

ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ЗАПОРІЗЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ
УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ «ГРАНІ» ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ

Розробник
Добровольська Ірина Володимирівна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ФІЗИЦІ

Навчальна програма з позашкільної освіти
дослідницько-експериментальний напрям

вищий рівень – 4 роки

Запоріжжя – 2024

Схвалено педагогічною радою комунального закладу «Запорізький обласний центр науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» Запорізької обласної ради, протокол № 2 від 28.05.2024

Затверджено наказом комунального закладу «Запорізький обласний центр науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» Запорізької обласної ради» від 28.05.2024 № 63/ 1

Розробник:

Добровольська Ірина Володимирівна – кандидат фізико-математичних наук, керівник гуртка комунального закладу «Запорізький обласний центр науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» Запорізької обласної ради

Рецензенти:

Зіновєєв Ігор Валерійович – завідувач кафедри загальної математики Запорізького національного університету, кандидат фізико-математичних наук, доцент

Холявко Валентина Григорівна – вчитель математики Запорізького ліцею №105 Запорізької міської ради, вчитель математики вищої категорії, учитель-методист.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Актуальність навчальної програми пов'язана з необхідністю створення інтегрованого курсу математики для застосування її у фізиці та інших природничих дисциплінах. Відомо, що шкільна програма з математики неузгоджена з програмою навчання фізики у школі. Досвід показує, що учні часто не вміють застосовувати математичний апарат під час розв'язування фізичних задач. Цей підхід є продовженням ідей багатьох відомих фізиків, які вважали, що всі природничі науки мають єдину універсальну мову спілкування — математику.

Новизна навчальної програми полягає в змісті, що враховує, насамперед, потреби фізики в конкретному використанні математичних знань. Таким чином, згідно з програмним матеріалом з фізики, розподілявся матеріал з математики для кожного класу. Саме цим детальним узгодженням між шкільними курсами математики та фізики і відрізняється пропонована програма.

Особливість програми полягає в розподілі програмного матеріалу за розділами, де враховуються, насамперед, потреби фізики в конкретному використанні математичних знань. Саме це детальне узгодження між шкільними курсами математики та фізики запроваджується у пропонованій програмі.

Метою навчальної програми є створення умов для творчого розвитку ключових компетентностей дітей та учнівської молоді засобами математичного моделювання у фізиці.

Досягнення зазначеної мети забезпечується виконанням таких **завдань**, як забезпечення формування:

- *навчально-пізнавальної компетентності*, зміст якої полягає у ознайомленні зі збалансованими математичними поняттями і методами, необхідними для засвоєння навчального матеріалу з фізики та інших природничих наук.

- *практичної компетентності*, зміст якої спрямований на

відпрацювання здобутих знань і умінь з математики для розв'язування практичних задач, сформувати в учнів навички свідомого застосування одного й того самого математичного апарату для опису явищ, відмінних за суттю (метод аналогій), формування вмінь оформлювати результати своєї роботи.

– *творчої компетентності*, зміст якої полягає у створенні в учнів цілісної системи знань, логічного мислення, розуміння універсальності математичних методів опису законів природи; уміння самостійно ставити перед собою задачі, успішно розв'язувати їх, досягаючи поставленої мети, самостійно працювати з джерелами інформації, мати потребу продовжити навчання у ВНЗ та, в ідеалі, займатися науковою творчістю.

– *соціальної компетентності*, зміст якої полягає у формуванні: критичного мислення, стійкого інтересу до математики та природничих наук, потреби у творчій самореалізації та самовдосконаленні; почуття колективізму та відповідальності, вмінь вести діалог і дискусію.

Навчальна програма реалізується у гуртках науково-технічного напрямку та спрямована на вихованців віком 13 - 18 років.

Програма передбачає 4 роки навчання у групах вищого рівня: по 216 год. на рік, 6 год. на тиждень та індивідуальні заняття по 108 год. на рік, 3 год. на тиждень (разом – 324 год. на рік).

Реалізація поставлених задач здійснюється в процесі проведення теоретичних та практичних занять за різноманітними формами і методами навчання. Деякі розділи математики вивчаються раніше, ніж це передбачено у загальноосвітній та профільній фізико-математичній школах, причому вивчаються саме як прикладні методи для розв'язання тих чи інших задач. Пізніше ці розділи вивчаються на уроках математики більш докладно з дотриманням суворої логіки, традиційної для математичних дисциплін. Важливо відмітити, що засвоєння математики при такому «дворівневому» вивченні є більш глибоким та ефективним.

Програма гуртка може використовуватися під час організації індивідуального навчання, яке проводиться відповідно до «Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в закладах позашкільної освіти». Індивідуальні заняття необхідні для виконання науково-дослідницьких робіт, які будуть захищатися вихованцями на конкурс-захисті Малої академії наук України.

Формами контролю за результативністю навчання є підсумкові заняття, опитування, тестування, представлення рефератів або виступів на семінарах, конференціях, участь у диспутах, конкурсах, олімпіадах, у Всеукраїнському конкурс-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України.

