає яскравий приклад, того як пов'язані між собою різні дисципліни. Це допомагає простимулювати учнів у вивченні різних предметів з особливим підходом та розширює кругозір кожної дитини.

Якщо говорити про охоплення технічних спеціальностей наприклад науковий діяч з прикладної математики, чи інженер або будь-яка інша професія, зобов'язує кожного знати певні шкільні предмети (математика фізика) та інші предмети як хімію та біологію. Використовуючи задачі для практичного застосування з цих спеціальностей або міжпредметного зв'язку, це буде сприяти зацікавленості та наштовхне учнів у відповіді на такі питання як "Навіщо вивчати цей предмет?", "Ким я хочу стати?" та інші звичайно все залежить від віку учнів.

Підхід STEM базується на різних методах навчання, зокрема на проектному навчанні, проблемно-орієнтованих підходах та дослідницьких методах, а також методах, що сприяють розвитку критичного мислення та творчих навичок.

Проектний метод фокусується на самостійній роботі студента, яка триває протягом певного часу. Студенти поєднують теоретичні знання з практичними навичками для виконання завдань, заснованих на темах навчальної програми. Такий підхід сприяє розвитку ініціативи,

відповідальності і здібностей вирішувати реальні проблеми, працюючи в команді або індивідуально.

Цей метод розвиває самотійність, креативність, критичне мислення.

Самостійність зумовлюється тим, що кожен учень під час виконання свого проєкту сам збирає, аналізує та відтворює потрібну інформацію, до того ж вчиться розраховувати свій час та створює план за яким покроково слідує.

Критичне мислення розвивається з того моменту, як учень дізнається про проєкт. Створити власну розробку, дослідити, презентувати з'ясувати наскільки обрана тема сучасна та доцільна в теперішній момент. Всі ці фактори змушують дітей подивитися на навчання з іншої точки зору до того ж це сприяє розвитку думок, креативності та винахідливості дитини.

Проблемне навчання є одним з ефективних методів STEM і особливо успішно зарекомендувало себе у викладанні математики. Цей підхід спрямований на вирішення проблемних ситуацій, пошук правильної відповіді і подолання труднощів на шляху до запланованого результату. Основною метою даного методу є формування у студентів певного складу розуму, Розвиток дослідницької діяльності та здатності приймати самостійні рішення. Такий підхід допомагає розвинути аналітичне мислення, наполегливість і навички ефективного вирішення проблем.

Розвиток критичного мислення є невід'ємною частиною сучасної освіти, особливо в контексті STEM. Це не просто вміння аналізувати інформацію, а скоріше комплексний підхід, який передбачає: самостійний аналіз даних (учні вчать ся шукати інформацію з різних джерел, виділяти головне з великої кількості даних, відсіювати зайве), формування власних висновків (на основі інформації зібрану учнем, формується власні висновки, гіпотези та тези), постановка питання (поставивши питання учні розширюють свої можливості в аналізі інформації таким чином поглиблюють розуміння теми), оцінка аргументу (під час дискусії чи бесіди

завжди знаходяться сильніші аргументи, або знаходяться логічні помилки або упередження, це вчить учнів оцінки відповідей та їх аналізу, до того ж формуються лідерські якості і висловлювати власну думку) та генерація нових ідей (при розв'язуванні проблеми учні зіштовхуються з відсутністю ідей для вирішення проблеми у кожного є критичне мислення воно допомагає у стимулюванні творчості та пошуку до нестандартного рішення).

STEM-освіта, з її акцентом на практичному застосуванні знань, створює ідеальне середовище для розвитку критичного мислення. Завдання, які ставляться перед учнями в рамках STEM-проектів, вимагають глибокого аналізу, творчого підходу та обґрунтування своїх висновків.

STEM-освіта-це система курсів і програм, спрямованих на одночасну підготовку студентів до успішного працевлаштування, продовження освіти після школи або до того й іншого. Воно передбачає розвиток технічно складних навичок, зокрема, використання математичних знань і наукових принципів. STEM-навчання створює широкий спектр можливостей для взаємодії як у форматі "один на один", так і "один на багато" і стимулює ефективну співпрацю.

У сучасному світі STEM-освіта є важливою галуззю інтегрованого навчання, що об'єднує чотири основні дисципліни в міждисциплінарному та прикладному контексті. Такий підхід відповідає світовим тенденціям стратегічного розвитку країн, які намагаються домогтися конкурентної переваги в різних сферах діяльності. Завдяки STEM-освіті суспільство отримує фахівців, які можуть працювати у високотехнологічних галузях, закладаючи фундамент для зростання наукового потенціалу держави.

Отже STEM-освіта – це не просто сукупність предметів, а інноваційний підхід, який перетворює процес навчання на активне дослідження. Завдяки STEM, учні не просто пасивно сприймають інформацію, а активно її створюють, аналізують та застосовують на практиці. Саме тому розвиток

STEM-освіти в Україні є одним із ключових напрямів модернізації освітньої системи, оскільки він: стимулює критичне мислення та творчість, розвиває навички вирішення проблем, готує учнів до викликів сучасного світу та сприяє розвитку інноваційної економіки країни.

1.2. Психолого-педагогічні особливості сучасних учнів як умова для використання STEM-технологій навчання

Сучасний світ стрімко розвивається, висуваючи до нового покоління вищі вимоги. Технологічний прогрес, глобалізація та інформаційна революція кардинально змінили умови життя, а отже, і викликали потребу в нових підходах до освіти. Одним із таких підходів є STEM-освіта, яка об'єднує науку, технології, інженерію та математику. Однак, для успішного впровадження STEM-технологій необхідно враховувати психолого-педагогічні особливості сучасних учнів.

При традиційному підході підлітковий вік ділиться на 2 основних етапи: етап молодшого підліткового віку (11-15 років), який часто характеризується як критичний або негативний, і, зокрема, освітній процес на старшому етапі включає в себе велику кількість нових предметів, зміну викладачів, різноманітність навчальних програм, спеціалізацію, тому воно має істотну відмінність від того, що притаманне учням загальної та середньої школи. Різниця є.

Особливістю старшого підліткового віку (10-11 класи) є перехід у доросле життя, який виражається в розвитку особистісних і когнітивних якостей, зміни в навчальній діяльності, взаємодії з однолітками і дорослими. Формуються рефлексивні думки, змінюється самооцінка, з'являються відчуття дорослості і відповідальності за власні вчинки.

Старшокласники, на відміну від молодших підлітків, характеризуються більш розвиненим самоаналізом та схильністю до самокритичності. Ці особливості вікового розвитку створюють сприятливі

умови для впровадження індивідуальних завдань у навчальний процес. Розуміння власних сильних і слабких сторін дозволяє учням ефективніше працювати над усуненням прогалин у знаннях та навичках.

Індивідуальна робота, поряд з парною та груповою, стає особливо актуальною на старшій ступіні навчання. Такий підхід дозволяє врахувати індивідуальні особливості кожного учня, його темпи навчання та інтереси. Вчитель у цьому випадку виступає не стільки передавачем знань, скільки партнером, організатором та фасилітатором навчального процесу. Його завдання полягає в тому, щоб створити умови для самостійної роботи учнів, стимулювати їх до пошуку інформації, формувати вміння аналізувати та узагальнювати матеріал.

Перед групою учнів можуть ставитися загальні пізнавальні завдання, які вимагають спільних зусиль для їх вирішення. При цьому кожен учень виконує свою частину роботи, але водночас є активним учасником групи. Такий підхід розвиває в учнів навички співпраці, комунікації та взаємодопомоги.

Важливою особливістю старшокласників є прагнення до самоствердження та привернення уваги оточуючих. Вчитель може використати цю особливість для мотивації учнів до навчання. Наприклад, можна організувати дискусії, де кожен учень матиме можливість висловити свою думку, або доручити підготовку презентацій, які будуть представлені перед класом. Також можна залучати учнів до організації позакласних заходів, що дозволить їм проявити свої лідерські якості та творчі здібності.

Таким чином, індивідуальна, парна та групова робота, поєднана з розумінням психологічних особливостей старшокласників, є ефективним засобом організації навчального процесу. Такий підхід сприяє розвитку самостійності, відповідальності, критичного мислення та інших ключових компетентностей, необхідних для успішного життя в сучасному світі.

У старших класах учні починають усвідомлювати важливість знань і важливу потребу в подальшому особистісному розвитку. Вони розуміють, що ці знання допомагають не тільки здобути освіту, а й всебічно розвиватися і стати культурними людьми, тому вони виявляють все більший інтерес до предмету. У цей період 10-річні діти часто порівнюють себе з дорослими і не бачать істотних відмінностей. Це лежить в основі їхнього прагнення до рівноправного спілкування з дорослими і часто призводить до конфліктів і боротьби за своє місце в житті "дорослих".

Старшокласник поступово переходить від дитинства до дорослого життя, його світогляд і соціальні зв'язки зазнають значних змін. Однією з характерних особливостей цього віку є зміна ставлення до дорослих, зокрема, до вчителів. Якщо раніше учень сприймав вчителя як авторитетну фігуру, то тепер він починає розглядати його скоріше як помічника або наставника у процесі пізнання.

Для старшокласника важлива не лише особистісна харизма вчителя, а й його професіоналізм та розумні вимоги. Підліток цього віку вже досить самостійний, щоб оцінити рівень компетентності вчителя, його здатність зацікавити предметом та створити сприятливу атмосферу для навчання. Водночас, старшокласник усвідомлює свою відповідальність за власне навчання і готовий докладати зусиль для досягнення поставлених цілей.

Паралельно зі зміною ставлення до дорослих, відбувається трансформація взаємин зі сверстниками. Групові інтереси поступово відходять на другий план, натомість зростає значення дружніх стосунків, побудованих на емоційній близькості та інтелектуальній спільності. Друзі для старшокласника – це люди, з якими він може поділитися своїми думками, почуттями, переживаннями. Це ті, хто його розуміють і підтримують.[25]

Цілеспрямована і вольова діяльність старшокласників набуває характеру суб'єктності, спрямованості на досягнення освітніх цілей.

