**Київський Національний університет імені Тараса Шевченка**

**Український фізико-математичний ліцей**

**Навчальна програма**

**Математичний апарат для опису фізичних явищ.**

**8-9 клас**

Навчальна програма була підготовлена робочою групою у складі:

Мєшков О.Ю., учитель фізики УФМЛ, канд. техн. наук

вчитель вищої категорії;

Пашко М.І., вчитель фізики УФМЛ,

вчитель-методист, Заслужений вчитель України;

Петрусь І.А., вчитель фізики УФМЛ,

вчитель-методист, Заслужений вчитель України;

Олійник А.О., вчитель фізики УФМЛ, канд.фіз.-мат. наук

вчитель вищої категорії.

2024

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

Програма курсу «**Математичний апарат для опису фізичних явищ. 8-9 клас»** складена відповідно до програми «Фізика, 8-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням фізики», затвердженої наказом МОН від 17.07.2013 № 983 та програми курсів за вибором і факультативів з фізики та астрономії 6-12 класів «Математика як універсальна мова фізики та інших природничих наук», рекомендованою Міністерством освіти і науки України (лист від 19.06.2009р.\_№1/11-4349).

Однією з загальновідомих проблем вивчення фізики в середній школі є факт того, що програма шкільного курсу вивчення математика не синхронізована з потребами шкільного ж курсу фізики. Отже, по факту, фізика у середній школі часто-густо сприймається на рівні навчального предмету гуманітарного спрямування з великою кількістю не пов'язаних між собою формул. Для учнів навчальних закладів з поглибленим вивченням фізики, у яких потреби в оволодінні новим матеріалом набагато більші, ця проблема є ще більш актуальною. У зв'язку з цим постає задача створити курс, який має допомогти учням 8-9х класів нівелювати розрив між існуючим у них рівнем математичних навичок та тим рівнем, який дозволить їм гарно оволодіти курсом фізики і вміти у подальшому освоювати матеріал самостійно.

Головне завдання цього курсу полягає в тому, щоб започаткувати ті зміни у мисленні, без яких успішно вчитися у старшій школі з поглибленим рівнем вивчення природничих наук майже неможливо. Зрозуміло, що деякі розділи математики в запропонованій програмі поглиблюються та розширюються порівняно з їх викладенням згідно шкільної програми. Деякі розділи математики, запропоновані в цьому курсі, вивчаються раніше, ніж це передбачено в навчальних програмах для загальноосвітніх та профільних фізико-математичних шкіл. Причому здебільшого вивчають саме прикладні математичні методи для розв'язання тих чи інших задач фізики.

Мета цього курсу: сформувати в учнів 8-9х класів закладів освіти з поглибленим вивченням фізики чітке розуміння нерозривності математики та природничих наук й надати їм впевнені навички застосування універсального математичного апарату для використання в їх навчальній та дослідницькій діяльності в області фізики.

Цей курс створений, спираючись на багаторічний досвід роботи з учнями, зацікавленими у поглибленому вивченні природничих наук, математики та програмування, які відчувають потребу у більш ранньому вивченні окремих розділів математики, причому в ракурсі застосування отриманих знань та навичок як системного універсального інструмента при вивченні фізичних процесів та розв’язанні задач.

Він дозволяє учням не тільки навчитися швидко обробляти отримані дані, обрахувати та оформлювати відповідь й вказувати похибку, передбачати та оцінювати результат, а й мати навички застосування графічних та аналітичних методів дослідження, роботи з математичними пакетами, розуміння методів наближеного розв’язку рівнянь в фізиці, знаходження взаємозв’язку та подібності між проблемами і явищами та оволодіння достатнім рівнем апарату вищої математики для дослідження функцій, щоб бути готовим займатися науково-дослідницькою діяльністю в старшій школі тощо.

Програма курсу складається з наступних послідовно узгоджених тем, розрахованих на 1 годину на тиждень, тобто 35 годин вивчення у 8 класі та 35 годин у 9 класі:

* «Фізичні величини та обрахунок їх значень.» (10 год);
* «Рівняння, нерівності та методи їх розв’язку» (10 год);
* «Методи подібності, розмірності та масштабування» (4 год);
* «Функціональні залежності та аналіз їх графіків.» (11 год);
* «Основи тригонометрії»(6 год)
* «Дії з векторами» (7 год)
* «Методи обробки експериментальних даних і роботи з графіками» (8 год);
* «Елементи вищої математики» (14 год).

