

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
«МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

М.З.Н.

НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дослідницько-експериментальний напрям



**МАТЕМАТИКА
ФІЗИКА І АСТРОНОМІЯ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дослідницько-експериментальний напрям

**Математика.
Фізика і астрономія**

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2021

УДК 37.01
Н15

Авторський колектив:

А. І. Азаренкова, О. А. Андрєєв,
М. А. Віднічук, канд. пед. наук, В. І. Лимар,
Н. М. Литвиненко, Є. В. Малиновський, А. І. Тимощук

Редакційна колегія:

А. І. Грітчина, канд. пед. наук, Т. В. Пещеріна,
О. М. Косьмій, канд. політ. наук, доцентка

Рецензенти:

В. М. Кравченко — доцент кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, д-р фіз.-мат. наук;

С. Г. Кравець — методистка відділу змісту та якості освіти Національного центру «Мала академія наук України», старша наукова співробітниця Інституту професійно-технічної освіти НАПН України, канд. пед. наук

*Рекомендовано науково-методичною радою
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 3 від 27 серпня 2021 р.)*

Н15 **Навчальні** програми з позашкільної освіти. Дослідницько-експериментальний напрям. Математика. Фізика і астрономія / А. І. Азаренкова, О. А. Андрєєв, М. А. Віднічук та ін. ; [відп. за вип. Т. В. Пещеріна]. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. — 74 с.
ISBN 978-617-7945-39-9

У виданні подано програми з позашкільної освіти щодо організації науково-дослідницької роботи з вихованцями в наукових відділеннях «Математика», «Фізика і астрономія» Малої академії наук України.

Видання розраховане на педагогічних працівників закладів позашкільної, загальної середньої, професійної (професійно-технічної) освіти, викладачів і студентів закладів вищої освіти, інститутів післядипломної педагогічної освіти, спеціалістів, які займаються питаннями позашкільної освіти.

УДК 37.01

ISBN 978-617-7945-39-9

© Авторський колектив, 2021
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2021

З М І С Т

Вступ	4
Навчальна програма «Математика». <i>Тимощук А. І.</i>	6
Навчальна програма «Вибрані питання математики». <i>Азаренкова А. І.</i>	19
Навчальна програма «Основи теорії розв'язування винахідницьких задач». <i>Андрєєв О. А., Віднічук М. А.</i>	36
Навчальна програма «Фізика». <i>Лимар В. І., Литвиненко Н. М.</i>	48
Навчальна програма «Аерофізика і космічні дослідження». <i>Малиновський Є. В.</i>	62
Відомості про авторів	73

ВСТУП

Сучасне суспільство ставить перед педагогічною наукою вимоги щодо розроблення й упровадження в практику таких педагогічних технологій, які забезпечують не лише формування у вихованців та учнівської молоді знань, а й навчають використовувати їх для вирішення завдань і розв'язання проблем, що виникають у повсякденному житті. Зазначене вимагає від педагогів, які організують роботу гуртків у закладах позашкільної освіти, упровадження форм, методів і засобів, що активізують мислення (висунення варіантів рішень задач, нестандартних ідей), забезпечують підвищення рівня організованості і цілеспрямованості мислення (виокремлення істотного в явищах, усвідомлення власних способів мислення тощо). На часі є пошук такого інструментарію, що сприяє розвитку в учнів гнучкості мислення, умотивовує їх до глибокого вивчення математики, фізики й астрономії і робить освітній процес більш цікавим.

Збірник навчальних програм підготовлено з метою забезпечення системного науково-методичного супроводу освітнього процесу, популяризації найкращих практик та інноваційних форм роботи в системі Малої академії наук України.

До збірника увійшли навчальні програми, підготовлені педагогами та науковцями, досвід яких може бути використаний у роботі секцій, гуртків, творчих об'єднань закладів позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрямку у відділенні математики («Математика», «Вибрані питання математики», «Основи теорії розв'язування винахідницьких завдань») та відділенні фізики і астрономії («Фізика», «Аерофізика і космічні дослідження»).