Мотивація переходить на новий етап розвитку і починає фокусуватися на придбанні і пошуку інформації, визначенні освітніх завдань, придбанні навичок, оволодінні функціями контролю і оцінки, організації освітніх взаємодій. Вона виражається через внутрішню позицію студента. Це свідчить про те, що освітня діяльність старшокласників буде спрямована на саморозвиток і самоосвіту.

Підлітковий вік-це не тільки етап психофізіологічного розвитку, а й важливий етап психічного становлення. У цей період підліток починає усвідомлювати свою унікальність, індивідуальність і прагне відрізнятись від інших. Сильні емоції тісно пов'язані зі змінами настрою, характерними для цього віку. 1. Однією з ключових тенденцій є перехід до спілкування з однолітками. Самовизначення в цей час тісно пов'язане з формуванням світогляду, і юність стала важливим етапом у становленні особистості. Тут закладається фундамент для ефективного формування навичок викладання STEM.

Учні часто відмовляються виконувати механічну роботу, мета якої незрозуміла. Але вони активно працюють над змістовними текстами та практичними питаннями. Самостійна робота відіграє ще більшу роль, ніж на попередніх етапах навчання, особливо для студентів, які намагаються серйозно вивчати технічні та математичні дисципліни.

Старшокласники демонструють значні зміни у своїх пізнавальних процесах. Однією з визначальних характеристик їхнього навчання стає довільне запам'ятовування. Це означає, що вони здатні свідомо керувати процесом запам'ятовування, обираючи, що саме і навіщо вони хочуть запам'ятати. Ефективність такого запам'ятовування значно зростає, коли учень усвідомлює мету навчання та розуміє, як нові знання допоможуть йому досягти своїх цілей.

Важливу роль у запам'ятовуванні відіграє також розуміння структури матеріалу. Коли учень бачить зв'язки між різними елементами інформації,

він легше запам'ятовує їх. Сміслові угруповання, створені на основі розуміння сутності матеріалу, значно полегшують процес запам'ятовування і відтворення інформації.

Тому для ефективного запам'ятовування старшокласникам необхідно задіяти Активний розумовий процес. Цього можна досягти за допомогою таких прийомів, як:

Співвідносите новий матеріал з уже відомим: це допоможе створити більш міцні асоціації і краще запам'ятати інформацію.

Підкреслюйте головне: це дозволяє зосередитися на найбільш важливих аспектах матеріалу і виключити непотрібну інформацію.

Формування смислових блоків: Об'єднання актуальної інформації в логічні блоки полегшує їх запам'ятовування і розуміння.

Використовуйте мнемонічні прийоми: це можуть бути різні асоціації, рими, образи, які допомагають запам'ятати складну інформацію.

Самостійне формулювання висновків: це стимулює активну розумову діяльність і сприяє більш глибокому розумінню матеріалу.

Опора на інтенсивну розумову роботу дозволяє старшокласникам не просто запам'ятовувати інформацію, а й глибоко її розуміти і застосовувати на практиці. Це є важливою умовою для успішного навчання і подальшого розвитку.

Для забезпечення інноваційності освітнього процесу необхідно зосередити зусилля на важливому періоді становлення особистості, в якому закладаються основи громадянських якостей, формується відповідальність, наочно-образне мислення, пізнавальні інтереси, що в подальшому сприяє розвитку творчих здібностей учня.

Дитина не тільки готується до інтеграції в соціальне середовище, а й активно знаходиться в ній і взаємодіє з її проблемами і завданнями. У цій ситуації комп'ютеризація освіти відкриває перед учнями нові можливості, забезпечуючи їх розвиток і навчання. Однак важливо не замінювати

традиційні методи навчання інформаційно-комунікаційними технологіями, а інтегрувати їх в загальну структуру освітнього процесу. Розвиток навичок та якостей, що сприяють цьому процесу, особливо важливий для учнів середньої та старшої школи, оскільки ці фактори забезпечують психологічну підготовку до навчання на наступному етапі.

Важливо враховувати, що сучасні студенти належать до цифрового покоління Z, яке характеризується здатністю швидко освоювати комп'ютерні програми і володіє особливим типом мислення, орієнтованим на мережеву взаємодію. Для цього покоління характерні ознаки нового мислення, такі як здатність швидко обробляти великий обсяг інформації, адаптуватися до змін і працювати в динамічному багатозадачному середовищі.[3]

Таким чином, ці психолого-педагогічні особливості надають вчителям багато можливостей для формування освітніх навичок STEM. Вони сприяють активному розвитку когнітивної сфери студентів, покращують пам'ять, увагу і мислення, сприяють прагненню до незалежності, дорослості і самоідентифікації, а також стимулюють високу мотивацію, необхідну для успішного виконання освітніх завдань в рамках STEM-освіти.

1.3. Форми та підходи реалізації STEM - підходів у вивченні математики у старших класах

Основна мета STEM-освіти полягає в тому, щоб подолати традиційний розрив між теоретичними знаннями, які учні отримують у школі, і їх практичним застосуванням у реальному житті. Замість того, щоб вивчати окремі предмети ізольовано, STEM-підхід пропонує інтегрувати науку, технології, інженерію та математику, створюючи міцні зв'язки між цими дисциплінами. Це дозволяє учням бачити, як теоретичні концепції можуть бути застосовані для вирішення реальних проблем та розробки інноваційних рішень.

Саме тому вчителі проявляють все більший інтерес до STEM-освіти. Адже значна частина навчальних завдань, які передбачені сучасними освітніми стандартами, може бути ефективно реалізована за допомогою інструментів та методів, властивих STEM-підходу. Наприклад, при вивченні математики можна використовувати реальні дані для вирішення практичних задач, а при вивченні фізики – проводити експерименти та створювати моделі.

Питання про суперечливість окремих шкільних предметів має історичне значення в розвитку наукових знань, кожен з яких незалежний. Але якщо освіта складається з дослідницьких/або проектних методів, то безоволодіння різними інструментами і методами (математика, інженерія, архітектура тощо). Такий взаємозв'язок непродуктивна. Існує проблема інтеграції окремих дисциплін для вирішення конкретних практичних завдань. Тому важливо вибудувати систему організації діяльності таким чином, щоб знання про час були систематично актуальні. Це дуже складне завдання, але в цілому його важко вивчити, і навколо нього важко зрозуміти, як вони співвідносяться між собою.

Математика є невід'ємною частиною шкільної програми, проте її роль у навчанні може варіюватися залежно від класу та індивідуальних потреб учня. Кількість годин, присвячених математиці, а також глибина вивчення матеріалу можуть відрізнятися.

Щоб розвинути в учнів глибоке розуміння математичних понять, важливо:

Візуалізація: заохочує студентів до створення візуальних моделей (діаграм, графіків-прим.ред.), які допомагають виразити абстрактні математичні поняття. Це особливо корисно при вивченні геометрії, теорії ймовірностей та інших галузей математики.

Практичні заняття: залучайте студентів до проведення експериментів, проектів та досліджень, пов'язаних з математичними поняттями.

Наприклад, вимірювання геометричних фігур, виконання статистичних розрахунків на реальних даних і т. д.

Використовуйте різні типи завдань: пропонуйте учням різні завдання: відкриті, закриті, творчі, проблемні. Це допоможе розвинути різні типи мислення і зацікавить всіх учнів.

Спільна робота: організуйте роботу в парах або групах, щоб учні могли обмінюватися ідеями, пояснювати один одному свої рішення та вчитися на помилках.

Зв'язок з іншими предметами: покажіть, як математика застосовується до інших наук (фізики, хімії, біології, економіці і т.д.). Це допоможе студентам побачити практичну значимість математичних знань.

Математика є ключовим елементом впровадження STEM-підходів в освітній процес, оскільки надає широкі можливості для інтеграції різних дисциплін, розвитку навичок критичного мислення, активного спілкування та командної роботи. Математика також є потужним інструментом підготовки студентів до інновацій та застосування науково-технічних знань у реальному житті. Коли студенти самостійно вивчають алгоритми розв'язання задач в умовах невизначеності, застосування методів навчання методом відкриттів є природним способом оновлення змісту та форми майбутньої математичної освіти.[3]

У контексті сучасної організації освітнього процесу в загальноосвітніх школах України основними методами і формами реалізації комплексного підходу, який активно використовується в STEM-освіті, є проектна діяльність, в якій переплітаються Природничі науки, інженерія, Інформаційні технології та математика.

Проектний підхід є основою впровадження STEM-освіти в математичну освіту. Вивчення предметів в рамках проекту дозволяє студентам глибше занурюватися в практичні завдання, що мають реальний зв'язок з наукою і технологіями. У цьому контексті термін "проект" має

широке значення, при якому студент самостійно знаходить рішення, а не інструкцію, але на основі відкритого питання, зміни проблемної задачі. Проектна діяльність включає в себе дослідницьку діяльність, таку як розробка гіпотез, розробка методологій, розробка збір і аналіз даних. Весь процес навчання організований таким чином, щоб студенти не тільки здобували нові знання, а й вчилися застосовувати їх в реальних ситуаціях.

Вивчення природничих наук в сучасній школі будується на принципі інтеграції. Теми та розділи розподіляються таким чином, щоб показати учням взаємозв'язок між різними науками. Нові знання не просто подаються в готовому вигляді, а вводяться в контексті практичних завдань. Учні отримують інформацію у вигляді коротких пояснень або посилань на додаткові ресурси лише тоді, коли вона необхідна для виконання конкретного завдання. Такий підхід стимулює активне засвоєння знань, оскільки учень не просто пасивно сприймає інформацію, а використовує її для вирішення проблем.

Проектна організація освіти, орієнтована на практичні аспекти STEM, забезпечує більш мотиваційні умови для реалізації ключових вимог державних освітніх програм у порівнянні з традиційними аудиторними системами. Це сприяє досягненню наступних освітніх цілей:

- Стимулює активну навчальну та пізнавальну діяльність студентів.;
- Участь у соціально значущих заходах та набуття практичного досвіду.;
- Розвиток вміння застосовувати отримані знання в реальних ситуаціях, зокрема в проектах і соціальних ситуаціях.;
- Формування комунікативних навичок через взаємодію з однолітками та активну співпрацю.;
- Орієнтація в світі професій і розвиток стійких когнітивних переваг, які допомагають студентам вибрати свою майбутню професію.