У випадку, якщо вивчення матеріалу курсу починається з 9-ого класу і триватиме лише рік, то можливий варіант компіляції тем програм за 8 та 9 клас зі зміною кількості годин на вивчення кожної теми, який буде здійснюватися на розсуд вчителя, виходячи з вікових та інтелектуальних особливостей учнів в групі.

Найголовнішими показниками ефективності використання цієї програми буде впевнене користування учнем в своїй навчальній діяльності набутих знань та навичок за переліченими темами, а також зростання математичної культури під час розв’язання учнями експериментальних та теоретичних задач з фізики, причому як під час поточного навчання, так і при підготовці до інтелектуальних змагань з фізики (олімпіади, турніри, конкурси-захисти науково-дослідницьких робіт).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Програма курсу «Математичний апарат для опису фізичних явищ. 8 клас»**  **35 годин** | | | |
|  |  |  |
| **К-сть годин** | **Зміст теми** | **Навчальні досягнення** |
| **Фізичні величини та обрахунок їх значень. 10 годин** | | | |
| 1 | Вступне заняття. Значення математики при вивченні фізики та інших природничих наук.  Кількісні та якісні характеристики природних об'єктів та явищ. Фізичні величини.  Вимірювання часу, довжини, маси. Одиниці  вимірювання та співвідношення між ними | **Знаннєвий компонент:**  має знання про: зміст курсу; фізичні величини; вимірювання як процес порівняння вимірюваної величини з еталоном  **Діяльнісний компонент:**  уміє: вимірювати лінійні розміри тіл; вимірювати об'єм та масу тіл  **Ціннісний компонент:**  усвідомлює важливість володіння математичним апаратом; може оцінювати особистий рівень знань з математики |
| 2 | Округлення чисел. Абсолютна та відносна похибка приблизного значення величин.  Похибка суми, різниці, добутку, степені, кореня.  Точність результатів вимірювання  та обчислень. Види похибок. | **Знаннєвий компонент:**  має знання про: загальноприйняті правила округлення чисел; систематичні та випадкові похибки при вимірюваннях; абсолютні та відносні похибки при прямих та непрямих вимірюваннях; точність приладів  **Діяльнісний компонент:**  уміє: округляти результати обчислень та вимірювань; обчислювати похибки прямого та непрямого вимірювання; обчислювати похибки суми, добутку, степеня, кореня тощо  **Ціннісний компонент:**  усвідомлює наближений характер результатів вимірювань; усвідомлює неможливість проведення ідеально точних вимірювань, природу похибок та важливість їх урахування |
| 1 | Дії з дробами (правильний, неправильний, десятковий) | **Знаннєвий компонент:**  має знання про: дріб як математичну дію ділення і спосіб подачі результату цієї дії; види дробів та взаємозв'язок між ними; дії з дробами різних видів  **Діяльнісний компонент:**  уміє: перетворювати дроби з одного виду на інший; виконувати найпростіші математичні дії з різними видами дробів; подавати результати обчислень за допомогою різних видів дробів  **Ціннісний компонент:**  усвідомлює неможливість отримання цілого результату під час реальних вимірювань фізичних величин чи обчислень: оцінює який вид дробу доцільніше використовувати під час обчислень та подачі результату обчислень чи вимірювань |
| 2 | Степінь з цілим додатнім та від'ємним показником. Дії зі степенями. Обчислення площі, об'єму, густини, швидкості. Стандартний запис числа | **Знаннєвий компонент:**  має знання про: поняття степеню; правила дій зі степенями; визначення площ та об’ємів стандартних геометричних фігур; стандартний запис числа у фізиці  **Діяльнісний компонент:**  уміє: застосовувати правила дій зі степенями; представляти результати вимірювань та обчислень у стандартному вигляді; використовувати знання з геометрії при визначенні фізичних величин, зокрема густини та швидкості  **Ціннісний компонент:**  усвідомлює важливість використання степенів та стандартного запису числа для спрощення розрахунків у фізичних проблемах та задачах; оцінює можливість та доцільність представлення складних геометричних та фізичних тіл як комбінації декількох простих при розгляді фізичних задач |