Зміст програм спрямовано на розширення уявлення кожного учня про математику, фізику й астрономію, про характер процесів у навколоземному просторі, розуміння фундаментальних закономірностей природи та відображення єдності науки і техніки, а також формування інтересу до наукової діяльності, вироблення практичних навичок реалізації дослідницького проекту. Програми передбачають наступність в отриманні

знань і формуванні компетентностей, а також взаємозв'язок із предметами шкільного курсу.

Збірник програм буде корисним для педагогічних працівників закладів позашкільної, загальної середньої, професійної (професійно-технічної) освіти, які організують науково-дослідницьку роботу учнів у галузі математики, фізики й астрономії, та освітянам, які займаються питаннями дослідницько-експериментального напрямку позашкільної освіти.

Т. Пещеріна,
заступниця директора НЦ «МАНУ»
з навчально-методичної роботи

А. І. Тимощук

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «МАТЕМАТИКА»

ВИЩИЙ РІВЕНЬ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Математика — це фундаментальна наука, основи якої широко використовують як у природничих та інженерно-технічних галузях, так і майже в усіх сферах життєдіяльності людини. Як наука і навчальний предмет математика є унікальним засобом формування освітнього, розвивального й інтелектуального потенціалу особистості. Запропонована програма покликана забезпечити високий рівень математичної підготовки учнів, необхідний як для професійної орієнтації вихованців, так і для подальшої успішної самореалізації в сучасному соціальному середовищі та науковому просторі.

Програма занять розроблена для викладання учням 10–11 класів закладів загальної середньої освіти, які займаються науково-дослідницькою діяльністю в системі Малої академії наук, зокрема в секції «Математика».

Зміст запропонованої програми враховує сучасні напрацювання, що опубліковані як результати наукових досліджень у галузі математики, прикладної математики та математичного моделювання.

Програма спрямована на запровадження STEM-навчання, компетентнісного і системно-діяльнісного підходів та надання учнівській молоді методичної допомоги в організації та проведенні конкретних математичних досліджень, в оформленні отриманих результатів у вигляді дослідницької роботи.

Метою програми є формування у вихованців математичної та інших ключових компетентностей у процесі науково-дослідницької діяльності в галузі математики.

Для досягнення поставленої мети ставляться **завдання**, які формують такі компетентності:

пізнавальну: формування у учнів наукового світогляду, уявлень про ідеї та методи математики, її роль у пізнанні дійсності, усвідомлення математичних знань як невід'ємної складової культури людини, необхідної умови повноцінного життя в сучасному суспільстві; вироблення стійкої позитивної мотивації до навчання; ознайомлення з основними чинниками наукової діяльності; формування уявлення про сутність науково-дослідницької діяльності;

практичну: набуття навичок науково-дослідницької діяльності у галузі математики; розвиток вміння правильно формулювати і вільно висловлювати свої думки; формування навичок презентації отриманих результатів дослідження та публічного виступу;

творчу: розвиток творчих здібностей учнів до проведення пошукового, наукового дослідження у галузі математики; підвищення інтересу до математичної науки; формування логічного, аналітичного мислення, просторової уяви і мотиваційної сфери;

соціальну: формування стійкого інтересу до математики та професійної діяльності, істотно пов'язаної з математикою; залучення учнів до дослідницької діяльності; розвиток позитивних якостей емоційно-вольової сфери особистості.

Програма передбачає два роки навчання на вищому рівні:

- перший рік навчання — 324 год на рік, 9 год на тиждень;
- другий рік навчання — 324 год на рік, 9 год на тиждень.

Освітній процес у секції «Математика» організовується за принципами науковості, доступності й наочності. Програма передбачає варіативність технологій, методів і форм навчання. Зокрема, використання таких методів, як евристичний, частково-пошуковий, пояснювально-ілюстративний та ін. Широко застосовують інтерактивні й дистанційні методи навчання, комп'ютерні та проєктні технології. Для ефективного засвоєння навчального матеріалу використовуються різноманітні засоби навчання: наочні посібники, роздатковий матеріал, технічне обладнання.

Програма охоплює як теоретичну частину, так і практичні заняття, що допомагають учням використовувати здобуті теоретичні знання на практиці.