Різні форми занять, що реалізують підхід до навчання STEM, відкривають широкий спектр можливостей для навчання. Це можуть бути лекції, семінари, дебати, детективні уроки, лабораторні роботи, практикуми з прикладних завдань, бінарні уроки з міждисциплінарними зв'язками, дослідницька і творча робота. Особливо важливі діалогові уроки, на яких викладачі різних предметів (математики, гуманітарних наук і т.д.) залучають учнів в активні дискусії і проводять спільні заняття. Це дає учням можливість не тільки здобувати знання, а й розвивати навички культури діалогу як важливої форми спілкування. Такі уроки мають високі вимоги до рівня професійної підготовки вчителів, оскільки вони повинні мати як Математичні, так і методичні знання для ефективного проведення інтегрованих занять.[7]

Лабораторно-графічні роботи є важливим компонентом навчання математики. Вони дозволяють учням глибше зрозуміти математичні залежності, оскільки надають можливість побачити їх візуально та експериментально. Крім того, такі роботи знайомлять учнів з різноманітними вимірювальними інструментами та вчать їх правильно користуватися ними. Виконуючи лабораторні роботи, учні набувають практичних навичок обчислення та вимірювання з необхідною точністю. Завдання для лабораторних робіт з математики мають бути спрямовані на розвиток умінь виконувати практичні побудови, проводити обчислення та здійснювати різноманітні перетворення.

Важливим елементом STEM-освіти є оперативний зворотний зв'язок, який надається учням безпосередньо під час виконання практичних робіт. Це дозволяє вчителю своєчасно виявити труднощі, які виникають у учнів, і надати їм необхідну допомогу. Основним документом, за яким оцінюється робота учнів, є звіт з лабораторної роботи. У цьому звіті учні фіксують всі етапи виконання завдання, включаючи проведені експерименти, використані прилади та отримані результати. Звіт є своєрідним дзеркалом,

яке відображає рівень знань і вмінь учня, а також його розуміння вивченого матеріалу.

Особливою формою STEM-освіти є інтегрований урок, який сприяє встановленню міждисциплінарних зв'язків і взаємодії між різними дисциплінами. Такі уроки дають учням можливість побачити зв'язки між науками і розширити своє уявлення про світ як про єдину систему знань. Інтегроване навчання дозволяє навчати новим підходам, які роблять процес навчання більш цікавим і мотивуючим і сприяють кращому засвоєнню навчального матеріалу. У той же час проведення таких уроків є складним завданням, оскільки вимагає координації роботи викладача з різних предметів. Наприклад, ви можете організувати Інтегрований урок геометрії та географії у 9 класі, щоб застосувати отримані знання для розв'язання трикутників, або провести Інтегрований урок геометрії та образотворчого мистецтва у 8 класі на тему "чотирикутник - ліворуч, чотирикутник-праворуч". Інші приклади інтеграції включають уроки геометрії та професійної підготовки, які можуть сприяти сприяє розвитку у учня загального сприйняття явищ навколишнього світу.

Орієнтація на Інтегровані уроки є ключовим компонентом впровадження STEM-освіти, що дозволяє учням всебічно освоювати математику і Природничі науки. Такий підхід передбачає:

- Застосування математичних і природничих знань для вирішення освітніх завдань сприяє кращому розумінню практичного застосування теоретичних знань.;

- Розвиток навичок у формулюванні гіпотез, плануванні та проведенні експериментів, оцінці отриманих результатів формує дослідницьку діяльність студента;

- Усвідомлення важливості математики та інформатики в повсякденному житті людини мотивує студентів до більш глибокого вивчення цих областей;

- Формування вміння моделювати реальні ситуації за допомогою алгебри і геометрії і досліджувати ці моделі за допомогою математичних методів, що сприяють розвитку критичного мислення;;

- Розвиток навичок роботи зі статистичними даними, що важливо для аналізу та прийняття рішень на основі отриманої інформації;;

- Розуміти фізичні основи машин і механізмів, транспортних засобів, засобів зв'язку, побутової техніки, промислових технологічних процесів, щоб краще розуміти технологічні процеси сучасного світу.

Таким чином, інтегровані уроки забезпечують цілісне сприйняття знань і розвиток ключових навичок, які є основою для успішного майбутнього учнів в різних сферах діяльності.[38]

Математика – це не лише сукупність формул і теорем, а й мова, якою можна описати красу навколишнього світу. Ми бачимо її прояви в мистецтві та природі у вигляді пропорцій, симетрії та періодичності. Також, математична краса проявляється в елегантних доказах теорем та оригінальних розв'язаннях складних задач. Математика дозволяє нам побачити гармонію і порядок у хаосі, що оточує нас.

У контексті нашого дослідження одним з ефективних методів STEM у викладанні математики є використання прикладних задач, які підкреслюють практичну спрямованість курсів математики в старших класах. По суті, створення математичної моделі задачі полягає в перекладі реальної ситуації на мову математики, дозволяючи студентам побачити практичне застосування теоретичних знань. Вирішення прикладних проблем, таких як економічні, екологічні та фізичні завдання, за допомогою моделювання допомагає учням усвідомити важливість математики для науки та повсякденного життя.

Прикладами можуть бути будівлі, розташовані на батьківщині чи селі, або завдання, пов'язані з відомими архітектурними пам'ятками. Також можливо вирішувати біологічні проблеми, пов'язані з розмноженням

бактерій або зростанням популяції комах, хімічні проблеми, пов'язані з утворенням розчинів або швидкістю хімічних реакцій, швидкістю фізичного навантаження, виконуваної роботою або фізичними проблемами, при яких необхідно розрахувати силу струму. Такий підхід дозволяє студентам краще зрозуміти реальний процес через призму математичних знань, сприяючи розвитку їх навичок і більш глибокому розумінню предмета.

Одним із ключових інструментів реалізації STEM-освіти є використання практико-орієнтованих завдань на уроках математики. Такі завдання формулюються на основі реальних життєвих ситуацій, з якими учні стикаються щодня. Наприклад, після екскурсії на виробництво учні можуть скласти текстові задачі, а на уроках проводити практичні роботи, пов'язані з вимірюваннями, спостереженнями та розрахунками. Завдання на купівлю товарів або оптимізацію витрат також є яскравими прикладами практичної спрямованості навчання математики.

Це буде детально розглянуто в другій главі, де буде розглянуто вивчення теми "Теорія ймовірностей і математична статистика".

Застосування системного підходу до вивчення математики через інтеграцію STEM-технологій стимулює розвиток інноваційних підходів та сприяє реалізації творчого потенціалу майбутніх студентів.

Висновки до розділу 1

STEAM Education призначений для реалізації творчого потенціалу учнів заняття зі зміни тематики, що мають особисте і соціальне значення; для вирішення реальних завдань за допомогою продукту були створені наступні алгоритми проектування та технічної діяльності у взаємодії та співпраці разом з іншими; практичне застосування отриманих комплексних знань, комплексних умінь за всіма основними напрямками, методів проектування, технічної та творчої діяльності в нових життєвих ситуаціях в сучасних умовах і виклики часу загально середня спеціальна освіта набуває перспективи розвитку.

Напрямок вищої освіти. Аббревіатура steam використовується для позначення популярної галузі освіти, що охоплює природничі науки (science), технології (technology), технічна творчість (engineering), мистецтво (art art) і математику (mathematics).

Сьогодні STEAM-освіта впроваджується в контексті всіх інтеграцій видів освіти: формального, неформального та інформаційного. Відчувається нестача фахівців з області STEM-освіти в усьому світі попит на них зростає набагато швидше, ніж на інші саме тому цей вид освіти проводиться у відповідь на виклики часу.

Онлайн-навчання - це не тільки технічний етап освітнього процесу, а й поєднання творчих і технічних знань. Важливим аспектом є інтеграція уяви та практичних навичок, які дозволяють створювати інноваційні та функціональні рішення.

Наприклад, працюючи над проектом "розумного будинку", студенти не тільки вивчають технічні аспекти дизайну, але й використовують свою уяву для створення просторів, які будуть не тільки зручними та функціональними, але й естетично привабливими.

У розвинених країнах вже усвідомлюють важливість цього тренда. Австралія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Південна Корея, Сінгапур і

Сполучені Штати вже давно активно працюють над інтеграцією технологій і креативності в освітній процес.

В Україні у 2016 році Міністерство освіти і науки запустило "концептуальну основу реформи середньої освіти" та "нову українську школу", в якій визначено основні компетенції учнів.:

- Вміння логічно і математично мислити.,
 - Наукове розуміння природи та сучасних технологій,
 - Впевнене використання інформаційних і комунікаційних технологій,
- а також усвідомлення і самовираження в культурному середовищі.

Отже дуже важливо залучати вчителів до невідкладних змін, у тому числі і в майбутньому що має стати справжнім провідником змін у реформі освіти.

Ми вважаємо, що проблема STEM-освіти дуже важлива і взаємопов'язана для всіх вчених, наукових, педагогічних і виховних організацій. Працівників і претендентів на здобуття освіти, а також дуже необхідні для розвитку України.

Розширюване розуміння всієї української освіти, особливо інноваційної розвиток вищих навчальних закладів-якісна підготовка в майбутньому професійний викладач предметів.

РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ STEM- ПІДХОДІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТІ І МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ У СТАРШИХ КЛАСАХ

2.1. Основний зміст навчального матеріалу з теми “Теорія ймовірності та математична статистика”

Теорія ймовірностей та математична статистика – це потужні інструменти, які дозволяють нам аналізувати випадкові явища, робити висновки на основі даних та приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності. Ці дисципліни знаходять широке застосування в різних сферах людської діяльності: від природничих наук до соціальних досліджень та економіки.

Ймовірність – це числова характеристика випадкової події, яка визначається як відношення кількості елементарних подій, що сприяють даній події, до загальної кількості всіх елементарних подій.

Основні поняття та закони теорії ймовірностей

Теорія ймовірностей вивчає випадкові події та їхні характеристики. Основними поняттями є:

Випадкова подія: Це будь-яка подія, результат якої не можна передбачити з точністю до 100%. Наприклад, випадання орла при підкиданні монети або виграш у лотерею.