| 2 | Форми запису відповіді при розв’язанні задач з фізики та спрощений обрахунок відповіді без використання калькулятора. | **Знаннєвий компонент:** Знає форми запису відповіді в аналітичній, інтервальній, графічній формі. Може відрізнити коректний запис аналітичної відповіді. Розуміє форму запису, що спрощує розрахунки без калькулятору. Знає критерії нехтування нескінченно малими величинами, ознаки подільності, інші методи усного розрахунку.  **Діяльнісний компонент:** Уміє привести відповідь в фізичній задачі, до форми, що однозначно вказує на правильну розмірність та дозволяє її швидко порахувати. Уміє швидко рахувати  **Ціннісний компонент:** Розуміє значення швидких підрахунків, прозорої форми запису відповіді, методів наближеного обчислення. |
| 2 | Середні значення. Їх використання та знаходження:  - арифметичне;  - геометричне;  - зважене;  - хронологічне;  - квадратичне;  - інші | **Знаннєвий компонент:** Знає про існування різних середніх значень, знає формули їх розрахунку.  **Діяльнісний компонент:** Уміє розрізняти випадки в математиці, фізиці, коли застосовувати конкретне середнє значення, та може правильно його розрахувати і застосовувати у подальших діях.  **Ціннісний компонент:** Уявляє сфери життєдіяльності людини і випадки, коли і яке середнє значення краще використовувати і з якою метою. Може заздалегідь порівнювати різні середні значення для одного явища і пояснити розбіжності |
| **Рівняння, нерівності та методи їх розв’язку. 10 годин** | | | |
| 3 | Лінійні рівняння. Розв’язання систем лінійних рівнянь, заданих аналітично та графічно | ***Знаннєвий компонент:*** знає методи розв’язку систем лінійних рівнянь. Знає про незалежність рівнянь системи і умови можливості отримати розв’язок.  ***Діяльнісний компонент:*** Може під час розв’язання задачі скласти систему рівнянь, обрати оптимальний спосіб розв'язку і отримати розв’язок. Може прийти до відповіді, маючи систему рівнянь, заданих одночасно як графічно, так і аналітично.  ***Цінні*сний компонент:** усвідомлює, що з огляду на велику ймовірність помилитись при розв’язку великих систем лінійних рівнянь, варто обирати способи розв’язку, використовувати системний підхід під час його оформлення та обов’язково виконувати швидку перевірку отриманих результатів. |
| 2 | Метод ітерацій для розв’язання рівнянь. | **Знаннєвий компонент:** має уявлення про механізм використання методу і випадки, коли він може стати в нагоді  **Діяльнісний компонент:** впевнено використовує метод ітерацій для розв’язання фізичних задач, уміє робити розрахунок з заданою точністю, уміє правильно отримувати запис для знаходження кількох коренів. Легко розв’язує кубічні рівняння і рівняння вищих степенів.  **Ціннісний компонент:** оцінює переваги методу ітерацій, у порівнянні з іншими методами, передбачає сходимість отриманих виразів. |
| 2 | Квадратні і кубічні рівняння та методи їх розв’язань. | **Знаннєвий компонент:** Уміє відрізняти квадратні та кубічні рівняння, бачити їх в фізичних задачах. Знає методи розв’язання квадратних та кубічних рівнянь  **Діяльнісний компонент:** Бачить проблеми, для опису яких використовуються такі рівняння. Упевнено їх розв’язує, критично аналізує відповіді, може надати графічну інтерпретацію розв’язків.  **Ціннісний компонент:** може попередньо оцінювати наявність позитивних/негативних/нульових/не дійсних коренів і розуміє їх фізичну суть і стан системи, що досліджується |
| 2 | Нерівності в фізиці та їх графічний розв’язок | **Знаннєвий компонент:** Знає методи розв’язання лінійних та інших нерівностей, може правильно зробити запис відповіді в аналітичній і графічній формі. Розрізняє строгу та нестрогу нерівність  **Діяльнісний компонент:** Розуміє типи задач і формулювання умов задач, в яких відповідь буде у формі нерівностей. Уміє складати та правильно розв’язувати нерівності та системи і сукупності нерівностей.  **Ціннісний компонент:** Усвідомлює необхідність задання меж значень аргумента та функції в кожній як фізичній, так і математичній проблемі, умов переходу межі і фізичний сенс цього в кожному розділі фізики. Обов’язково супроводжує свої висновки графічною інтерпретацією. |