Структура програми відповідає основним етапам діяльності над науково-дослідницькою роботою. Програмою занять передбачено засвоєння знань і формування в учнів практичних навичок роботи з науковою та методичною літературою, застосування основних математичних методів досліджень у фізиці та астрономії, біології, економіці, психології, соціології, екології, географії, а також опрацювання й узагальнення отриманих результатів.

Запропонована програма сприятиме формуванню в обдарованої учнівської молоді інтересу до наукової діяльності, виробленню в неї практичних навичок організації та проведення науково-дослідницької діяльності.

Формами контролю за результативністю навчання є підсумкові заняття, опитування, попередній захист науково-дослідницької роботи, участь у конкурсах, конференціях, семінарах тощо.

Вищий рівень, перший рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	2	1	3
2.	Наукові знання та їх отримання	6	15	21
3.	Методи, методологія та методика наукових досліджень	6	12	18
4.	Математична обробка результатів досліджень	42	54	96
5.	Основні математичні методи досліджень у фізиці та астрономії	12	30	42
6.	Основні математичні методи досліджень у соціології	9	12	21
7.	Основні математичні методи досліджень у психології	12	15	27
8.	Основні математичні методи досліджень в економіці	6	18	24
9.	Основні математичні методи досліджень у біології	9	12	21
10.	Основні математичні методи досліджень в екології	9	18	27
11.	Основні математичні методи досліджень у географії	6	15	21
12.	Підсумок	—	3	3
Разом		119	205	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мала академія наук у системі освіти та виховання учнівської молоді України. Структура Малої академії наук України та її співпраця з науковими установами країни. Основні завдання Малої академії наук України щодо залучення учнів до наукової роботи та проф-орієнтаційної діяльності. Необхідність залучення обдарованої молоді до наукових досліджень, основні напрями такої діяльності.

Практична частина. Вхідне тестування вихованців. Вправи на знайомство.

2. Наукові знання та їх отримання (21 год)

Теоретична частина. Наукове знання, його особливості. Відносність і критерії наукового знання. Способи та методи отримання наукових знань. Наука як форма суспільної свідомості. Об'єктивні передумови формування конкретної науки. Диференціація та інтеграція наукових знань у процесі їх поглиблення. Відображення наукових знань у вигляді друкованих джерел і практичних розробок.

Практична частина. Ознайомлення з науковою літературою, відпрацювання алгоритмів пошуку наукової інформації в мережі Інтернет, визначення її достовірності.

3. Методи, методологія та методика наукових досліджень (18 год)

Теоретична частина. Поняття методу та методології. Загальнонаукові методи пізнання і методи конкретних наук. Наукові методи емпіричного дослідження. Наукові методи теоретичного дослідження. Форми наукового знання. Критерії істинності наукового знання.

Практична частина. Виконання вправ на обрання методів дослідження відповідно до його теми.

4. Математична обробка результатів досліджень (96 год)

Теоретична частина. Поняття вибірки. Ознаки, їх класифікація та варіювання. Способи групування первинних даних. Показники та розмах варіації. Дисперсія. Середнє квадратичне відхилення. Коефіцієнт варіації. Репрезентативність вибірки. Способи відбору варіанта з генеральної сукупності. Критерії Стьюдента та Пірсона. Оцінка різниці між коефіцієнтами варіації. Аналіз однофакторних комплексів. Оцінка впливу фактора. Функціональна залежність і кореляція. Коефіцієнт кореляції. Оцінка різниці між коефіцієнтами кореляції. Зображення кількісних співвідношень між конкретними показниками у вигляді діаграм. Графічне зображення залежності між двома рядами показників і їх математичне вираження.

Практична частина. Розв'язування задач на знаходження вибірки. Визначення ознак і проведення класифікації та варіювання. Використання способів групування первинних даних. Визначення показників та розмахів варіації. Визначення дисперсії. Визначення середнього квадратичного відхилення. Проведення кореляційного аналізу. Розв'язування задач на обчислення критеріїв Стьюдента та Пірсона. Визначення різниці між коефіцієнтами кореляції. Побудова діаграм для зображення кількісних співвідношень між конкретними показниками. Побудова графіків залежності між двома рядами показників. Математичне вираження залежності між двома рядами показників.