Вищий рівень, перший рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Розділ, тема	Кількість годин		
		Теоретичн заняття	Практичн заняття	Усього
1	Вступ	1	2	3
2	Вимірювання у фізиці. Вимірювання часу, довжини, маси. Одиниці вимірювання та співвідношення між ними	6	9	15
3	Степінь. Степінь з цілим додатнім та від'ємним показниками. Дії зі степенями	6	9	15
4	Корені та степені. Корінь квадратний та корені вищих степенів. Степінь з раціональним показником.	6	9	15
5	Наближені обчислення. Округлення чисел. Абсолютна та відносна похибка наближеного значення величини	6	9	15
6	Відсоткові розрахунки. Застосування відсоткових розрахунків для опису явищ, що нас оточують. Відсоткові розрахунки в хімії, фізиці, біології.	6	12	18
7	Елементи комбінаторики. Основне правило комбінаторики. Комбінаторні формули.	6	12	18
8	Функціональна залежність. Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей (лінійна залежність). Розв'язування задач за допомогою графіків	6	12	18
9	Функції, їхні властивості та графіки	18	30	48
9.1	Парабола. Рівняння параболи. Графік квадратичної параболи. Розв'язування графічних задач. Залежність площі квадрата від його сторін; площі кола від радіуса	(6)	(9)	(15)
9.2	Гіпербола. Графік гіперболи. Залежності густини тіл сталої маси від об'єму; сили струму від опору у електричних колах за сталої напруги	(6)	(9)	(15)
9.3	Тригонометричні функції. Поняття про тригонометричні функції та їх графіки. Зміна масштабів графіків та їх зміщення.	(6)	(12)	(18)

№	Розділ, тема	Кількість годин		
		Теоретичн заняття	Практичн заняття	Усього
10	Розв'язування рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук.	6	12	18
11	Елементи математичного моделювання. Застосування математики до розв'язання різноманітних задач оточуючого нас світу.	6	12	18
12	Узагальнення та повторення. Підсумки.	3	12	15
	Разом	76	140	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год.).

Теоретична частина. Вступне заняття: ознайомлення учнів з метою, завданнями, практичною націленістю роботи гуртка. Доведення необхідності володіння математичним апаратом для проведення досліджень у будь-якій галузі науки й техніки. Огляд досягнень роботи гуртківців фізико-математичного та техніко-технологічного профілів Малої академії наук. Організаційні заходи з утворення в гуртку груп за певними інтересами та здібностями учнів.

Практична частина. Вступна контрольна робота. Розбір завдань контрольної роботи.

2. Вимірювання у фізиці. Вимірювання часу, довжини, маси. Одиниці вимірювання та співвідношення між ними (15 год.)

Теоретична частина. Кількісні і якісні характеристики природних об'єктів та явищ. Фізичні величини. Вимірювання часу, довжин, маси. Одиниці вимірювання та співвідношення між ними.

Практична частина. Практичне вимірювання часу, довжин, маси. Переведення з одних одиниць вимірювання до інших.

3. Степінь. Степінь з цілим додатнім та від'ємним показниками. Дії зі степенями (15 год.)

Теоретична частина. Степінь з цілим додатнім та від'ємним показниками. Дії зі степенями. Стандартний вигляд числа.

Практична частина. Перетворення виразів зі степенями. Зведення числових значень до стандартного вигляду. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

4. Корені та степені. Корінь квадратний та корені вищих степенів. Степінь з раціональним показником. (15 год.)

Теоретична частина. Корінь квадратний та корені вищих степенів. Степінь з раціональним показником.

Практична частина. Обчислення виразів, що містять корені. Перетворення ірраціональних виразів. Перетворення виразів. Що містять степені з дробовим показником. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

5. Наближені обчислення. Округлення чисел. Абсолютна та відносна похибка наближеного значення величини (15 год.)

Теоретична частина. Правила округлення чисел. Абсолютна та відносна похибка наближеного значення величини. Метод границь.

Практична частина. Округлення чисел. Знаходження абсолютної та відносної похибки. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

6. Відсоткові розрахунки. Застосування відсоткових розрахунків для опису явищ, що нас оточують. Відсоткові розрахунки в хімії, фізиці, біології. (18 год.)

Теоретична частина. Відсоток. Відсоткові розрахунки. Формула складних відсотків. Застосування відсоткових розрахунків в різних галузях знань.

Практична частина. Розв'язування задач на відсоткові розрахунки як моделювання реальних ситуацій. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

7. Елементи комбінаторики. Основне правило комбінаторики.

Комбінаторні формули. (18 год.)

Теоретична частина. Комбінаторика, означення, застосування. Основне правило комбінаторики. Комбінаторні формули для числа перестановок, розміщень, сполучень. Трикутник Паскаля.

Практична частина. Число перестановок, число розміщень, число сполучень. Біноміальні коефіцієнти та їх властивості. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

8. Функціональна залежність. Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей (лінійна залежність). Розв'язування задач за допомогою графіків. (18 год.)

Теоретична частина. Функціональна залежність. Способи завдання. Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей (лінійна залежність).

Практична частина. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач за допомогою графіків. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

9. Функції, їхні властивості та графіки (48 год.)

9.1. Парабола. Рівняння параболи. Графік квадратичної параболи. Розв'язування графічних задач. Залежність площі квадрата від його сторін; площі кола від радіуса (15 год.)

Теоретична частина. Парабола. Різні вигляди рівняння параболи. Графік квадратичної параболи. Квадратична функція. Застосування параболи в фізиці.

Практична частина. Побудова графіків параболи. Розв'язування графічних задач. Залежність площі квадрата від його сторін; площі кола від радіуса. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

9.2. Гіпербола. Графік гіперболи. Залежності густини тіл сталої маси від об'єму; сили струму від опору у електричних колах за сталої напруги (15 год.)