| 1 | Нерівність Коші і застосування в фізиці | **Знаннєвий компонент:** знає сенс і доведення нерівності Коші  **Діяльнісний компонент:** уміє аналізувати функції, застосовуючи нерівність Коші, використовувати основні прийоми аналізу функцій на екстремум за допомогою нерівності Коші  **Ціннісний компонент:** Усвідомлює зв’язок між різними видами визначення середньої величини на прикладі нерівності Коші |
| **Методи подібності, розмірності та масштабування. 4 години** | | | |
| 1 | Методи геометричної та фізичної подібності | **Знаннєвий компонент:** знає, які існують способи застосування міркувань подібності.  **Діяльнісний компонент:** уміє розпізнавати задачі, в яких можна використати методи подібності, та застосовувати стандартні методи подібності: геометричної, подібності рівнянь, масштабування тощо.  **Ціннісний компонент:** розуміє, як методи подібності дають можливість пояснювати різні фізичні явища. |
| 1 | Метод розмірності у фізиці. Компонентна теорія розмірності. | **Знаннєвий компонент:** знає розмірності основних фізичних величин та сім основних фізичних величин в СІ, основний підхід для фізичних оцінок методом розмірності. Знає стандартні задачі, які розв’язуються методом розмірності. Розуміє можливості методу та межі його застосування.  **Діяльнісний компонент:** уміє робити розмірні оцінки і розв'язувати за допомогою методу розмірності фізичні задачі, швидко рахувати степені фізичних величин, які входять у формули, методом розмірності  **Ціннісний компонент:** усвідомлює, як в різних фізичних задачах розкладаються однакові одиниці вимірювання та фізичні одиниці по компонентах, і як це можна застосувати для оцінок в складних фізичних випадках |
| 1 | Просторово-часове масштабування | **Знаннєвий компонент:** знає, які типи фізичних задач можна розв’язувати просторово-часовим масштабуванням як через динамічний, так і енергетичний підходи  **Діяльнісний компонент:** уміє скласти динамічне рівняння та записати певну енергію системи, провести масштабування характерних часів та відстаней та отримати фізичні наслідки  **Ціннісний компонент:** усвідомлює фізичну суть даного методу, що полягає у вимозі незмінності загального виду динамічних рівнянь та виразів повної енергії системи. |
| 1 | Золотий переріз і його використання. | **Знаннєвий компонент:** знати визначення золотого перерізу та про його застосування у природі, у науці та техніці  **Діяльнісний компонент:** уміти вивести відношення золотого перерізу з геометрії та з фізичних задач, наприклад з теорії нескінченних електричних ланцюгів  **Ціннісний компонент:** усвідомлює область застосовності золотого перерізу та його важливість в медицині та природничих дисциплінах |
| **Функціональні залежності та аналіз їх графіків. 11 годин** | | | |
| 1 | Системи координат, координата. Приклади функціональних залежностей у фізиці. Техніка побудови графіків. | **Знаннєвий компонент:** знає різні системи координат (декартові, полярні, сферичні тощо); лінійну та інші функціональні залежності та фізичні процеси, що ними описуються.  **Діяльнісний компонент:** умієбудувати графіки лінійної залежності; відтворювати рівняння різних видів функцій за наданим графіком; розв'язувати фізичні проблеми за допомогою графіків  **Ціннісний компонент:** усвідомлює зручність використання тої чи іншої системи координат для розв'язування різних ситуацій у фізиці; коректність опису фізичних явищ різними видами функціональних залежностей. |
| 2 | Аналіз графіків функцій: використання кутів нахилу дотичних та площі фігури під графіком | **Знаннєвий компонент:** знає фізичний сенс кута нахилу дотичної до графіку в точці та площі фігури під графіком в певних межах аргумента функції  **Діяльнісний компонент:** уміє складати рівняння, що описують графік та аналізувати графіки у фізичних задачах за допомогою дотичних та пошуку площі під графіком  **Ціннісний компонент:** усвідомлює, що в різних фізичних залежностях кут нахилу дотичної та площа має різний сенс і складні задачі можна розв’язувати зручним підбором фізичних величин, що відкладаються по осям графіка, та подальшим аналізом отриманих функцій за кутом нахилу дотичної чи площею під графіком |