5. Основні математичні методи досліджень у фізиці та астрономії (42 год)

Теоретична частина. Аксиоматичний метод. Алгебраїчний метод. Метод збурень. Метод розділення змінних. Метод Рітца і Гальоркіна. Теорія операторів. Теорія узагальнених функцій. Теорія функцій багатьох комплексних змінних. Топологічні методи. Теорія крайових задач. Перетворення Фур'є.

Практична частина. Розв'язування задач на обчислення значень функцій. Знаходження найбільшого та найменшого значень функції. Розв'язування задач на комплексні числа та використання алгебраїчних перетворень. Застосування векторів до розв'язування фізичних задач.

6. Основні математичні методи досліджень у соціології (21 год)

Теоретична частина. Системний підхід. Структурно-функціональний аналіз. Кібернетичний метод. Метод математичного моделювання.

Практична частина. Створення математичної моделі певного соціального явища. Побудова алгоритмів. Визначення оптимального варіанта.

7. Основні математичні методи досліджень у психології (27 год)

Теоретична частина. Статистичне групування. Варіаційний аналіз. Кореляційний аналіз. Регресійний аналіз. Факторний аналіз.

Практична частина. Побудова діаграм і графіків. Розв'язування задач на використання аналітичного групування. Обчислення середнього арифметичного, середнього квадратичного, медіани та моди величини. Обчислення частоти величини (відносної, накопиченої, накопиченої відносної).

8. Основні математичні методи досліджень в економіці (24 год)

Теоретична частина. Теорія масового обслуговування. Метод математичного програмування. Метод математичної статистики. Метричні методи та моделі. Метод дослідження операцій.

Практична частина. Побудова варіаційних рядів. Обчислення статистичних середніх величин.

9. Основні математичні методи досліджень у біології (21 год)

Теоретична частина. Теорія множин. Теорія імовірностей. Теорія популяцій. Математичне біомоделювання.

Практична частина. Розв'язування задач на обчислення випадкових подій. Розв'язування задач на обчислення геометричної ймовірності, алгебраїчної та геометричної прогресії.

10. Основні математичні методи досліджень в екології (27 год)

Теоретична частина. Матеріалістична діалектика. Статистичний метод. Балансовий метод. Порівняльний метод. Аерокосмічні методи.

Практична частина. Розв'язування задач на використання аналітичного групування. Розв'язування задач на обчислення періоду елементарних функцій.

11. Основні математичні методи досліджень у географії (21 год)

Теоретична частина. Метод спостережень. Порівняльний та статистичні підходи. Картографічний метод. Комплексний метод.

Практична частина. Математична обробка вимірів на карті. Визначення масштабу.

12. Підсумок (3 год)

Практична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за навчальний рік. Відзначення найкращих вихованців.

**Вищий рівень, другий рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	3	—	3
2.	Основні напрями сучасних наукових досліджень у галузі прикладної математики	3	3	6
3.	Основні напрями сучасних наукових досліджень у галузі математичного моделювання	6	15	21
4.	Науково-дослідницька робота у галузі математики	3	18	21
5.	Наукові джерела інформації	21	24	45
6.	Теоретична частина дослідницької роботи	21	18	39
7.	Оформлення та аналіз результатів досліджень	24	18	42
8.	Висновок як завершальний етап у написанні дослідницької роботи	6	9	15
9.	Захист дослідницької роботи	15	18	33

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
10.	Основи математики	36	27	63
11.	Основи інтелектуальної власності	6	27	33
12.	Підсумок	—	3	3
Разом		144	180	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Основні напрями сучасних наукових досліджень у галузі математики, їх різноманітність, зв'язок з фундаментальною наукою та практичними потребами. Основні проблеми й невирішені питання сучасної математики. Математика як основна ланка STEM-освіти в Україні.

2. Основні напрями сучасних наукових досліджень у галузі прикладної математики (6 год)

Теоретична частина. Числові математичні методи прикладної математики. Поняття про оптимізацію. Елементи багатовимірної оптимізації.
Практична частина. Розв'язування задач.

3. Основні напрями сучасних наукових досліджень у галузі математичного моделювання (21 год)

Теоретична частина. Математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Аналіз відомих математичних моделей. Комп'ютерні засоби математичного моделювання. Методи й алгоритми побудови математичних моделей в умовах неповних даних.