Теоретична частина. Гіпербола. Графік гіперболи. Застосування гіперболи в фізиці.

Практична частина. Побудова графіків параболи. Розв'язування графічних задач. Залежність площі квадрата від його сторін; площі кола від радіуса. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

9.3. Тригонометричні функції. Поняття про тригонометричні функції та їх графіки. Зміна масштабів графіків та їх зміщення. (18 год.)

Теоретична частина. Означення синуса, косинуса, тангенса та котангенса. Графіки тригонометричних функцій. Застосування тригонометричних функцій в фізиці.

Практична частина. Розв'язування вправ. Побудова графіків тригонометричних функцій. Розв'язування графічних задач. Зміна масштабів графіків та їх зміщення. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

10. Розв'язування рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук. (18 год.)

Теоретична частина. Рівняння, розв'язання рівняння, корені рівняння. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук.

Практична частина. Розв'язування рівнянь та їх систем. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

11. Елементи математичного моделювання. Застосування математики до розв'язання різноманітних задач оточуючого нас світу. (18 год.)

Теоретична частина. Поняття про математичне моделювання. Задачі як математичні моделі реальних ситуацій. Побудова математичної моделі.

Практична частина. Розв'язування вправ. Побудова найпростіших математичних моделей. Розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

12. Узагальнення та повторення. Підсумки.(15 год.)

Теоретична частина. Степені. Відсотки. Функції та їх графіки. Рівняння та їх системи. Задачі.

Практична частина. Розв'язування вправ. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи. Підсумки роботи гуртка.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЛАН

індивідуальних занять (3 год. на тиждень, 108 год. на рік)

<i>Основний вид діяльності</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Вибір теми дослідження.	12
2. Огляд літератури стосовно обраної теми дослідження.	21
3. Проведення дослідження.	30
4. Оформлення результатів дослідження.	12
5. Підготовка до виступу на конкурсі-захисті.	9
6. Обрання подальшого напрямку роботи і проведення попередніх досліджень.	24
Разом	108

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- фізичні величини, вимірювання, одиниці вимірювання;
- абсолютну та відносну помилку;
- степені з натуральним, цілим та дробовим показником;
- відсоток, відсоткові розрахунки;
- функцію, графік функції;
- елементи комбінаторики;
- рівняння, система рівнянь;
- математичне моделювання.

Вихованці мають вміти:

- проводити вимірювання;
- перетворювати одиниці вимірювання;

- розраховувати абсолютну та відносну помилка;
- застосовувати степінь з натуральним, цілим та дробовим показником в задачах;
- проводити відсоткові розрахунки;
- будувати графіки елементарних функцій;
- розв'язувати елементарні задачі комбінаторики;
- розв'язувати раціональні рівняння та системи рівнянь;

Вихованці мають набути досвід:

- побудови найпростіших математичних моделей;
- самостійного розв'язування задач та одержання результатів;
- критичного аналізу результатів, отриманих під час розв'язування задач;
- участі у науково-дослідницькій діяльності.

Вищий рівень, другий рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Розділ, тема	Кількість годин		
		Теоретичн заняття	Практичн заняття	Усього
1	Вступ	1	2	3
2	Повторення. Степені і корені. Наближенні обчислення. Відсоткові розрахунки. Функціональна залежність. Елементарні функції.	6	9	15
3	Застосування квадратичної функції у фізиці. Парабола. Рух тіла під дією сили тяжіння. Траєкторія руху в полі сили тяжіння. Параболічне дзеркало.	6	9	15
4	Елементи векторної алгебри.	6	9	15
5	Застосування векторів у задачах механіки.	6	12	18
6	Похідна.	18	33	51
6.1	Графічне диференціювання. Диференціал. Похідні елементарних функцій. Правила диференціювання.	(6)	(9)	(15)
6.2	Застосування похідної у фізиці.	(6)	(12)	(18)

№	Розділ, тема	Кількість годин		
		Теоретичн заняття	Практичн заняття	Усього
6.3	Застосування похідних для дослідження функцій. Зростання та спадання функції. Екстремуми функцій	(6)	(12)	(18)
7	Середні значення величин. Середнє арифметичне. Середнє геометричне. Середнє квадратичне	6	9	15
8	Елементи комбінаторики. Основне правило комбінаторики. Приклади застосування комбінаторики	6	9	15
9	Поняття про ймовірність. Елементи теорії ймовірностей та статистики. Основні означення та теореми теорії ймовірностей.	6	12	18
10	Розв'язування рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук.	6	12	18
11	Елементи математичного моделювання. Застосування математики до розв'язання різноманітних задач оточуючого нас світу.	6	12	18
12	Узагальнення та повторення. Підсумки.	3	12	15
	Разом	76	140	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год.).

Теоретична частина. Вступне заняття: ознайомлення учнів з метою, завданнями, практичною націленістю роботи гуртка. Доведення необхідності володіння математичним апаратом для проведення досліджень у будь-якій галузі науки й техніки. Огляд досягнень роботи гуртківців фізико-математичного та техніко-технологічного профілів Малої академії наук, зокрема, минулорічні досягнення членів гуртка. Організаційні заходи з утворення в гуртку груп за певними інтересами та здібностями учнів.

Практична частина. Вступна контрольна робота. Розбір завдань контрольної роботи.

2. Повторення. Степені і корені. Наближенні обчислення. Відсоткові розрахунки. Функціональна залежність. Елементарні функції (15 год.)