| 2 | Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей (прямо пропорційна та лінійна залежності). Розв'язування задач за допомогою графіків | **Знаннєвий компонент:** Знає зовнішній вигляд лінійної, квадратичної, оберненої залежностей та зовнішній вигляд графіків цих залежностей. Якісно уявляє, як буде змінюватися функція та її графік, за умови зміни параметрів та коефіцієнтів.  **Діяльнісний компонент:** уміє отримувати такі залежності в фізичних задачах, будувати по них графіки і навпаки, по графіках отримувати залежності. Може трансформувати, накладати, додавати та віднімати, порівнювати графіки та робити по них висновки.  **Ціннісний компонент:** Розуміє важливість графічної інтерпретації фізичних явищ та функцій, які їх описують. Здатен зробити аналогії, інтер- та екстраполювати графіки. Відчуває фізичні задачі, в яких графічні методи розв’язку є пріоритетними для використання. |
| 1 | Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей (обернено пропорційна залежність). Розв'язування задач за допомогою графіків |
| 2 | Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей (квадратична залежність). Розв'язування задач за допомогою графіків |
| 1 | Асимптоти та екстремуми функції. Поведінка функції при наближенні до них. | **Знаннєвий компонент:** знає, що таке асимптота та екстремум, та які їх ознаки  **Діяльнісний компонент:** уміє візуально та чисельно розпізнавати асимптоти та екстремуми  **Ціннісний компонент:** усвідомлює важливість та значення поняття асимптот та екстремумів у природничих науках |
| 1 | Пошук екстремумів функцій без використання апарату вищої математики | ***Знаннєвий компонент:*** розуміння наявності у функції максимального чи мінімального значення, поведінки функції в околі екстремума. Може на графіку функції знайти та показати екстремум.  ***Діяльнісний компонент:*** Може використовувати методи для знаходження максимальних та мінімальних значень: ділення, виділення неповного квадрату тощо. Розуміє суть методів, їх переваги та недоліки.  ***Ціннісний компонент:*** Може спрогнозувати наявність максимуму та мінімуму функції, схематично робити графік функції, розуміє важливість знання про наявності екстремумів і може порівнювати методи його знаходження |
| 1 | Використання математичних пакетів для роботи з графіками функцій (пакет за вибором вчителя). | ***Знаннєвий компонент:*** знає існуючі математичні пакети, розуміє їх можливості, знає синтаксис запитів та проблеми, які можна розв’язати за допомогою пакетів  ***Діяльнісний компонент***: уміє обчислювати та аналізувати отримані аналітичні та графічні залежності, робити статистичні обрахунки, інтерполювати, екстраполювати, лінеаризувати залежності.  ***Ціннісний компонент:*** розуміє, чи є сенс користуватися пакетом, і яким саме, чи отримувати результат без нього, аналізує, які алгоритми дають найкращий результат, може передбачити вигляд залежності до їх отримання, і які фактори вносять найсуттєвіший вклад. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Програма курсу «Математичний апарат для опису фізичних явищ. 9 клас»**  **35 годин** | | |
|  |  |  |
| **К-сть годин** | **Зміст теми** | **Навчальні досягнення** |
| **Основи тригонометрії. 6 годин.** | | |
| 2 | Полярні координати. Градусна та радіанна міра кута. Поняття про тригонометричні функції, їх параметри та їх графіки. Зміна масштабів графіків та їх зміщення. Прямокутний трикутник. | **Знаннєвий компонент:** знає про сенс обернених тригонометричних функцій, застосування тригонометричних  функцій у геометрії та природничих науках  **Діяльнісний компонент:** уміє робити побудови у полярних координатах, змінювати масштаби графіків, визначати сторони прямокутного трикутника за допомогою тригонометричних функцій  **Ціннісний компонент:** усвідомлює необхідність введення та застосування тригонометричних функцій; |
| 2 | Одиничне коло. Зв’язок між функціями синус та косинус. Знаходження синуса, косинуса, тангенса та котангенса кутів за допомогою одиничного кола. Формули тригонометричних перетворень. | **Знаннєвий компонент:** Знає формули тригонометричних перетворень.  **Діяльнісний компонент:** Може отримати ці формули, а також значення синусів та косинусів з одиничного кола.  **Ціннісний компонент:** Розуміє можливості отримання всіх тригонометричних взаємозв’язків за допомогою одиничного кола. |