Практична частина. Створення математичної моделі. Апробація математичної моделі.

4. Науково-дослідницька робота у галузі математики (21 год)

Теоретична частина. Загальна структура учнівської науково-дослідницької роботи. Зміст розділів роботи, основні положення, що в них відображаються. Вимоги до її написання й оформлення. Вибір теми, об'єкта й предмета дослідження, критерії та доцільність такого вибору. Оцінка актуальності обраної теми науково-дослідницької роботи. Визначення загальної мети і конкретних завдань наукового дослідження.

Практична частина. Складання орієнтовного плану підготовки дослідницького проєкту. Вибір теми, визначення предмета, об'єкта, мети і завдань дослідження.

5. Наукові джерела інформації (45 год)

Теоретична частина. Необхідність теоретичних досліджень і аналізу літературних джерел за обраною тематикою. Суть і напрями теоретичних досліджень відповідно до обраної тематики. Використання наукових літературних та інших інформаційних джерел для теоретичних досліджень. Пошук інформаційних джерел у бібліотечних фондах і в мережі Інтернет. Основні рекомендації щодо роботи й опрацювання інформаційних джерел. Складання тез, анотацій, конспектів під час опрацювання літературних джерел. Узагальнення та систематизація зібраної інформації за обраною темою дослідження на основі опрацьованих джерел. Короткий історичний огляд досліджень з математики.

Практична частина. Структура бібліотечних каталогів, їх використання для пошуку літературних джерел (робота в бібліотеці). Складання тез і анотації під час опрацювання конкретної наукової статті. Пошук наукових інформаційних джерел в мережі Інтернет. Складання конспекту під час опрацювання конкретної монографічної роботи. Ознайомлення з історією математичних досліджень. Оформлення списку використаних джерел. Проведення патентного пошуку за обраною темою.

6. Теоретична частина дослідницької роботи (39 год)

Теоретична частина. Виокремлення невирішених проблем і питань, потенційно можливий внесок автора в їх вирішення. Відображення у роботі найважливіших досягнень і невирішених питань на основі опрацьованих інформаційних джерел. Авторське право. Патентний пошук. Вимоги і стандарти щодо посилань на використані літературні джерела й оформлення їх списку. Основні узагальнення та висновки за результатами теоретичних досліджень і опрацьованих інформаційних джерел.

Практична частина. Оформлення теоретичної частини дослідницької роботи.

7. Оформлення та аналіз результатів досліджень (42 год)

Теоретична частина. Основні вимоги до змісту, структури і стилю написання розділу «Результати дослідження». Первинна документація. Табличний і графічний матеріали розділу, вимоги до його оформлення. Винесення проміжного та довідкового матеріалу в додатки.

Практична частина. Створення первинної документації. Оформлення табличного і графічного матеріалів за обраною темою. Робота з проміжним та довідковим матеріалом. Робота з додатками.

8. Висновок як завершальний етап у написанні дослідницької роботи (15 год)

Теоретична частина. Місце висновку в структурі дослідницької роботи, його значення. Основні рекомендації та вимоги до написання загального висновку за результатами наукових досліджень. Повнота, стислість, об'єктивність і коректність висновків.

Практична частина. Написання висновку до роботи, перевірка його об'єктивності та коректності.

9. Захист дослідницької роботи (33 год)

Теоретична частина. Захист учнівської науково-дослідницької роботи та його складові. Постерний захист, основні рекомендації щодо створення постера. Принципи розроблення мультимедійної презентації. Наукова конференція. Структура і зміст доповіді на науковій конференції. Основні рекомендації щодо написання й виголошення доповіді. Візуальний супровід доповіді. Критерії оцінювання дослідницьких робіт.

Практична частина. Складання плану доповіді. Написання доповіді. Створення візуального супроводу доповіді. Публічний захист дослідницьких робіт.

10. Основи математики (63 год)

Теоретична частина. Елементарні функції. Похідна функції. Первісна функції. Інтеграл. Рівняння і нерівності. Тригонометрія. Логарифми. Комбінаторика. Планіметрія. Стереометрія.