Теоретична частина. Степінь з цілим додатнім та від'ємним показниками. Дії зі степенями. Стандартний вигляд числа. Корінь квадратний та корені вищих степенів. Степінь з раціональним показником. Формула складних відсотків. Застосування відсоткових розрахунків в різних галузях знань.

Функціональна залежність. Способи завдання. Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей.

Практична частина. Перетворення виразів, що містять степені та корені. Розв'язування задач на відсоткові розрахунки як моделювання реальних ситуацій. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач за допомогою графіків. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

3. Застосування квадратичної функції у фізиці. Парабола. Рух тіла під дією сили тяжіння. Траєкторія руху в полі сили тяжіння. Параболічне дзеркало. (15 год.)

Теоретична частина.

Парабола. Рівняння параболи: різні вигляди. Рух тіла під дією сили тяжіння. Траєкторія руху в полі сили тяжіння. Параболічне дзеркало.

Практична частина. Побудова графіків параболи. Розв'язування графічних задач. Приклади квадратичних залежностей у фізиці. Траєкторія руху у полі сили тяжіння. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

4. Елементи векторної алгебри. (15 год.)

Теоретична частина. Розподіл фізичних величин на скаляри та вектори.

Модуль вектора. Координати вектора. Додавання та віднімання векторів. Скалярний добуток векторів.

Практична частина. Розв'язування практичних задач. Знаходження модуля та координат вектора. Перетворення виразів з векторами. Правила трикутника та паралелограма. Кут між векторами. Скалярний добуток векторів. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

5. Застосування векторів у задачах механіки. (18 год.)

Теоретична частина. Додавання швидкостей у класичній механіці. Додавання переміщень. Додавання сил на прикладі статички. Умови рівноваги тіл. Правило моментів.

Практична частина. Задачі на додавання швидкостей. Задачі на додавання переміщень. Задачі динаміки, у яких використовується векторний метод. Координатно-векторний метод розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

6. Похідна (51 год.)

6.1. Диференціал. Похідні елементарних функцій. Правила диференціювання. (18 год.)

Теоретична частина. Поняття про границю. Похідна. Означення похідної. Геометричний зміст похідної. Таблиця похідних. Правила диференціювання. Диференціал.

Практична частина. Графічне диференціювання. Знаходження похідних за означенням. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

6.2. Застосування похідної у фізиці. (18 год.)

Теоретична частина. Фізичний зміст похідної. Миттєва швидкість та миттєве прискорення. Рівнозмінний рух.

Практична частина. Розв'язування задач з використанням похідної елементарних функцій. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

6.3. Застосування похідних для дослідження функцій.

Зростання та спадання функцій. Екстремуми функцій. (18 год.)

Теоретична частина. Зв'язок знаку похідної з характером монотонності функцій. Поняття про локальний екстремум. Необхідна та достатня умова екстремуму. Поняття про недиференційованість.

Практична частина. Дослідження функцій на монотонність. Розв'язування задач знаходження екстремуму. Схематична побудова графіків функцій. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

7. Середні значення величин. Середнє арифметичне. Середнє геометричне. Середнє квадратичне (15 год.)

Теоретична частина. Означення середніх значень: середнє арифметичне, середнє геометричне, середнє квадратичне. Нерівності між середніми. Застосування в фізиці. Середня швидкість як середнє гармонічне.

Практична частина. Знаходження середніх значень. Доведення нерівностей між середніми. Знаходження середньої швидкості. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

8. Елементи комбінаторики. Комбінаторні формули. Приклади застосування комбінаторики (15 год.)

Теоретична частина. Повторення: основне правило комбінаторики. Число перестановок, число розміщень, число сполучень, у тому числі з повтореннями. Біноміальні коефіцієнти та їх властивості. Трикутник Паскаля. Приклади застосування комбінаторики.

Практична частина. Обчислення кількості перестановок, розміщень, сполучень. Розв'язування комбінаторних задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

9. Поняття про ймовірність. Елементи теорії ймовірностей та статистики. Основні означення та теореми теорії ймовірностей. (18 год.)

Теоретична частина. Статистичне та класичне означення ймовірності. Формування уявлення про ймовірнісний характер багатьох фізичних процесів. Поняття про математичну статистику. Мода, медіана, середнє значення статистичного експерименту.

Практична частина. Розв'язування вправ. Обробка статистичних даних. Застосування комбінаторики для розв'язування задач теорії ймовірностей. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

10. Розв'язування рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук. (18 год.)

Теоретична частина. Рівняння з параметрами як база для розв'язання задач фізики. Методи розв'язування рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук.

Практична частина. Розв'язування рівнянь та їх систем. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

11. Елементи математичного моделювання. Застосування математики до розв'язання різноманітних задач оточуючого нас світу. (18 год.)

Теоретична частина. Поняття про математичне моделювання. Задачі як математичні моделі реальних ситуацій. Побудова математичної моделі.

Практична частина. Розв'язування текстових задач. Побудова найпростіших математичних моделей. Розв'язування задач, до яких привели побудовані моделі. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

12. Узагальнення та повторення. Підсумки. (15 год.)

Теоретична частина. Степені та корені. Відсотки. Функції та їх графіки. Похідна. Вектори та дії над ними. Рівняння та їх системи. Задачі.