| 2 | Опис коливального та обертального руху за допомогою тригонометричних функцій. | **Знаннєвий компонент:** знає, як описувати гармонічні коливання та обертання за допомогою тригонометричних функцій, розуміє поняття амплітуди, фази, частоти, періоду, циклічної частоти  **Діяльнісний компонент:** уміє співставляти реальні фізичні коливальні та обертальні процеси із їх математичним вираженням  **Ціннісний компонент:** усвідомлюєаналогії між гармонічними коливаннями та рівномірним рухом по колу та можливість опису рухів в площині через суперпозицію коливань у взаємо перпендикулярних площинах |
| **Дії з векторами. 8 годин.** | | |
| 2 | Розподіл фізичних величин на скаляри та вектори. Поняття вектору (та псевдовектору). Форма задання вектору. Поняття проекції, модуля. Додавання векторів. Правило трикутника та паралелограма. Теорема синусів та косинусів. | **Знаннєвий компонент:** розуміє поняття вектору/псевдовектору та скаляру; володіє поняттями проекції, модуля вектору та методами їх знаходження; знає правила виконання дій з векторами та відповідними геометричними теоремами  **Діяльнісний компонент:** вміє визначати основні характеристики векторних величин (модуль, напрям, проекції); вміє виконувати базові дії з парами векторів; володіє різними методами виконання цих дій та потрібним математичним апаратом (застосовувати теореми синусів та косинусів)  **Ціннісний компонент:** усвідомлює критичну різницю між векторними та скалярними величинами; оцінює зручність використання того чи іншого методу виконання дій з векторами для конкретної ситуації; визначає різницю між додаванням скалярних та векторних величин |
| 2 | Класична механіка та принцип відносності Галілея. Проекції векторів на координатні осі. Основне правило векторної алгебри. Векторний характер законів Ньютона. | **Знаннєвий компонент:** знає основні закони класичної механіки та наслідки з них; володіє поняттям проекції вектору; знає основне правило векторної алгебри та основні ситуації, де його використання є доцільним  **Діяльнісний компонент:** уміє знаходити проекції векторів на координатні вісі; уміє застосовувати основне правило векторної алгебри для розв'язування різних фізичних проблем  **Ціннісний компонент:** усвідомлює аксіоматичну природу основ класичної механіки; може зробити вибір в аспекті зручності між операціями зі скалярними чи векторними величинами; усвідомлює векторний характер законів Ньютона та законів класичної механіки, що є їх наслідками |
| 2 | Віднімання векторів у фізиці: зміна векторної величини, відносна швидкість. | **Знаннєвий компонент:** знає методи знаходження різниці векторів; володіє поняттями зміни векторної величини та методами її визначення; знає принципи відносності та їх векторні інтерпретації  **Діяльнісний компонент:** уміє знаходити різницю векторів напряму та через їх проекції (основне правило векторної алгебри); уміє визначити зміну векторної фізичної величини; вміє застосовувати перетворення Галілея для векторних величин (переміщень, швидкостей та прискорень)  **Ціннісний компонент:** має уявлення про фізичні величини як вектори (швидкість, момент сили тощо); усвідомлює відмінність віднімання скалярної та векторної величини, а також відмінність між додаванням та відніманням векторів |
| 2 | Скалярний, векторний (та мішаний) добуток. Визначення та застосування в фізиці. | **Знаннєвий компонент:** знає визначення скалярного, векторного та мішаного добутку векторів та методи їх визначення  **Діяльнісний компонент:** уміє визначати скалярний добуток векторів, зокрема для знаходження фізичних величин, таких як робота сили; уміє визначати векторний добуток величин (напряму та з використанням допоміжних методів); вміє визначати мішаний добуток векторів  **Ціннісний компонент:** має уявлення про відмінність добутків скалярних та векторних величин; усвідомлює сфери застосування різних видів векторних добутків для опису фізичних явищ та процесів; оцінює доцільність визначення векторного добутку векторів напряму, або з використанням допоміжних методів |
| **Методи обробки експериментальних даних і роботи з графіками. 7 годин.** | | |