Практична частина. Побудова графіків елементарних функцій. Застосування похідної для обчислення значень функції. Розв'язування задач на обчислення первісної функції. Застосування інтеграла для обчислення площі фігур. Розв'язування рівнянь і нерівностей, що містять змінну під знаком модуля. Розв'язування рівнянь і нерівностей, що містять параметр. Доведення тригонометричних тотожностей. Розв'язування тригонометричних рівнянь і нерівностей. Розв'язування рівнянь, що містять змінну під знаком модуля. Розв'язування логарифмічних рівнянь і нерівностей. Розв'язування задач на використання формул комбінаторики. Біном Ньютона. Розв'язування задач із планіметрії. Розв'язування стереометричних задач.

11. Основи інтелектуальної власності (33 год)

Теоретична частина. Власність, інтелектуальна власність. Інтелектуальні ідеї в історії світового та національного винахідництва. Основи розвитку інтелектуальної власності. Державна правова охорона інтелектуальної власності в Україні. Право, види права інтелектуальної власності. Суб'єкти й об'єкти права інтелектуальної власності. Практичне винахідництво. Патентознавство.

Практична частина. Оформлення документації на отримання патенту на корисну модель. Оформлення відповідної документації на отримання патенту на винахід.

12. Підсумок (3 год)

Практична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за навчальний рік. Відзначення найкращих вихованців.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- основні математичні методи досліджень у фізиці та астрономії, економіці, соціології, психології, біології, екології та географії;
- загальне поняття про методологію, методи та методiku наукових досліджень;
- структуру науково-дослідницької роботи;
- основні вимоги до написання дослідницької роботи;
- структуру бібліотечних каталогів;
- основні рекомендації щодо роботи з науковими інформаційними джерелами;
- зміст основних статистичних показників.

Вихованці мають уміти:

- створювати математичні моделі явищ і процесів;
- будувати діаграми, графіки елементарних функцій;
- проводити математичну обробку отриманих результатів досліджень;
- проводити пошук і працювати з науковими інформаційними джерелами;
- оформляти список використаних джерел;
- використовувати методи досліджень залежно від обраної теми;
- вести первинну документацію дослідження;
- проводити статистичну обробку первинних даних;
- аналізувати отримані дані і робити відповідні висновки;
- проводити патентний пошук;
- оформляти відповідну документацію на отримання патенту на корисну модель і на винахід;
- розв'язувати задачі підвищеної складності і задачі з практичним змістом.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- здатність використовувати математичні методи і теорії для доведення математичних тверджень і теорем;

- застосування математичних моделей при вивченні природничих (фізики, астрономії, географії, економіки, хімії, біології) та інших навчальних предметів;
- здатність будувати і досліджувати найпростіші математичні моделі реальних об'єктів, процесів і явищ, інтерпретувати й оцінювати результати;
- сформованість стійкого інтересу до математики як професійної діяльності;
- здатність застосовувати математичний апарат для розв'язання практичних задач.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Прилади, пристосування	К-сть, шт.
Персональний комп'ютер	1
Екран для демонстрації	1
Мультимедійний проектор	1
Інтерактивна дошка	1
Принтер	1
Сканер	1
Ксерокс	1
Флешнакопичувач	1
Канцелярські вироби, інструменти і матеріали	К-сть, шт.
Папір друкарський	У разі потреби
Ручки кулькові	У разі потреби
Олівці креслярські, фломастери	У разі потреби
Ножиці	У разі потреби
Гумка	У разі потреби
Клей	У разі потреби
Скріпки, кнопки	У разі потреби
Папки	У разі потреби
Лінійки	У разі потреби
Циркуль	У разі потреби
Зошит	У разі потреби

Тип програмного забезпечення (Windows)	К-сть, шт.
Веббраузер (Internet Explorer, Mozilla Firefox)	1
Текстовий процесор (MS Word)	1
Графічний редактор (MS Power Point, CorelDraw)	1
Середовище програмування (MS Visual Dasic, MS Visual C++, Pascal)	1
Електронні посібники та мультимедійні курси з профільного предмета (ППЗ з реєстру МОН України)	1
Файловий менеджер (Провідник Windows, Total Comander)	1
Програми-архіватори (WinZip, WinRar)	1
Табличний процесор (MS Excel)	1
Програма для перегляду pdf-документів (Adobe Acrobat Reader)	1
Програмне забезпечення для аналізу математичних даних (Matlab, Mathematika, Mathcaad, Maple)	1
Редактор формул (Mathtyb, MS Equation Editor, OpenOffice Math)	1
Програми для роботи зі сканером (Vuescan)	1