Практична частина. Розв'язування вправ. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи. Підсумки роботи гуртка.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЛАН

індивідуальних занять (3 год. на тиждень, 108 год. на рік)

<i>Основний вид діяльності</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Вибір теми дослідження.	12
2. Огляд літератури стосовно обраної теми дослідження.	21
3. Проведення дослідження.	30
4. Оформлення результатів дослідження.	12
5. Підготовка до виступу на конкурсі-захисті.	9
6. Обрання подальшого напрямку роботи і проведення попередніх досліджень.	24
Разом	108

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- елементи векторної алгебри;
- дослідження функцій;
- похідні, диференціал;
- графічне диференціювання;
- середні значення величин;
- функціональну залежність;
- похідні у фізиці;
- елементи комбінаторики;
- елементи теорії ймовірностей та статистики;
- елементи математичного моделювання.

Вихованці мають вміти:

- застосовувати вектори у задачах механіки;
- застосовувати похідні у фізиці;
- застосовувати похідні для дослідження функцій;
- знаходити середні значення величин;

- розв’язувати задачі комбінаторики;
- розв’язувати елементарні задачі теорій ймовірностей;
- розв’язувати раціональні рівняння та системи рівнянь.

Вихованці мають набути досвід:

- побудови графіків елементарних функцій;
- проведення дослідження функцій;
- проведення найпростіших статистичних досліджень;
- побудови найпростіших математичних моделей;
- самостійного одержання результатів;
- критичного аналізу результатів, отриманих під час розв’язування задач;
- участі у науково-дослідницькій діяльності.

Вищий рівень, третій рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Розділ, тема	Кількість годин		
		Теоретичн заняття	Практичн заняття	Усього
1	Вступ	1	2	3
2	Повторення матеріалу.	6	9	15
3	Комбінаторні задачі у фізиці.	6	9	15
4	Елементи теорії ймовірностей та статистичної фізики.	6	9	15
5	Тригонометричні функції.	6	12	18
6	Розв’язування тригонометричних рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв’язання задач фізики та інших природничих наук.	6	9	15
7	Похідна та її застосування.	6	12	18

№	Розділ, тема	Кількість годин		
		Теоретичн заняття	Практичн заняття	Усього
8	Поняття про ряди. Похідні вищих порядків. Ряди Тейлора, Маклорена.	6	12	18
9	Вектори у просторі.	6	9	15
10	Застосування векторів у задачах механіки. Векторний добуток векторів.	6	9	15
11	Первісна. Інтеграл. Графічне інтегрування. Визначений інтеграл.	6	12	18
12	Розв'язування конкретних задач методами вищої математики.	6	12	18
13	Елементи математичного моделювання. Застосування математики до розв'язання різноманітних задач оточуючого нас світу.	6	12	18
14	Узагальнення та повторення. Підсумки.	3	12	15
	Разом	76	140	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год.).

Теоретична частина. Вступне заняття: ознайомлення учнів з метою, завданнями, практичною націленістю роботи гуртка уданому році. Нагадування необхідності володіння математичним апаратом для проведення досліджень у будь-якій галузі науки й техніки. Огляд досягнень роботи гуртківців фізико-математичного та техніко-технологічного профілів Малої академії наук, зокрема, минулорічні досягнення членів гуртка. Організаційні заходи з утворення в гуртку груп за певними інтересами та здібностями учнів.

Практична частина. Вступна контрольна робота. Розбір завдань контрольної роботи.

2. Повторення матеріалу (15 год.)

Теоретична частина. Степінь з цілим додатнім та від'ємним показниками. Дії зі степенями. Стандартний вигляд числа. Корінь квадратний та корені вищих степенів. Степінь з раціональним показником.

Функціональна залежність. Способи завдання. Приклади функціональних залежностей у фізиці. Графіки цих залежностей. Розподіл фізичних величин на скаляри та вектори. Модуль вектора. Координати вектора. Операції з векторами. Основні комбінаторні формули. Середні значення.

Практична частина. Перетворення виразів, що містять степені та корені. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач за допомогою графіків. Розв'язування задач з векторами. Розв'язування комбінаторних задач. Розв'язування рівнянь та їх систем. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

3. Комбінаторні задачі у фізиці. (15 год.)

Теоретична частина. Комбінаторні задачі та формули. Приклади застосування комбінаторики. Біном Ньютона.

Практична частина. Розв'язування комбінаторних задач. Застосування комбінаторики в фізиці. Біном Ньютона та його застосування. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

4. Елементи теорії ймовірностей та статистичної фізики. (15 год.)

Теоретична частина. Статистичне та класичне означення ймовірності. Формування уявлення про ймовірнісний характер багатьох фізичних процесів. Поняття про математичну статистику. Уявлення про статистичну фізику.

Практична частина. Розв'язування вправ. Обробка статистичних даних. Застосування комбінаторики для розв'язування задач теорії ймовірностей. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

5. Тригонометричні функції. (18 год.)

Теоретична частина. Поняття про тригонометричні функції та їх графіки.

Зміна масштабів графіків та їх зміщення. Застосування тригонометричних функцій у задачах механіки.

Практична частина. Побудова графіків тригонометричних функцій. Розв'язування графічних задач. Приклади тригонометричних залежностей у

фізиці. Коливання. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

6. Розв'язування тригонометричних рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук. (18 год).

Теоретична частина. Рівняння з як база для розв'язання задач фізики. Методи розв'язування тригонометричних рівнянь та їх систем. Застосування рівнянь до розв'язання задач фізики та інших природничих наук.