| 2 | Метод найменших квадратів. Лінеаризація функцій для спрощення їх аналізу | **Знаннєвий компонент:** Розуміє необхідність лінеаризації функції та суть МНК. Знає алгоритм розрахунку коефіцієнтів і може розрахувати їх на калькуляторі.  **Діяльнісний компонент:** уміє перетворити функцію на лінійну і розрахувати коефіцієнти лінійної залежності.  **Ціннісний компонент:** розуміння того, як з отриманих експериментальних даних ідентифікувати вид залежності, і значення цього алгоритму в техніці та науковій діяльності. |
| 2 | Апроксимація (алгоритми перетворення графічно заданих залежностей в аналітичні) | **Знаннєвий компонент:** знає поняття апроксимації та методи її виконання; види апроксимації та способи оцінки точності апроксимації  **Діяльнісний компонент:** уміє виконувати процедуру апроксимації для графічно заданих функцій різної складності; уміє оцінювати точність апроксимації  **Ціннісний компонент:** усвідомлює доцільність використання того чи іншого алгоритму апроксимації для різних задач та фізичних процесів; оцінює якість виконаної апроксимації за критерієм точності і може робити вибір найоптимальнішого методу апроксимації |
| 1 | Графічний аналіз складних функцій за допомогою дій з графіками більш простих функцій. | **Знаннєвий компонент:** знає методи додавання/віднімання графічно заданих функцій та сфери їх застосування; розуміє фізичний зміст не лише кожного простого графіку, який формує загальний графік, а і результуючого графіку  **Діяльнісний компонент:** уміє виконувати дії з графіками (додавання/віднімання/симетричні перетворення тощо); уміє застосовувати як ручні, так і програмні засоби для виконання дій з графіками  **Ціннісний компонент:** оцінює коректність використання того чи іншого перетворення графічно заданої функції для конкретного фізичного процесу чи явища |
| 1 | Графічний аналіз стійкості фізичних систем | **Знаннєвий компонент:** розуміння особливостей стійкої, нестійкої та байдужої рівноваги, та умов їх існування. Знання алгоритму перевірки рівноваги на стійкість.  **Діяльнісний компонент:** уміти застосовувати другий закон Ньютона для поступального та обертального руху та знаходити положення рівноваги.  Користуючись графіками рівнодійної від зміщення та енергії системи від зміщення знаходити чи це положення стійке чи ні.  **Ціннісний компонент:** усвідомлює можливість наявності рівноваги в будь-яких проблемах, включаючи фізичні задачі з будь-якого розділу. Уміє знаходити шляхи утримання системи подалі від нестійкої рівноваги. |
| 1 | Види шкал та їх використання у фізиці. | **Знаннєвий компонент:** знає принцип побудови графіків з лінійними та логарифмічними осями, знає способи перебудови графіків та зображення залежностей за допомогою переобрання більш зручних змінних  **Діяльнісний компонент:** уміє підібрати зручні змінні в певній фізичній залежності для побудови графіків, які зручно аналізувати  **Ціннісний компонент:** усвідомлює зручність використання різних осей та шкал для різних випадків, і що лінійні вісі не завжди дають можливість легко розв’язати поставлену задачу |
| **Елементи вищої математики. 14 годин.** | | |
| 3 | Поняття швидкості зміни функції з точки зору фізики, геометрії та алгебри.  Поняття ліміту. Знаходження швидкості зміни функції (похідної) як ліміт для окремих функцій.  Поняття похідної в фізиці: швидкість, прискорення, потужність, сила струму, сила, кутова швидкість – як швидкість зміни функції.  Властивості похідної, таблиця похідних.  Диференціал. | **Знаннєвий компонент:** знає фізичний, математичний та геометричний сенс похідної, визначення миттєвої швидкості та прискорення  **Діяльнісний компонент:** уміє визначати похідні складних функцій, знаходити похідну функції в точці за її графіком геометричним способом  **Ціннісний компонент:** усвідомлює важливість поняття похідної в історичному та сучасному розвитку науки та техніки |
| 2 | Використання похідної для знаходження максимумів та мінімумів функції, опуклостей, зростання та спадання функції, перегину та розриву функцій, обрахунку похибки. | **Знаннєвий компонент:** знає сенс першої похідної та похідних вищих порядків, та їх важливість для аналізу функцій, умови монотонності та неперервності функцій, умови екстремумів  **Діяльнісний компонент:** уміє знаходити екстремуми функцій за допомогою похідних та аналізувати поведінку цих функцій  **Ціннісний компонент:** усвідомлює як проводити аналіз функціональних залежностей за допомогою похідної |