ЛІТЕРАТУРА

1. Артем'єва О. О., Литвинцова Г. А., Лихота С. О. Програми з поза-шкільної освіти : дослідницько-експериментальний напрям. Основи науково-дослідницької діяльності. Вип. 3. Київ, 2013. 43 с.
2. Білоус С. Ю. Як розвинути в учня якості дослідника. Харків : Вид. група «Основа», 2004. 157 с.
3. Бухалова Н. В., Довбиш Р. І. Педагогічний супровід формування самоосвітньої компетентності учнів засобами математики. Донецьк : ДрніППО «Витоки», 2006. 98 с.
4. Виленкин Н. Я., Виленкин А. Н., Виленкин П. А. Комбинаторика. Москва : ФИМА, МЦНМО, 2006. 400 с.
5. Гриб'юк О. О., Юнчик В. Л. Розв'язування евристичних задач в контексті STEM-освіти з використанням системи динамічної математики GeoGebra. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методику навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : зб. наук. пр. Вип. 43. Київ — Вінниця : ТОВ «Фірма «Планер»», 2015. С. 206–216.

6. Конет І. М., Паньков В. Г., Радченко В. М., Теплінський Ю. В. Обласні математичні олімпіади. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2000. 304 с.
7. Кузьменко О. Сутність та напрями розвитку STEM-освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Вип. 9 (III). С. 188–190.
8. Курченко О., Рабець К. Принцип Діріхле: вчимося досліджувати. *Математика в школі*. 2011. № 11. С. 38–43.
9. Кушнір І. А. Триумф шкільної геометрії : навч. посіб. для 7–11 кл. Київ : Наш час, 2005. 432 с.
10. Лейфура В. М., Мітельман І. М., Радченко В. М., Ясінський В. А. Математичні олімпіади школярів України 1991–2006. Львів : Техніка, 2003. 541 с.
11. Лейфура В. М., Мітельман І. М., Радченко В. М., Ясінський В. А. Оформлення списку використаних джерел. Проведення патентного пошуку за обраною темою. Математичні олімпіади школярів України 2001–2006. Київ : Каменяр, 2008. 348 с.
12. Меерович М. І. Формули теорії неможливості. Одеса : Полис, 1993. 232 с.
13. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебраїчний тренажер : посібник для школярів та абітурієнтів. Київ : А.С.К., 1997. 320 с.
14. Назаренко О. М., Назаренко Л. Д. Тисяча і один приклад. Рівності і нерівності : посібник для абітурієнтів. Суми : Слобожанщина, 1994. 272 с.
15. Перехейда О. М., Ушаков Р. П. Доведення нерівностей. Харків : Вид. група «Основа», 2003. 96 с.
16. 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.
17. Соболев О. В., Дульфан А. Я. Теорія фракталів. Методи фрактальної геометрії (бесконечное приближение) : учеб. пособ. Харків : НТУ «ХПИ», 2006. 206 с.
18. Старощук В. Цікаві демонстрації з фізики. Тернопіль : Навчальна книга — Богдан, 2002. Ч. 1. 104 с.
19. Старощук В. Цікаві демонстрації з фізики. Тернопіль : Навчальна книга — Богдан, 2002. Ч. 2. 88 с.
20. Стасюк В. Д. практикум з розв'язування конкурсних завдань з математики : посіб. Київ : Карбон, 2006. 524 с.
21. Титаренко О. 5770 задач з математики. 2-ге вид., випр. Харків : Торсінг, 2004. 336 с.

А. І. Азаренкова

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ВИБРАНІ ПИТАННЯ МАТЕМАТИКИ»

ВИЩИЙ РІВЕНЬ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Математика виступає засобом формування не лише освітнього, а й розвивального та інтелектуального потенціалу особистості. Основним завданням вивчення математики є забезпечення необхідного рівня математичної культури для повноцінної участі в повсякденному житті і продовження здобуття освіти, формування математичних компетентностей, уміння використовувати математичні способи мислення.