Практична частина. Розв'язування тригонометричних рівнянь та їх систем. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

7. Похідна та її застосування. (18 год.)

Теоретична частина. Повторення: похідна. Фізичний зміст похідної. Миттєва швидкість та миттєве прискорення. Застосування похідної для: наближених обчислень. Знаходження найбільшого та найменшого значень функції на фіксованому інтервалі значень аргументу. Застосування похідної для побудови графіків функцій.

Практична частина. Розв'язування задач. Наближені обчислення. Знаходження найбільшого та найменшого значень функції на фіксованому інтервалі значень аргументу. Задачі на застосування похідної для побудови графіків функцій. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

8. Поняття про ряди. Похідні вищих порядків. Ряди Тейлора, Маклорена. (18 год.)

Теоретична частина. Похідні вищих порядків. Обчислення наближених значень функцій за допомогою рядів. Ряди Тейлора, Маклорена. Отримання формули бінома Ньютона за допомогою ряду Маклорена..

Практична частина. Обчислення похідних вищих порядків. Знаходження ряді Тейлора та Маклорена для елементарних функцій. Використання рядів Тейлора та Маклорена для обчислення наближених

значень функцій. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

9. Вектори у просторі. (15 год.)

Теоретична частина. Розподіл фізичних величин на скаляри та вектори. Вектори у просторі. Модуль вектора у просторі. Координати вектора у просторі. Додавання та віднімання векторів у просторі. Скалярний добуток векторів. Векторний добуток векторів.

Практична частина. Розв'язування практичних задач. Знаходження модуля та координат вектора. Перетворення виразів з векторами. Правила трикутника та паралелограма. Кут між векторами. Скалярний добуток векторів. Векторний добуток векторів. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

10. Застосування векторів у задачах механіки. Векторний добуток векторів. (15 год.)

Теоретична частина. Кутова та лінійна швидкості. Рівномірне та нерівномірне обертання. Кутове, нормальне та тангенціальне прискорення. Обертання твердого тіла. Момент сили. Координатно-векторний метод розв'язування задач.

Практична частина. Застосування векторів при розв'язуванні задач. Задачі на додавання швидкостей. Задачі на додавання переміщень. Задачі динаміки, у яких використовується векторний метод. Координатно-векторний метод розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

11. Первісна. Інтеграл. Графічне інтегрування. Визначений інтеграл. (18 год.)

Теоретична частина. Поняття про первісну. Невизначений інтеграл, його означення. Визначений інтеграл, його геометричний зміст. Таблиця первісних. Правила інтегрування. Графічне інтегрування. Зв'язок між визначеним та невизначеним інтегралами.

Практична частина. Задачі про визначення шляху в кінематиці; про визначення роботи змінної сили. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

12. Розв'язування конкретних задач методами вищої математики. (18 год.)

Теоретична частина. Механічна робота різних сил: пружності, гравітаційної, сили Кулона. Потенціальна енергія. Визначення центру мас, моменту інерції методами інтегрального числення

Практична частина. Розв'язування задач за допомогою диференціального та інтегрального числення. Знаходження рівняння руху по заданій залежності сили від часу; про рух під дією сили, залежної від швидкості Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

13. Елементи математичного моделювання. Застосування математики до розв'язання різноманітних задач оточуючого нас світу. (18 год.)

Теоретична частина. Задачі математичного моделювання. Побудова математичної моделі. Розв'язування побудованих моделей.

Практична частина. Розв'язування задач, у тому числі з фізики. Побудова найпростіших математичних моделей. Розв'язування задач, до яких привели побудовані моделі. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

14. Узагальнення та повторення. Підсумки. (15 год.)

Теоретична частина. Степені та корені. Функції та їх графіки. Тригонометричні функції. Тригонометричні рівняння та їх системи. Похідна. Ряди Тейлора та Маклорена. Інтеграл. Вектори у просторі та дії над ними. Розв'язування конкретних задач методами вищої математики.

Практична частина. Розв'язування вправ. Побудова графіків функцій. Знаходження наближених значень. Розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи. Підсумки роботи гуртка.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЛАН

індивідуальних занять (3 год. на тиждень, 108 год. на рік)

<i>Основний вид діяльності</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Вибір теми дослідження.	12
2. Огляд літератури стосовно обраної теми дослідження.	21
3. Проведення дослідження.	30
4. Оформлення результатів дослідження.	12
5. Підготовка до виступу на конкурсі-захисті.	9
6. Обрання подальшого напрямку роботи і проведення попередніх досліджень.	24
Разом	108

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- степінь з натуральним, цілим та дробовим показником;
- дії зі степенями, стандартний вигляд числа;
- відсоток, відсоткові розрахунки;
- функція, графік функції;
- вектори, дії з ними, у тому числі в просторі;
- елементи комбінаторики та теорії ймовірностей;
- рівняння, система рівнянь, у тому числі тригонометричних;
- похідна, приклади її застосування;
- інтеграл, найпростіші приклади його застосування;
- ряди, найпростіші приклади їх застосування;
- математичне моделювання.

Вихованці мають вміти:

- проводити вимірювання;
- розраховувати абсолютну та відносну помилку;

- застосовувати степінь з натуральним, цілим та дробовим показником в задачах;
- проводити відсоткові розрахунки;
- розв’язувати найпростіші конкретні задачі методами вищої математики;
- будувати графіки елементарних функцій, у тому числі з використанням похідної;
- знаходити середні значення величин;
- розв’язувати задачі комбінаторики;
- розв’язувати елементарні задачі теорії ймовірностей;
- проводити найпростіші статистичні дослідження;
- розв’язувати раціональні, ірраціональні та тригонометричні рівняння та системи рівнянь.