| 2 | Розв’язання фізичних задач з використанням похідної. | **Знаннєвий компонент:** знає основні підходи та типові задачі для використання похідної в фізичних задачах  **Діяльнісний компонент:** уміє знаходити в задачах можливість для швидкого розв’язку через аналіз функцій за допомогою похідної  **Ціннісний компонент:** усвідомлює загальність підходу через аналіз похідними, на відміну від аналізу через нерівність Коші, перетворення функцій тощо |
| 2 | Поняття первісної та інтеграла. Визначений інтеграл. Інтеграл як сума та як площа фігури під графіком.  Таблиця основних інтегралів. Класичні задачі в фізиці з використанням інтегралів. | **Знаннєвий компонент:** знає математичний, геометричний та фізичний сенс інтеграла, розуміє сенс первісної  **Діяльнісний компонент:** уміє користуватись таблицею та правилами взяття інтегралів  **Ціннісний компонент:** усвідомлює зв’язок похідної та інтеграла, має базові уявлення про диференціальні рівняння як основу математичної фізики |
| 2 | Прогресії в фізиці. Використання арифметичних і геометричних прогресій в фізиці. Розрахунок членів прогресії та суми прогресій. | **Знаннєвий компонент:** Знання видів прогресій, формул розрахунку члена арифметичної та геометричної прогресії, суми членів прогресії.  **Діяльнісний компонент:** уміє побачити в задачах арифметичну чи геометричну прогресію та впевнено розрахувати суму чи член прогресії. Використовує формули прогресій для розв’язання задач.  **Ціннісний компонент:** може побачити в характеристиках процесу, який спостерігає, прогресію і використати це для прогнозування. Уміє відрізняти процеси та задачі, які описуються прогресіями. |
| 1 | Поняття числових рядів, їх видів. Обчислення значень функцій за допомогою рядів. Ряд Маклорена. | **Знаннєвий компонент:** знає формули розкладання функцій в ряд і розрахунку похибки округлення. Розуміння механізму розрахунку калькулятором. Знає види рядів.  **Діяльнісний компонент:** уміє розкласти отриманий при розв’язанні задачі вираз в ряд. Уміє залишити необхідну кількість членів в ряду, для досягнення необхідної точності виразу. Розрізняє ряд, що сходиться від тих, які не сходяться.  **Ціннісний компонент:** Розуміння корисності використання рядів в техніці, відмінності різних типів рядів. |
| 1 | Найпростіші диференціальні рівняння, їх значення у фізиці | **Знаннєвий компонент:** Розуміння що таке диференціальне рівняння, чим воно відрізняється від звичайного. Уміє відрізняти їх.  **Діяльнісний компонент:** Знає методи розв’язку найпростіших рівнянь: зі змінними, що розділяються. Знає фізичні задачі, які приводять до диференційних рівнянь гармонічних коливань, рівномірного та рівноприскореного руху.  **Ціннісний компонент:** Розуміння природи походження диференційних рівнянь і важливості їх для опису природних та технічних явищ |
| 1 | Використання математичних пакетів для роботи з апаратом вищої математики ( пакет за вибором вчителя). | **Знаннєвий компонент:** знає існуючі математичні пакети, розуміє їх можливості, знає синтаксис запитів та проблеми, які можна розв’язати за допомогою пакетів  **Діяльнісний компонент**: уміє обчислювати та аналізувати отримані аналітичні та графічні залежності, робити статистичні обрахунки, інтерполювати, екстраполювати, лінеаризувати залежності.  **Ціннісний компонент:** розуміє, чи є сенс користуватися пакетом і яким саме, чи отримувати результат без нього, аналізує, які алгоритми дають найкращий результат, може передбачити вигляд залежності до її отримання і які фактори вносять найсуттєвіший вклад. |

**Перелік використаної літератури:**

1. Даценко І.П., Лозовенко О.А., Мінаєв Ю.П. Математичний апарат фізики : практикум для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напрямів підготовки «Фізика», «Прикладна фізика». Запоріжжя : ЗНУ, 2015. 164 с.
2. Ненашев І. Ю., Читов В. В. Збірник програм курсів за вибором і факультативів з фізики та астрономії. 6-12 класи/за ред. Хоменко О. В. Харків: Вид. група «Основа», 2009. 192 с.  
   3. Програма «Фізика, 8-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням фізики», затверджена наказом МОН від 17.07.2013 № 983).