Ймовірність: Чисельна міра можливості настання випадкової події. Вона може набувати значень від 0 до 1.

Випадкова величина: Це величина, яка в результаті експерименту може набувати різних числових значень з певними ймовірностями. Наприклад, кількість очок, що випадають при киданні грального кубика.

Розподіл ймовірностей: Це математичний опис того, з якими ймовірностями випадкова величина набуває різних значень. Існують різні типи розподілів: біноміальний, нормальний, Пуассона та інші.

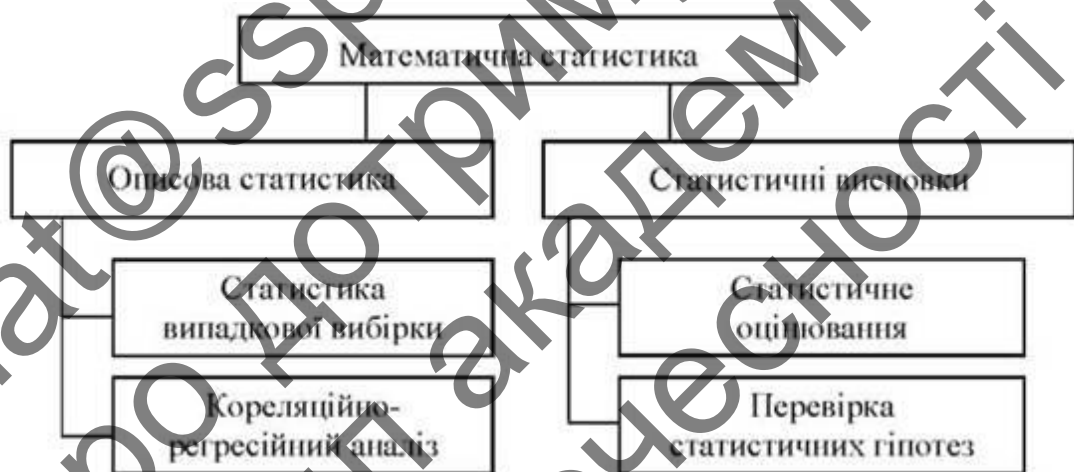
Математичне очікування: Це середнє значення випадкової величини. Воно характеризує центр розподілу.

Дисперсія: Це міра розсіювання значень випадкової величини відносно її математичного очікування.

Важливими законами теорії ймовірностей є закон великих чисел та центральна гранична теорема. Закон великих чисел стверджує, що при великій кількості незалежних випробувань середнє значення випадкової величини наближається до її математичного очікування. Центральна гранична теорема говорить про те, що сума великої кількості незалежних випадкових величин має приблизно нормальний розподіл.

Основним завданням математичної статистики є вивчення та аналіз випадкових явищ з використанням математичних методів для опису, узагальнення та прогнозування даних. Зокрема, основними завданнями є: 1) Збір і опис даних, включаючи розрахунок статистичних характеристик, таких як середнє значення, медіана, дисперсія, режим, стандартне відхилення, а також побудова графіків, гістограм, карт розподілу, які дозволяють візуально представити розподіл даних; 2) Оцінка з параметрів розподілу випадкових величин можна оцінити середнє значення, дисперсію, параметри розподілу (наприклад, параметри нормального або експоненціального розподілу 3). Перевірка статистичних гіпотез, включаючи формулювання та перевірку припущень щодо параметрів розподілу чи інших характеристик за допомогою статистичних критеріїв, таких як Т-тест, тест на хі-квадрат, ANOVA, оцінка значущості гіпотези та рівня прийняття чи відхилення на основі отриманих результатів; 4) прогнозування на основі вибірових даних, методів регресії, часових рядів або ви можете використовувати моделі машинного навчання для оцінки ймовірностей подій або майбутніх значень на основі існуючих даних, щоб більш точно прогнозувати тенденції та результати.; 5) допомагає виявляти взаємозв'язки даних і тенденції, аналізувати кореляційні і регресійні

залежності між змінними, розуміти природу взаємодій змінних (лінійні або нелінійні взаємозв'язки), а також оцінювати показники взаємозв'язків за допомогою коефіцієнта кореляції і побудови регресійної моделі; 6) вибіркові оцінки і побудова довірчих інтервалів, ви можете оцінити точність з отриманих результатів і зробити висновки про загальні тенденції розвитку популяції на основі вибірок, визначити область, в якій невідомі параметри популяції знаходяться з певною ймовірністю.; 7) Аналіз варіацій і перевірка рівності груп для оцінки ефективності різних факторів, щоб перевірити наявність статистично значущих відмінностей між різними групами або умови, використовувани в експериментальних дослідженнях.



Теорія ймовірностей і математична статистика - потужні інструменти, які широко використовуються в різних областях людської діяльності. Їх принципи та методи використовуються для аналізу даних, прийняття рішень, прогнозування та моделювання різних явищ.

Ключові сфери діяльності людини, які не можуть обійтися без теорії ймовірності та математичної статистика: фізика (броунівський рух, моделювання експериментальних даних, оцінка похибки вимірювання, тощо), хімія (аналіз результатів експериментів, розрахунок хімічних реакцій, моделювання молекулярних процесів), економіка (аналіз ринку, прогнозування економічних показників та оцінка інвестиційних ризиків),

фінанси (прогнозування цін на акції, оцінка кредитних ризиків) та ще величезна кількість можливих варіантів.

Задача на класифікацію подій та операції над подіями

Приклад 1.1 По мішені проводиться три незалежних постріли. Поясніть подію: а) $A =$ "в мішені 1 пробоїна"; б) $B =$ "в мішені як мінімум 2 пробоїни".

Розв'язування А) зрозуміло, що подія а може статися по-різному, тому що вона може вразити ціль з першого, другого або третього пострілу, а решта пострілів будуть невдалими. Отже, давайте розглянемо основні події:

$\omega_1 =$ « Вразити ціль з першого пострілу »;

$\omega_2 =$ « Вразити ціль з другого пострілу »;

$\omega_3 =$ « Вразити ціль з третього пострілу ». Тоді їх антиподії:

$\omega_4 =$ « Ціль не була вражена з першого пострілу »;

$\omega_5 =$ « Ціль не була вражена з другого пострілу »;

$\omega_6 =$ « Ціль не була вражена з третього пострілу ». Використовуючи розглянуті елементарні події, маємо:

$$A = \omega_1 \omega_5 \omega_6 + \omega_4 \omega_2 \omega_6 + \omega_3 \omega_4 \omega_5$$

б) Подія В означає, що в мішені має бути 2 або 3 отвори.

Використовуючи розглянуті базові події, ми маємо:

$$B = \omega_1 \omega_2 \omega_6 + \omega_4 \omega_2 \omega_3 + \omega_1 \omega_5 \omega_3 + \omega_1 \omega_2 \omega_3$$

Задачі класичне означення теорії ймовірності

4 людини входять в ліфт, який розташований на 9-му поверсі 1-го поверху будівлі, і кожен може вийти незалежно від інших на будь-якому поверсі, починаючи з 2-го поверху. Яка ймовірність того, що всі пасажери вийдуть: а) з 6-го поверху; б) з одного поверху; в) з різних поверхів?

Розв'язування: Оскільки загальна кількість випадків – це є розміщення з повтореннями, то $n = 8^4 = 4096$

Згідно з умовою задачі розглянемо три події:

A= « Всі пасажери спускаються на шостий поверх »;

B = « Всі пасажери спускаються на один і той же поверх »;

C= «Всі пасажери вийдуть на різних поверхах». У будь-якому будинку всього 6 поверхів на 1, тому кількість випадків на користь події a- m_1 дорівнює 1. після цього,

$$p(A) = \frac{1}{4096} = 0,00024$$

Події B сприятимуть $m_2=8$ випадків, тому

$$p(B) = \frac{8}{4096} = 0,00195$$

Події C сприятимуть $m_2 = C_{8}^4 = \frac{8!}{4!4!} = 70$ випадків і

$$p(C) = \frac{70}{4096} = 0,0171$$

У магазині продаються 3 з 25 холодильників 21 марки в кількості 5, 7 і 13 штук. Припускаючи, що ймовірність продажу холодильників кожної марки однакова, знайдіть ймовірність того, що з'явиться наступний непроданий холодильник. а) 1 марка; б) 3 різних марки.

Розв'язування

а) Нехай A=«Залишилися нерозпроданими холодильники однієї марки». Загальна кількість способів, якими можна одержати 4 (непроданих) холодильники з 25, дорівнює $n = C_{25}^4$. Кількість способів, якими можна одержати 4 холодильники першої марки з 5, дорівнює $m_1 = C_5^4$; другої марки із 7 $m_2 = C_7^4$ та третьої марки з 13 $m_3 = C_{13}^4$. Подія A правилом додавання подій сприяють $m = m_1 + m_2 + m_3 = C_5^4 + C_7^4 + C_{13}^4$ випадків. Тому

$$p(A) = \frac{C_5^4 + C_7^4 + C_{13}^4}{C_{25}^4} = \frac{5 + 35 + 715}{12650} = \frac{755}{12650} = 0,06$$

б) Нехай B = «Залишилися нерозпроданими холодильники трьох різних марок». Ця подія може відбуватись за одним з трьох варіантів. За першим варіантом подія B відбудеться, якщо залишаться 1, 1, 2 холодильники відповідно 1-ї, 2-ї та 3-ї марок; за другим варіантом – 1, 2, 1 та за третім 2, 1, 1 холодильники 1-ї, 2-ї та 3-ї марок, відповідно. Згідно з умовою задачі та правилом множення подій маємо кількість випадків,

сприятливих першому варіанту $m_1 = C_5^1 \cdot C_7^1 \cdot C_{13}^2$, другому $m_2 = C_5^1 \cdot C_7^2 \cdot C_{13}^1$, третьому варіанті $m_3 = C_5^2 \cdot C_7^1 \cdot C_{13}^1$. Загальна кількість сприятливих подій В випадків дорівнює $m = m_1 + m_2 + m_3$. Таким чином,

$$p(B) = \frac{C_5^1 \cdot C_7^2 \cdot C_{13}^1 + C_5^1 \cdot C_7^1 \cdot C_{13}^2 + C_5^2 \cdot C_7^1 \cdot C_{13}^1}{C_{25}^4} = \frac{5 \cdot 7 \cdot 78 + 5 \cdot 21 \cdot 13 + 10 \cdot 7 \cdot 13}{12650} = \frac{5005}{12650} = 0,390$$

Теорія ймовірностей та математична статистика є невід'ємною частиною сучасного наукового знання. Вони дозволяють нам приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності, аналізувати великі обсяги даних та робити висновки про загальні закономірності. Вивчення цих дисциплін є важливим для будь-кого, хто бажає розуміти сучасний світ і брати активну участь у його розвитку.