Вихованці мають набути досвід:

- застосування векторів у задачах механіки;
- графічного інтегрування;
- розв’язування конкретних задач методами вищої математики;
- застосування математики до розв’язання різноманітних задач оточуючого нас світу;
- застосовувати освоєний матеріал для побудови найпростіших математичних моделей;
- розв’язування побудованих моделей;
- участі у науково-дослідницькій діяльності.

Вищий рівень, четвертий рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Розділ, тема	Кількість годин		
		Теоретичні заняття	Практичні заняття	Усього
1	Вступ	1	2	3
2	Повторення матеріалу.	10	20	30
3	Показникова та логарифмічна функція	8	16	24
4	Співвідношення між найважливішими величинами у механіці, сформульовані за допомогою інтегралів та похідних.	6	12	18
5	Рівновага та стійкість.	2	8	10
6	Поняття про диференціальні рівняння.	8	12	20
7	Рух тіла під дією сил.	6	12	18
8	Радіоактивний розпад та ядерні реакції.	4	10	14
9	Комплексні числа.	8	16	24
10	Вільні електромагнітні коливання	14	30	44
10.1	Коливання.	(8)	(16)	(24)
10.2	Коливальний контур.	(6)	(14)	(20)
11	Узагальнення та повторення. Підсумки.	6	8	14
	Разом	72	144	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год.).

Теоретична частина. Вступне заняття: ознайомлення учнів з метою, завданнями, практичною націленістю роботи гуртка у даному році. Нагадування необхідності володіння математичним апаратом для проведення досліджень у будь-якій галузі науки й техніки. Огляд досягнень роботи гуртківців фізико-математичного та техніко-технологічного профілів Малої

академії наук, зокрема, минулорічні досягнення членів гуртка. Організаційні заходи з утворення в гуртку груп за певними інтересами та здібностями учнів.

Практична частина. Вступна контрольна робота. Розбір завдань контрольної роботи.

2. Повторення матеріалу (30 год.)

Теоретична частина. Функціональні залежності. Тригонометричні функції, їх графіки. Вектори у просторі. Елементи комбінаторики. Елементи теорії ймовірностей та статистичної фізики. Рівняння, нерівності та їх системи. Похідна та її застосування. Ряди. Інтеграл та його застосування

Практична частина. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач за допомогою графіків. Розв'язування задач з векторами. Розв'язування комбінаторних задач. Розв'язування тригонометричних рівнянь та їх систем. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

3. Показникова та логарифмічна функція. (24 год.)

Теоретична частина. Означення, графіки. Застосування в фізиці та інших природничих науках. Показникові та логарифмічні рівняння та нерівності. Похідні на первісні показникової та логарифмічної функцій.

Практична частина. Побудова графіків показникових та логарифмічних функцій. Розв'язування показникових та логарифмічних рівнянь та нерівностей. Застосування графічних методів розв'язування задач. Диференціювання та інтегрування показникових та логарифмічних функцій. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

4. Співвідношення між найважливішими величинами у механіці, сформульовані за допомогою інтегралів та похідних. (18 год.)

Теоретична частина. Робота сили тертя; сили, яка залежить від часу за гармонійним законом. Енергія у полі консервативних сил (потенціальна). Потенціальна енергія: сил пружності; гравітаційного поля; поля кулонівських сил. Потенціал. Різниця потенціалів. Зв'язок між напруженістю поля та його потенціалом.

Практична частина. Розв'язування вправ. Поняття про градієнт. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

5. Рівновага та стійкість. (10 год.)

Теоретична частина. Задача про стійкість системи електричних зарядів. Теорема Ірншоу.

Практична частина. Розв'язування задач про розподіл заряду.

6. Поняття про диференціальні рівняння. (20 год.)

Теоретична частин. Означення диференціального рівняння. Класифікація. Деякі методи інтегрування. Задача Коші. Застосування диференціальних рівнянь у фізиці.

Практична частина. Розв'язування диференціальних рівнянь. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

7. Рух тіла під дією сил. (18 год.)

Теоретична частина. Задача визначення закону руху тіла при заданій залежності сили від часу. Імпульс. Рух тіла під дією сили, яка залежить тільки від швидкості. Рух тіла у повітрі, якщо сила опору пропорційна квадрату швидкості. Рух тіла під дією квазіпружної сили.

Практична частина. Розв'язування задач. Задачі на застосування диференціальних рівнянь для опису руху тіла. Розв'язування диференціальних рівнянь. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

8. Радіоактивний розпад та ядерні реакції. (14 год.)

Теоретична частина. Рівняння радіоактивного розпаду. Вимірювання середнього часу життя радіоактивних елементів.

Практична частина. Розв'язування задач, пов'язаних з диференціальними рівняннями радіоактивного розпаду. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

9. Комплексні числа (24 год.)

Теоретична частина. Поняття про комплексні числа. Форми комплексних чисел. Операції з комплексними числами.

Практична частина. Розв'язування задач з використанням комплексних чисел. Застосування комплексних чисел в геометрії та у фізиці. Застосування комплексних чисел для опису процесів у колах змінного струму. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

10. Вільні електромагнітні коливання (44 год.)