2.2. Приклади застосування STEM- технологій у вивченні теми “Теорія ймовірності та математичної статистики”

Як показує аналіз змісту теми “Теорія ймовірностей і математична статистика” в розділі 2.1, основна увага в процесі формування поняття ймовірності приділяється ознайомленню учнів з найпростішими завданнями і прикладами. Однак вивчення цієї теми дозволяє студентам побачити не тільки базові приклади, а й більш складні ситуації, в яких використовуються поняття ймовірності і статистики. Це дозволить нам краще зрозуміти, як ці Математичні інструменти використовуються в різних сферах життя та науки.

Тому розглядаючи особливості реалізації STEM-підходу у рамках навчання математики, наголошуємо, що демонстрація застосування похідної можлива під час розв’язування завдань прикладного характеру. При цьому основний акцент робиться на зв’язку математичних понять з галузями діяльності. Так, багато математичних теорій при формалізованому викладі здаються штучними, відірваними від життя, просто незрозумілими. Якщо ж, наприклад, підійти до цих проблем з позиції історичного розвитку,

то стане видно їхнє глибоке життєве значення, їхню природність, необхідність.

Ймовірність є критично важливим, але складним предметом у математичній освіті [4]. Теорія ймовірностей і статистика представляють сферу великого виклику та підвищеної важливості для студентів усіх рівнів математичної освіти. Крім того, теорія ймовірностей стає все більш важливою для студентів природничих і соціальних наук. Концепції ймовірності складні, тому що вони суперечать міцно утвердженій інтуїції, отриманій з досвіду азартних ігор і загальних міркувань у повсякденному прийнятті рішень в умовах невизначеності. Теорія ймовірності вчить нас розпізнавати, ідентифікувати та моделювати відповідні випадкові процеси. Це показує нам, як кількісно оцінити невизначеність, і вчить нас вимірювати переконання у світлі нової інформації. Традиційні математичні результати, привабливість і корисність статистичних методів дають багато переконливих причин для вивчення теорії ймовірностей [7].

Підходи, засновані на прикладах, і міждисциплінарне застосування можуть спонукати до засвоєння статистичних понять, але існує фундаментальна причина, що лежить в основі, яка обумовлює вибір шляху розвитку та конкретної методології навчання ймовірності та статистики. Ця причина полягає в центральній важливості побудови моделі з випадковими явищами та педагогічним розгалуженням математичної та абстрактної епістемології теорії ймовірностей. Побудова моделі з випадковими явищами, а також відповідні статистичні методи та висновки найкраще вивчаються та інтуїтивно зрозумілі. Теорія ймовірностей є відповідним інструментом для формалізації випадковості, а також для міркувань і критичного мислення в умовах невизначеності. Високоякісні ресурси доступні для вчителів, які бажають застосувати більш сучасний, керований даними та концептуально заснований підхід до ймовірності та статистики. Звіти GAISE (Керівні принципи оцінювання та викладання у статистичній

освіті) містять рекомендації щодо навчання студентів, педагогіки та акценту на змісті. Ці звіти та ширша науково-дослідницька література щодо статистичної освіти вказують на потребу в більш орієнтованому на учня та активному стилі навчання, який ухиляється від явних процедур викладання та поверхневого вивчення технік до справжнього концептуального розуміння. Саме в цьому сучасному та багатому на ресурси освітньому контексті ймовірність можна ефективно викладати за допомогою STEM.

Стосування STEM-підходів у навчанні теорії ймовірностей дозволяє учням отримати можливість вивчати матеріал не лише з книжок, а й з власного досвіду. Розв'язуючи завдання з використанням програмування, студенти можуть не лише засвоїти теоретичні концепції, але також побачити, як вони застосовуються на практиці.

STEM-підходи допомагають розвивати у учнів логічне та критичне мислення. Вирішуючи складні завдання з ймовірності за допомогою комп'ютерних програм або математичних моделей, студенти навчаються аналізувати і робити висновки.

Елементи STEM уроків можуть зробити навчання теорії ймовірностей більш цікавими та захопливими для учнів. Розв'язання цікавих завдань в онлайн середовищі або створення власних проєктів на цю тему може збуджувати інтерес до математики. Зазвичай використання STEM-підходів у навчанні теорії ймовірностей призводить до покращення якості знань учнів та допомагає їм підготуватися до вирішення реальних проблем з використанням математичних моделей.

STEM-освіта, яка поєднує науку, технології, інженерію та математику, набирає все більшої популярності в сучасному світі. Впровадження STEM-підходів у вивчення теорії ймовірностей та математичної статистики дозволяє зробити навчання більш цікавим, практично орієнтованим та ефективним.

Однією з головних переваг STEM-технологій є можливість візуалізувати абстрактні математичні концепції. За допомогою спеціальних програм та інтерактивних симуляцій можна наочно демонструвати різні розподіли ймовірностей, процеси моделювання, статистичні тести та інші складні поняття. Це значно полегшує розуміння матеріалу і сприяє його кращому запам'ятовуванню.

STEM-підхід дозволяє пов'язати теоретичні знання з практичними завданнями. Школярі та студенти можуть використовувати свої знання для аналізу реальних даних, моделювання різних явищ та прийняття обґрунтованих рішень. Наприклад, вони можуть аналізувати результати спортивних змагань, прогнозувати погоду, моделювати епідемічні процеси тощо.

Завдяки STEM-технологіям учні розвивають навички критичного мислення, аналізу даних, формулювання гіпотез та перевірки їх. Вони вчаться самостійно шукати відповіді на поставлені питання, аналізувати отримані результати та робити висновки.

STEM-освіта готує учнів до вимог сучасного ринку праці, де все більшої ваги набувають аналітичні та технічні навички. Знання теорії ймовірностей та математичної статистики, підкріплені практичними навичками роботи з даними, є важливими для багатьох професій, таких як аналітик даних, науковець, інженер, фінансист тощо.

Приклади застосування STEM-технологій

- **Використання статистичних пакетів:** SPSS, Statistica, R дозволяють проводити складний статистичний аналіз, будувати графіки та візуалізувати дані.

- **Моделювання випадкових процесів:** За допомогою програмного забезпечення можна моделювати різні випадкові процеси, такі як броунівський рух, випадкові блукання тощо.

•**Проведення експериментів:** Школярі можуть проводити власні експерименти, збирати дані та аналізувати їх за допомогою статистичних методів.

•**Розробка проектів:** Учні можуть брати участь у розробці проектів, пов'язаних з аналізом реальних даних, створенням статистичних моделей та розробкою алгоритмів.

Застосування STEM-технологій в теорії ймовірностей та математичної статистики дозволяє зробити навчання більш цікавим, ефективним та практично орієнтованим. Воно сприяє розвитку у учнів таких важливих навичок, як критичне мислення, аналітичні здібності, вміння працювати з даними та приймати обґрунтовані рішення. Завдяки STEM-підходам, учні отримують не лише теоретичні знання, але й практичні навички, які будуть корисними їм у подальшому житті.

2.3 Практичні напрацювання з теми

Конспект уроку №1

Тип уроку: урок формування та вдосконалення знань, умінь та навичок

Мета уроку:

- організація спільної діяльності для удосконалення знань, умінь і навичок з теми;
- формування і засвоєння учнями вмінь і навичок використання основних понять і методів дослідження математичної статистики в життєвих ситуаціях. А, саме, при дослідженні розповсюдженості вад зору;
- набуття учнями досвіду дослідницької роботи в пізнавальній діяльності;
- формування активної, компетентної, творчої особистості.

Завдання

- вивчити основні поняття теорії ймовірності, роль теорії ймовірності в сучасному світі, навчити у процесі реальної ситуації визначати основні терміни теорії ймовірності, навчити вирішувати завдання з життя

- демонстрація міжпредметних зв'язків теорії ймовірності та різних наук, володіння інтелектуальними вміннями та розумовими операціями, розвивати в учнів комунікативні компетенції (культуру спілкування, вміння працювати у групах, елементи ораторського мистецтва); сприяти розвитку творчої діяльності учнів, потреб;

- розвиток самостійності та навичок самоконтролю, сприяти розвитку спілкування

Технології, що використовуються: розвиваюче навчання, групова технологія, елементи дослідницької діяльності

Обладнання та матеріали для уроку: дошка, екран, монети, гральні кістки, коробка з кулями, картки із завданнями

На партах учнів: тексти завдань, таблиці дослідів, підручники

Хід уроку

I. Організаційний момент.

II. Актуалізація та фіксування проблемної ситуації.

Парадокс Монті Холла — одне з відомих завдань, рішення якого, на перший погляд, суперечить здоровому глузду. Це завдання не є парадоксом у вузькому значенні цього слова, оскільки не містить у собі протиріччя, воно називається парадоксом тому, що його рішення може здатися несподіваним. Більше того, багатьом людям буває складно ухвалити правильне рішення навіть після того, як його їм розповіли.

Уявіть, що ви стали учасником гри, в якій вам потрібно вибрати одну з трьох дверей. За однією з дверей знаходиться автомобіль, за двома іншими дверима — кози. , де знаходиться автомобіль, а де - кози, відкриває одну з

дверей, наприклад, номер 3, за якою знаходиться коза. Після цього він запитує вас - чи не бажаєте ви змінити свій вибір і вибрати двері номер 2?

Спочатку спробуйте подумати самі над цим завданням і дійти відповіді.

Проведемо експеримент: 10 учнів змінюватимуть свою думку і 10 залишаться при своєму початковому виборі.

Чим зумовлений цей результат? Це закономірність чи випадковість?

III. Виявлення місця та причини труднощів.

Реальне життя виявляється не таким простим і однозначним. Виходи багатьох явищ неможливо передбачити заздалегідь, якої повної інформації ми про них не мали.

Не можна, наприклад, сказати напевно, якою стороною впаде кинута вгору монета, коли наступного року впаде перший сніг або скільки людей у школі отримають протягом сьогоднішнього дня лише чудові оцінки.

Такі непередбачувані явища називаються випадковими. Однак випадок теж має свої закони, які починають виявлятися за багаторазового повторення випадкових явищ. Саме такі закономірності вивчаються у спеціальному розділі математики, який ми з вами почнемо вивчати.

Сформулюйте тему уроку, завдання.

Методи теорії ймовірностей широко застосовуються в різних галузях науки і техніки: теорії надійності, теорії масового обслуговування, теоретичної фізики, геодезії, астрономії, теорії помилок, теорії управління, теорії зв'язку і в багатьох інших теоретичних і прикладних науках. Теорія ймовірностей служить обґрунтування математичної статистики.

IV. Реалізація побудованого проекту, етап відкриття нових знань.

У вас на столах брошури з теоретичним матеріалом, прочитайте, дайте відповідь на запитання.

Теоретичний матеріал.

Теорія ймовірностей, формули та приклади перших завдань з'явилися ще в далекому Середньовіччі, коли вперше виникли спроби спрогнозувати результати карткових ігор. Спочатку теорія ймовірностей не мала нічого спільного з математикою. Перші роботи у цій сфері як у математичній дисципліні з'явилися торік у XVII столітті. Родоначальниками стали Блез Паскаль та П'єр Ферма. Довгий час вони вивчали азартні ігри та побачили певні закономірності, про які й вирішили розповісти суспільству.

У курсах математики та фізики зазвичай розглядаються лише такі завдання, у яких результат дії однозначно визначено. Наприклад, якщо випустити камінь із рук, він починає падати з постійним прискоренням. Положення каменю може бути обчислено будь-якої миті часу. Але якщо підкинути монету, то не можна передбачити, якою стороною вона ляже нагору – гербом чи цифрою. Тут результату наших дій не визначено однозначно. Може здатися, що в подібних завданнях нічого певного сказати не можна, але навіть звичайна ігрова практика показує протилежне: при великій кількості кидань монети приблизно в половині випадків випаде герб, а в половині випадків – цифра. А це вже певна закономірність. Подібного

Одне з базових понять теорії ймовірностей – це подія (A). Події бувають достовірними, неможливими та випадковими.

Достовірною називають подію, яка в результаті випробування обов'язково відбудеться. Наприклад, за умов земного тяжіння підкинута монета неодмінно впаде вниз.

Неможливим називають подію, яка свідомо не станеться внаслідок випробування. Приклад неможливої події: за умов земного тяжіння підкинута монета відлетить нагору.

І, нарешті, подія називається випадковою, якщо в результаті випробування вона може як статися, так і не відбутися.

Будь-який результат випробування називається результатом, який, власне, і є появою певної події. Зокрема, при підкиданні монети можливо 2 результати (випадкові події): випаде орел, випаде решка.

Ймовірністю (P) події A називають відношення числа m результатів, що сприяють цій події, до загальної кількості n всіх можливих результатів

$$P(A) = m/n.$$

Приклад: Англійський учений Пірсон зробив 23 000 кидань монети. При цьому герб з'явився 11 512 разів. Отже, ймовірність випадання герба дорівнює

$$P(A) = 11512/23000 = 0,5005 \approx 0,5$$

Властивість 1. Можливість достовірної події A дорівнює одиниці: $P(A) = 1$.

Властивість 2. Можливість неможливої події A дорівнює нулю: $P(A) = 0$.

Властивість 3. Ймовірність випадкової події є позитивним числом, укладеним між нулем і одиницею: $0 < P(A) < 1$

Дайте відповідь на запитання:

1. Достовірне подія-це....
2. Неможлива подія-це ...
3. Випадкова подія-це...
4. Вихід-це ...
5. Ймовірність-це...

Завдання №1. Досліджуй види подій. Результати досліджень запишіть нижче:

1. Вночі світить сонце
2. Опівночі випаде сніг, а за 24 години світитиме сонце
3. Футбольний матч «Шахтар» – «Динамо» закінчиться внічию
4. При кидку монети випав "орел"
5. При кидку грального кубика випало 9 очок

6. При телефонному дзвінку абонент виявився зайнятим
7. Сосна взимку зелена
8. 30 лютого буде дощ
9. Влітку у школярів будуть канікули
10. Після четверга буде п'ятниця

Завдання № 2. Виведіть спосіб розв'язання задач застосування формули ймовірності $P(A) = m/n$.

Завдання: У коробці 3 чорні та 4 білі кулі. З неї навмання виймають одну кулю. Знайдіть ймовірність того, що куля буде чорною

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Завдання: Максим навмання вибирає двозначне число. Знайдіть ймовірність, що закінчується на 3.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

V. Первинне закріплення

Вирішуємо завдання групи, захист кожної завдання пройде як математичного бою.

Завдання № 3. Розв'язуємо задачі за формулою: $P(A) = m/n$. (у групі)

№1. Коля, Ваня, Петя, Вася кинули жереб - кому йти до магазину. Знайдіть ймовірність того, що в магазин піде Петя.

№ 2. 13 учнів дев'ятого класу прийшли до школи у костюмах, четверо у футболках, п'ятеро у светрах, троє у сорочках. Якою є ймовірність того, що випадково обраний учень дев'ятого класу прийшов школу у футболці?

№ 3. На семінар приїхали троє вчених із Норвегії, четверо з України та троє з Іспанії. Порядок доповідей визначається жеребкуванням. Знайдіть ймовірність того, що восьмою виявиться доповідь вченого з Росії.

№4. У чемпіонаті світу беруть участь 20 команд. За допомогою жереба їх потрібно розділити на чотири групи по п'ять команд у кожній. У ящику впереміш лежать картки з номерами груп: 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 4 4 4 4 4. Капітани команд тягнуть за картою. Якою є ймовірність того, що команда Великобританії опиниться у другій групі?

№ 5. Альоша навмання вибирає двозначне число. Знайдіть ймовірність, що воно закінчується на 0.

VII. Рефлексія

У вас на столах лежать картки. Якщо ви згодні з висловом, то підніміть зелену, якщо не згодні червону.

- Ймовірністю події називають відношення числа m результатів, що сприяють цій події, до загальної кількості n всіх можливих результатів.
- Випадковою є подія, яка в результаті випробування обов'язково відбудеться.
- При підкиданні монети ймовірність випадання орла дорівнює 0,8.

VIII. Включення в систему знань та повторення.

Розв'язання задачі Монті Холла.

Конспект уроку № 2

Тип уроку: урок засвоєння нових знань

Мета уроку:

- систематизувати та поглибити знання учнів про основні поняття теорії ймовірностей;

- розвивати увагу, мислення, культуру математичного мовлення;
- вміння працювати самостійно, аналізувати ситуацію, розвивати загально навчальні навички ;
- сприяти розвитку комунікативної, інформаційної, соціальної компетентностей, а також самоосвіти і саморозвитку, продуктивної творчої діяльності;
- виховувати уважність, кмітливість, самостійність

Завдання

- вивчити основні поняття теорії ймовірності, роль теорії ймовірності в сучасному світі, навчити у процесі реальної ситуації визначати основні терміни теорії ймовірності, навчити вирішувати завдання з життя

- демонстрація міжпредметних зв'язків теорії ймовірності та різних наук, володіння інтелектуальними вміннями та розумовими операціями, розвивати в учнів комунікативні компетенції (культуру спілкування, вміння працювати у групах, елементи ораторського мистецтва), сприяти розвитку творчої діяльності учнів, потреб;

- розвиток самостійності та навичок самоконтролю, сприяти розвитку спілкування

Обладнання:

- Комп'ютери/планшети з доступом до програмного забезпечення для моделювання (наприклад, Excel, GeoGebra).
- Кубики, монети, карти, рулетки для практичних експериментів.
- Проектор або інтерактивна дошка.
- Таблиці та графіки, підготовлені вчителем.
- Arduino або Raspberry Pi (опційно) для STEM-експерименту.

Хід роботи

1. Організаційний момент (2–3 хвилини)

- Привітання учнів.
- Перевірка присутності.
- Оголошення теми та цілей уроку

2. Актуалізація знань (5 хвилин)

Методика: Дискусія "Математика в житті".

Запитання до класу:

- Що таке випадковість?
- Чи можемо ми передбачити результати випадкових подій, як-от підкидання монети?
- Де в реальному житті використовують ймовірність? (Приклади: прогноз погоди, азартні ігри, страхування).

3. Пояснення нового матеріалу (15 хвилин)

Основні поняття теорії ймовірності.

Події: вірогідні, неможливі, достовірні, випадкові.

Ймовірність: частота події в довготривалій перспективі.

Формула класичної ймовірності:

$$P(A) = \frac{\text{Кількість сприятливих подій}}{\text{Загальна кількість можливих подій}}$$

Приклади:

Вірогідність отримати число "6" на гральному кубіку.

Вірогідність підкидання "герба" монети.

STEM-елемент: Демонстрація комп'ютерної симуляції

Учитель демонструє моделювання підкидання монети в Excel або GeoGebra, генеруючи серію випадкових чисел.

4. Закріплення знань через практику (15–20 хвилин)

Учні об'єднуються в групи, виконують завдання:

Експеримент 1: Кубик.

Кожна група отримує кубик.

Учні кидають кубик 30 разів і записують результати.

Вони обчислюють емпіричну ймовірність випадання кожного числа та порівнюють із теоретичною.

Експеримент 2: Монета.

Кожна група підкидає монету 50 разів.

Результати записуються в таблицю.

Аналіз: Чи збігається теоретична ймовірність із експериментальною?

STEM-елемент: Програмування/Arduino

Для груп із поглибленим вивченням: створення коду на Python (або використання Arduino) для автоматичного моделювання випадкових подій (підкидання монети чи кубика).