10.1 Коливання. (24 год.)

Теоретична частина. Рівняння вільних незатухаючих коливань, його розв'язання. Енергія коливань. Затухаючі коливання, їх рівняння і його розв'язання. Логарифмічний декремент. Вимушені коливання. Резонанс. Точні та наближені розв'язки фізичних задач.

Додавання коливань. Метод векторних діаграм

Практична частина. Розв'язання диференціального рівняння вільних незатухаючих коливань. Розв'язання диференціального рівняння затухаючих коливань. Вимушені коливання. Задачі на резонанс. Наближені методи розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

10.2. Коливальний контур. (20 год.)

Теоретична частина. Рівняння вільних незатухаючих коливань — диференціальне рівняння другого порядку. Ідеальний коливальний контур. Затухаючі коливання в реальному коливальному контурі. Випадок великого активного опору. Змінний струм. Середні величини. Потужність, діючі значення напруги, сили струму. Фаза.

Практична частина. Задачі про коливальний контур. Точне та наближене розв'язування рівняння затухаючих коливань. Розрахунок середніх значень величин. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи.

11. Узагальнення та повторення. Підсумки. (14 год.)

Теоретична частина. Функції та їх графіки. Логарифмічна та показникова функції. Похідна. Ряди Тейлора та Маклорена. Інтеграл.

Диференціальні рівняння. Комплексні числа. Вектори у просторі та дії над ними. Розв'язування конкретних задач методами вищої математики.

Практична частина. Розв'язування вправ. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач. Самостійна робота з теми. Розбір завдань самостійної роботи. Підсумки роботи гуртка.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЛАН

індивідуальних занять (3 год. на тиждень, 108 год. на рік)

<i>Основний вид діяльності</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Вибір теми дослідження.	12
2. Огляд літератури стосовно обраної теми дослідження.	21
3. Проведення дослідження.	30
4. Оформлення результатів дослідження.	12
5. Підготовка до виступу на конкурс-захисті.	9
6. Обрання подальшого напрямку роботи і проведення попередніх досліджень.	24
Разом	108

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- показникову та логарифмічну функцію;
- похідну, приклади її застосування;
- інтеграл, приклади його застосування;
- диференціальні рівняння, приклади їх застосування;
- рівняння гармонічних коливань;
- рівняння радіоактивного розпаду;
- комплексні числа, їх застосування в геометрії та фізиці;
- математичне моделювання фізичних процесів.

Вихованці мають вміти:

- будувати графіки елементарних функцій, у тому числі з використанням похідної;
- розв'язувати найпростіші конкретні задачі методами вищої математики;
- розв'язувати раціональні, ірраціональні, тригонометричні та показникові рівняння та системи рівнянь;
- розв'язувати найпростіші диференціальні рівняння;
- застосовувати диференціальне та інтегральне числення до конкретних задач фізики;
- застосовувати комплексні числа для розв'язання задач.

Вихованці мають набути досвід:

- застосування освоєного за 4 роки матеріалу для побудови найпростіших математичних моделей;
- розв'язування задач з використанням комплексних чисел;
- застосування комплексних чисел в геометрії та у фізиці;
- застосування комплексних чисел для опису процесів у колах змінного струму;
- самостійного одержання результатів;
- критичного аналізу результатів, отриманих під час розв'язування задач;
- участі у науково-дослідницькій діяльності.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII: станом на 24 березня 2024 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 05.04.2024).
2. Про повну загальну середню освіту: Закон України від 16.01.2020 р. № 463-IX: станом на 24 березня 2024 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> (дата звернення: 05.04.2024).
3. Про позашкільну освіту: Закон України від 22 червня 2000 р. № 1841-III: станом на 22 травня 2021 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14#Text> (дата звернення: 05.04.2024).
4. Артем'єва О. О., Литвинцова Г. А., Лихота С. О. Програми з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. Основи науково-дослідницької діяльності. Вип. 3. Київ, 2013. 43 с.
5. Білоус С. Ю. Як розвинути в учня якості дослідника. Харків: Вид. група «Основа», 2004. 157 с.
6. Смержевський Л. О., Атаманчук П. С., Атаманчук Н. В. Задачі з алгебри і початків аналізу для 10-11-го класу (з фізико-технічним змістом).— Кам'янець-Подільський, 1996.— 85 с.
7. Титаренко О. 5770 задач з математики. 2-ге вид., випр. Харків: Торсінг, 2004. 336 с.
8. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебраїчний тренажер: посібник для школярів та абітурієнтів. Київ: А.С.К., 1997. 320 с.
9. Стасюк В. Д. практикум з розв'язування конкурсних завдань з математики: посіб. Київ : Карбон, 2006. 524 с.
10. Сергієнко В. П., Шут М. І. Науково-дослідна робота з фізики у середніх та вищих навчальних закладах: навч. посіб. Київ: Шкільний світ, 2004. 128 с.
11. Лейфура В. М., Мітельман І. М., Радченко В. М., Ясінський В. А. Математичні олімпіади школярів України 1991–2000. Львів: Техніка, 2003. 541 с.

12. Лейфура В. М., Мітельман І. М., Радченко В. М., Ясінський В. А. Математичні олімпіади школярів України 2001–2006. Київ: Каменяр, 2008. 348 с.

13. Перехейда О. М., Ушаков Р. П. Доведення нерівностей. Харків : Вид. група «Основа», 2003. 96 с.