5. Обговорення результатів (5 хвилин)

Кожна група презентує свої результати.

Вчитель пояснює, чому емпірична ймовірність може відрізнятися від теоретичної через малу кількість спроб.

6. Рефлексія (5 хвилин)

Запитання до класу:

Що було найцікавішим у сьогоднішньому уроці?

Як можна використати теорію ймовірності в житті?

Які інструменти STEM допомогли краще зрозуміти тему?

7. Домашнє завдання:

Розв'язати задачі на обчислення ймовірності:

Провести власний експеримент (наприклад, підкинути монету 100 разів, обчислити ймовірність та порівняти з теоретичною).

(Додатково для охочих) Написати код симуляції підкидання кубика в Python.

Теорія ймовірностей - це не тільки набір формул і теорем, а й захоплюючий світ, повний несподіваних результатів і парадоксів. Давайте

розглянемо кілька цікавих завдань, які допоможуть вам глибше зануритися в цю захоплюючу науку.

1. Задача про життя та смерть

У нас є 2 незалежних події: смерть і життя. Ймовірність смерті людини в наступному році дорівнює 0,1, а ймовірність того, що людина проживе наступний рік, дорівнює 0,9. Вам потрібно з'ясувати ймовірність того, що людина буде жива через 2 роки.

Розв'язання: Задачу можна розглядати як завдання про незалежну подію. Ймовірність того, що людина проживе (не помре) протягом 2 років, просто дорівнює добутку ймовірності того, що вона проживе протягом кожного з 2 років.

$$P(\text{жива через два роки}) = P(\text{жива в 1-му році}) \times P(\text{жива в 2-му році}) = 0.9 \times 0.9 = 0.81.$$

2. Задача про виграш в лотерею

У лотереї 100 квитків, з яких 3 були виграшні. Купили 2 квитки. Яка ймовірність того, що хоча б 1 з квитків виграє?

Розв'язання: Задача вирішується через обчислення ймовірності протилежної події — що обидва квитки не виграшні, а потім віднімання цієї ймовірності від 1.

Ймовірність того, що обидва квитки не виграють:

$$P(\text{обидва не виграли}) = \frac{97}{100} * \frac{96}{99} = 0,94$$

Тепер ймовірність того, що хоча б один квиток буде виграшним:

$$P(\text{хоча б один виграє}) = 1 - P(\text{обидва не виграли}) = 1 - 0,94 = 0,06$$

3. День народження

Яка ймовірність того, що серед 25 випадково обраних людей хоча б у двох будуть однакові дні народження?

Розв'язок: Здається, що така ймовірність дуже мала, але насправді вона досить висока – близько 50%. Щоб обчислити її точно, зручніше

спочатку знайти ймовірність протилежної події – що всі мають різні дні народження. Потім відняти цей результат від 1.

4. Проблема Монті Холла

У вас є три двері. За одними дверми - автомобіль, за іншими - велосипед. Ви обираєте одні двері. Ведучий, який знає, за якими дверима автомобіль, відкриває одні з порожніх дверей. Чи варто міняти свій вибір?

Розв'язок: Так, варто міняти свій вибір. Коли ви спочатку обираєте двері, ймовірність виграшу автомобіля становить $1/3$. Після того, як ведучий відкрив одні з порожніх дверей, ймовірність того, що автомобіль за дверима, які залишилися, зростає до $2/3$.

5. Задача про першість у футболі

Зіграли 153 матчі. Всі 2 команди зустрічалися один з одним по одному разу. Кількість команд, які брали участь у футбольних матчах?

Розв'язання: $C_n^2 = 153$, $n^2 - n - 308 = 0$, тоді $n = 18$

Приклад тестових завдань для 11 класу

1. Скільки 5-значних чисел я можу записати, використовуючи цифри 3, 4, 5 і 7, де всі цифри різні?
А 24 Б 12 В 120 Г 60
2. Яка ймовірність того, що випадково вибране 2-значне число кратне 11?
А $\frac{1}{12}$ Б $\frac{1}{11}$ В $\frac{1}{10}$ Г $\frac{1}{9}$
3. 5 карток були пронумеровані 1, 2, 3, 4 і 5. Яка ймовірність того, що добуток кількості випадково вибраних 2 карток дорівнюватиме непарному числу?
А 0,1 Б 0,3 В 0,2 Г 0,4
4. Скільки існує тризначних чисел, і всі ці числа непарні і різні?
А 30 Б 60 В 120 Г 150
5. Кубик кинули 1 раз. Яка ймовірність того, що випаде число, кратне 3?

$$A \frac{1}{2} \quad B \frac{1}{3} \quad B \frac{1}{6} \quad \Gamma 1$$

6. У лотереї розігрується 16 грошових і 20 реальних призів. Всього розігрується 1800 лотерейних квитків. Яка ймовірність того, що ви не виграєте приз після придбання 1 квитка?

$$A \frac{1}{50} \quad B \frac{3}{50} \quad B \frac{47}{50} \quad \Gamma \frac{49}{50}$$

7. У коробці 27 кульок, з яких 13 синіх і 7 червоних. 1 кулька буде витягнута з коробки випадковим чином. Яка ймовірність того, що ця кулька буде або синім, або червоним?

$$A \frac{1}{9} \quad B \frac{20}{27} \quad B \frac{2}{7} \quad \Gamma \frac{14}{27}$$

8. З 100 деталей 28 відносяться до типу А, 36 - до типу В, а решта - до типу С. Яка ймовірність того, що навмання взята деталь буде або виду А, або виду В?

$$A 0,64 \quad B 0,08 \quad B 0,1008 \quad \Gamma 0,32$$

9. У коробці було 18 карток, пронумерованих від 1 до 18. Яка ймовірність того, що це число написано на випадково вибраній картці, на якій немає числа 1?

$$A \frac{1}{2} \quad B \frac{4}{9} \quad B \frac{1}{3} \quad \Gamma \frac{5}{9}$$

10. З 3 чисел, кратних 2 цифрам, випадковим чином вибирається 1. Яка ймовірність того, що це число також буде кратним 15?

$$A \frac{7}{15} \quad B \frac{5}{12} \quad B \frac{1}{3} \quad \Gamma \frac{5}{9}$$

11. Яка ймовірність того, що при відкиданні кубиків випаде число, більше 2?

$$A \frac{1}{6} \quad B \frac{1}{3} \quad B \frac{1}{2} \quad \Gamma \frac{2}{3}$$

12. Існує 8 типів конвертів і 4 типи марок. Скільки варіантів можна вибрати для конвертів і марок?

$$A 12 \quad B 16 \quad B 32 \quad \Gamma 64$$

13. З натуральних чисел від 1 до 24 учні навмання називають 1. Яка ймовірність того, що це число є дільником 24?

$$A \frac{1}{4} \quad B \frac{1}{3} \quad B \frac{1}{24} \quad \Gamma \frac{1}{2}$$

14. У 11-му класі було проведено тестування з математики, і оцінка була виставлена за 100-бальною шкалою. Середній бал для 10 учнів становив 81 бал. Яким має бути середній бал для решти 20 учнів у класі, щоб середній бал у всьому класі становив 85 балів?

A 91 бал B 90 балів B 88 балів Г 87 балів

15. Чи можна записати 4-значні кратні 5, де всі цифри різні, використовуючи лише цифри 1, 2, 3, 4, 5?

A 16 B 24 B 28 Г 32

16. Скільки двозначних чисел з різними номерами я можу записати, використовуючи цифри 1, 2, 3, 4?

A 6 B 8 B 12 Г 18

17. У їдальні подають 3 перших страви, 6 других і 4 третіх страви на вибір. Якою кількістю способів ви можете вибрати блюдо, яке включає в себе одне блюдо і кожен вид?

A 13 B 72 B 36 Г 54

18. Коли ви берете 1 карту навмання, яка ймовірність того, що вони ляжуть в такому порядку, що утворюється слово "ДІМ"?

$$A \frac{1}{3} \quad B \frac{1}{6} \quad B \frac{1}{4} \quad \Gamma 1$$

19. На уроках фізкультури 4 учні отримали 8, 9, 12 і 12-е оцінки.

A 10 B 12 B 11 Г знайти неможливо

20. У конкурсі юних піаністів беруть участь 8 молодих музикантів з України, 4 музиканти з Литви, 7 музикантів з Німеччини та 5 музикантів з Польщі. Послідовність виступів визначається жеребкуванням. Яка ймовірність того, що першим виступить музикант з України?

$$A \frac{1}{5} \quad B \frac{1}{6} \quad B \frac{1}{4} \quad \Gamma \frac{1}{3}$$

21. Коли ви берете 1 картку навмання, яка ймовірність того, що вони підуть в порядку, утвореному словом Борщ?

$$A \frac{1}{64} \quad B \frac{1}{32} \quad B \frac{1}{16} \quad \Gamma \frac{1}{24}$$

22. Учнів 11 класу опитали: який шкільний предмет вони будуть здавати під час ДПА, крім обов'язкових. Було отримано такі дані:

Назва предмету	фізик	хімія	географія	Іноземна мова	історія
Кількість учнів	10	3	4	6	7

Чому дорівнює мода отриманих даних:

А 10 учнів Б 6 учнів В фізика Г іноземна мова

23. У таблиці наведено відомості про відвідування художньої виставки протягом тижня:

День тижня	понеділок	вівторок	середа	четвер	П'ятниця	субота	неділя
Кількість відвідувачів	120	200	210	180	300	400	410

Чому дорівнює розмах даної вибірки:

А 440 відвідувачів Б 210 відвідувачів В 320 відвідувачів Г 290 відвідувачів

24. Учнів 11 класу опитали: скільки часу вони витрачають на домашнє завдання з геометрії. Було отримано такі дані:

Час виконання	20 хв	30 хв	45 хв	60 хв	90 хв
Кількість учнів	2	6	8	5	4

Чому дорівнює мода отриманих даних?

А 45 хв Б 60 хв В 8 учнів Г 4 учні.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Підхід STEM (наука, технологія, інженерія та математика) - це ефективний спосіб розвитку сучасних освітніх практик, що стимулюють креативність, критичне мислення та інтеграцію знань у різних галузях. Використання STEM-підходів при вивченні теорії ймовірностей та математичної статистики в середній школі допомогло підвищити інтерес учнів до математики та покращити їхні навички за допомогою практичних завдань та інтерактивних методів навчання.

Зокрема, використовуючи реальні дані для аналізу ймовірностей та статистичних характеристик, ви можете побачити, як теоретичні знання застосовуються на практиці в таких галузях, як наука, економіка та медицина. Процес вирішення проблем, заснований на реальних ситуаціях, спонукає студентів використовувати математичні інструменти для прийняття рішень, роблячи навчання більш зрозумілим та актуальним.

Підхід STEM не тільки використовує традиційні методи вивчення теорії ймовірностей та статистики, але й допомагає програмістам та студентам глибше засвоїти ці галузі, особливо такі інструменти, як Excel, R та Python, які можуть допомогти виконувати обчислення та візуалізувати дані, значно полегшуючи процес вивчення складних математичних понять.

Це також сприяє розвитку міждисциплінарних навичок, дозволяючи не тільки здобувати математичні знання, а й удосконалювати навички в області інформаційних технологій та аналізу даних. Це підвищує здатність до самонавчання та адаптації до вимог сучасного ринку праці.

Тому впровадження STEM-підходу до вивчення теорії ймовірностей та математичної статистики у старшій школі є важливим кроком у модернізації освітнього процесу. Це не тільки допомагає студентам краще засвоїти матеріал, але і готує їх до вирішення реальних завдань, з якими вони можуть зіткнутися в професійному житті, роблячи математику більш цікавою і корисною в майбутньому.

ВИСНОВКИ

STEM-освіта, акронім від англійських слів Science (наука), Technology (технології), Engineering (інженерія) та Mathematics (математика), набуває все більшої популярності у сучасному освітньому просторі. Цей інноваційний підхід до навчання пропонує інтегрувати знання з різних наукових дисциплін, створюючи міцний фундамент для розвитку критичного мислення, творчості та практичних навичок учнів.

Ключовою ідеєю STEM-освіти є занурення учнів у реальні проблеми навколишнього світу. Замість того, щоб вивчати окремі дисципліни ізольовано, учні мають змогу застосовувати знання з математики, природничих наук та інженерії для розв'язання практичних завдань. Такий підхід не тільки підвищує зацікавленість у навчанні, але й готує молодь до викликів сучасного світу, де все частіше виникають міжпредметні проблеми, що потребують комплексних рішень.

STEM-освіта — це не просто сума окремих предметів, а скоріше синергія, яка дозволяє учням бачити цілісну картину світу. Вони вчать аналізувати інформацію, будувати гіпотези, проводити експерименти, розробляти проекти та презентувати результати своєї роботи. Це сприяє розвитку таких важливих навичок XXI століття, як креативність, співпраця, критичне мислення та вміння вирішувати проблеми.

Однією з найважливіших переваг STEM-освіти є її орієнтація на практику. Замість традиційного запам'ятовування теорії, учні мають можливість застосовувати свої знання на практиці, створюючи прототипи, розробляючи програми та проводячи дослідження. Це дозволяє їм краще зрозуміти, як наукові знання можуть бути використані для вирішення реальних проблем.

STEM-освіта також сприяє розвитку в учнів інтересу до STEM-професій. Залучаючи учнів до проектної діяльності, демонструючи їм практичні застосування наукових знань, ми формуємо у них бажання

пов'язати своє майбутнє з наукою, технологіями, інженерією та математикою. Це особливо важливо в умовах глобалізації та швидкого технологічного розвитку.

STEM-освіта, яка поєднує науку (Science), технології (Technology), інженерію (Engineering) та математику (Mathematics), набирає все більшої популярності у світовій освіті. Її головна мета – подолати розрив між теорією та практикою, який часто властивий традиційній освіті. Замість того, щоб вивчати кожен предмет ізольовано, STEM-підхід пропонує інтегрувати знання з різних дисциплін для розв'язання реальних проблем.

Однією з ключових особливостей STEM-освіти є використання прикладних задач. Замість абстрактних вправ, учні мають змогу застосовувати математичні знання для вирішення практичних проблем, що робить навчання більш цікавим та зрозумілим. Наприклад, замість того, щоб розв'язувати рівняння з однією невідомою, учні можуть розрахувати оптимальну траєкторію руху для створеного ними робота або спроектувати міст, який витримає певну вагу.

Теорія ймовірності вчить нас розпізнавати, ідентифікувати та моделювати відповідні випадкові процеси. Це показує нам, як кількісно оцінити невизначеність, і вчить нас вимірювати переконання у світлі нової інформації. Традиційні математичні результати, привабливість і корисність статистичних методів дають багато переконливих причин для вивчення теорії ймовірностей (Hogg, McKean and Craig, 2005).

Отже, STEM-підходи в навчанні теорії ймовірностей не лише забезпечують глибоке засвоєння матеріалу, але й сприяють розвитку широкого спектру навичок, необхідних для успішного функціонування в сучасному світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021» / уклад.: Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикєєва, О. В. Коршунова, Л. Г. Булавська — К. : Видавничий дім «Освіта», 2021. 155 с.
2. Інститут модернізації змісту освіти URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (Дата звернення: 11.11.23)
3. Андрієвська В. М., Білоусова Л. І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти. Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2017. Випуск 4 (14). С. 13–17.
4. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEMосвіти. Фізико-математична освіта. 2017. Вип. 2. С. 26–3
5. Бобровницька С. А. Підвищення мотивації учнів до навчального предмета «Хімія» за допомогою використання STEM-технологій. Професійні компетенції сучасного керівника чинник розвитку освітньої сфери
6. Декарт Р. Правила керівництва розуму. Київ, 1989. Т. 1. С. 77–153
7. Колток Л., Іваник Н. Упровадження STEM-освіти в освітній процес нової української школи. Науковий збірник «Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. 2020. Том 3, №27. С. 133–136.
8. Кузьменко О. Сутність та напрямки STEM- освіти. Наукові записки, Вип. 9. Сер. «Проблеми методики фіз.
9. -мат. і технол. освіти. Часопис КДПУ, 2017. С. 188–190.
10. Лукашева А. О. Шляхи впровадження STEM-освіти в позашкілья. Збірник «Грані науково-технічної творчості Запорізької області», №2, 2018. 40 с
11. Математика. 5–11 класи: навчальні програми, методичні рекомендації щодо організації навчально-виховного процесу в 2017/2018 навчальному році / уклад. Б. В. Кудренко. Харків: Вид-во «Ранок», 2017. 144 с.

12. Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: підручник для 11 класу з поглибленим вивченням математики: у 2 ч. Харків: Гімназія, 2011. Ч. 1. 256 с

13. Нелін Є. П., Долгова О. Є. Алгебра. 11 клас: підручник для загальноосвітніх навчальних закладів: академічний рівень, профільний рівень. Харків: Гімназія, 2011. 448 с.

14. Прокопенко Н. С., Вашуленко О. П., Єрміна О. В. Збірник програм з математики для до профільної підготовки та профільного навчання (у двох частинах). Ч. II. Профільне навчання. Харків: Вид-во «Ранок», 2011. 384 с.

15. Татаринів Д. Л. Про використання міжпредметних зв'язків математика-фізика у додатковій освіті школярів. Педагогіка і психологія. 2012. № 2. С. 141–145.

16. Akaygun S., Aslan-Tutak F. STEM Images Revealing STEM Conceptions of Pre-Service Chemistry and Mathematics Teachers. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology. Volume 4. Number 1. 2016.

17. Sanders M. STEM, STEM education, STEMmania. The Technology Teacher. 2009. № 68. P. 20–26.

18. STEM-підхід в освіті: ідеї, методи, перспективи. URL: <http://elib.bspu.by/handle/doc/41934>

19. Yakman G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. STEAM Education. URL: <https://steamedu.com/research/>

20. Методичні рекомендації, що до вивчення теми “Елементи теорія ймовірності та математичної статистики” в 11 класах загальноосвітніх школах URL: <https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendaci-do-vivchennya-temi-elementi-teori-ymovirnostey-i-matematichno-statistiki-v-11-klasi-zagalnoosvitno-shkoli-144836.html>

21. Шевчук Т. В., Кравчук Г. Т. Стан і перспективи розвитку інформаційних технологій в Україні. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Т. 28, № 9. С. 114–118.

22. Перелік навчальних програм, підручників та навчально-методичних посібників, рекомендованих Міністерством освіти і науки України для використання в основній і старшій школі загальноосвітніх навчальних 69 закладів з навчанням українською мовою. Інформаційний портал. URL: <https://imzo.gov.ua/pidruchniki/pereliki>

23. Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра і початки аналізу :початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу., проф. рівень: підручник для 10 кл. закладів загальної середньої освіти. Харків: Гімназія, 2018. 512 с

24. Оксана Стоєцька, INVENTOR: «STEM-підхід – це стовідсоткове залучення дітей в процес навчання» URL: <https://ain.ua/2023/03/16/okzana-stoyeczka-inventor-stem-pidhid-cze-stovidsotkove-zaluchennya-ditej-v-proces-navchannya/>

25. Балік Н.Р., Шмигер Г.П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. Фізико-математична освіта. 2017. № 2(12). С. 26-30.

26. Хоминська О. А. “Підтримка вивченні теорії ймовірностей та математичної статистики в школі засобами динамічної підтримки” 2020

27. Безверхня О.О. “Методика навчання теорії ймовірностей та елементів математичної статистики в профільній школі з використанням міжпредметних зв’язків” 2018

28. Трунова О. В. “Навчання початків теорії ймовірностей і вступу до статистики в ліцеях і класах з поглибленим вивченням математики” 2008

29. Трунова О. В. “Навчання початків теорії ймовірностей і вступ до статистики в ліцеях і класах з поглибленим вивчення математики” 2007

30. Теорія ймовірностей на уроках математики URL: https://ua-referat.com/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9_%D0%BD%D0%B0_%D1%83%D1%8

[0%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%85_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8](mailto:fizmat@sspu.edu.ua)

fizmat@sspu.edu.ua
Суворо дотримуйтесь
правил академічної
добросовісності