Програма «Вибрані питання математики» спрямована на поглиблення знань учнів з математики, вона охоплює питання, які не входять до навчальних програм з математики закладів загальної середньої освіти, знайомить із деякими нестандартними методами, оригінальними ідеями розв'язування задач підвищеного рівня складності і сприяє оволодінню методами науково-дослідницької діяльності.

Метою програми є формування математичної компетентності, а також інших ключових компетентностей через науково-дослідницьку роботу з математики.

Для досягнення поставленої мети ставляться **завдання**, які формують такі компетентності:

- *пізнавальну*: поглиблення знань учнів з математики; розвиток позитивної мотивації до цілеспрямованої пізнавальної та науково-дослідницької діяльності; формування в учнів наукового світогляду, уявлень про ідеї та методи математики, її роль у пізнанні дійсності;
- *практичну*: формування навичок науково-дослідницької діяльності в галузі математики; розвиток уміння правильно формулювати і вільно висловлювати свої думки, презентації отриманих результатів дослідження та публічного виступу;
- *творчу*: розвиток творчих здібностей учнів до проведення пошукового, наукового дослідження в галузі математики; формування логічного й аналітичного мислення;
- *соціальну*: формування стійкого інтересу до математики та професійної діяльності, суттєво пов'язаної з математикою; розвиток позитивних якостей емоційно-вольової сфери особистості (наполегливості, цілеспрямованості, здатності аргументовано обстоювати свою думку), творчої ініціативи.

Програма розрахована на два роки навчання на вищому рівні, при цьому забезпечуються принципи наступності, послідовності, доступності та науковості:

- перший рік навчання — 216 год на рік (6 год на тиждень);
- другий рік навчання — 216 год на рік (6 год на тиждень).

Програма вищого рівня розрахована на учнів 9–11 класів віком від 14 до 17 років, які бажають поглибити знання з математики і долучитися до науково-дослідницької діяльності.

Основний зміст програми першого року навчання: закріплення й поглиблення математичних знань; ознайомлення з формами і методами наукових досліджень, науковою термінологією, правилами роботи з літературою та іншими джерелами інформації; розкриття сутності науково-дослідницької діяльності; ознайомлення з вимогами до роботи над проектом.

Основний зміст програми другого року навчання: продовження роботи щодо вдосконалення математичної бази; підготовка учнів до різних математичних конкурсів; ознайомлення з методами опрацювання результатів пошукової діяльності, вимогами до оформлення робіт, анотацій, виступів, постерів, підготовки звітів та доповідей, визначення можливостей практичного застосування отриманих результатів.

Зміст програми реалізується відповідно до здібностей і вікових особливостей учнів і за допомогою як традиційних форм і методів навчання, так і інтерактивних методів, дистанційного та змішаного навчання, комп'ютерних та проектних технологій, методів активізації пізнавальної діяльності учнів, формування та стимулювання пізнання. Ефективно впроваджуються різноманітні засоби навчання: наочні посібники, роздатковий матеріал, технічні засоби. Окрім того, заняття побудовано за принципом розумного поєднання і чергування різних видів діяльності, що дає змогу зберегти інтерес учнів до математичних наук та якісного поглиблення знань.

Програма передбачає застосування групової та індивідуальної форми роботи з можливістю використання платформ для дистанційного навчання. Індивідуалізація і диференціація процесу роботи гуртка надає можливість участі слухачів у науково-освітніх заходах змагального характеру вже з першого року навчання.

Контроль знань учнів відбувається через проведення письмових контрольних робіт, тестування, представлення рефератів або виступів на семінарах, конференціях, участь у диспутах, конкурсах, олімпіадах, у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України.

За цією програмою можна проводити заняття у групах індивідуального навчання відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, що затверджене наказом Міністерства освіти і науки від 11.04.2004 р. № 651.

Розподіл годин за темами орієнтовний. Керівник гуртка, зважаючи на рівень підготовки й інтереси вихованців, може вносити зміни й доповнення до порядку і змісту тем, самостійно визначати кількість годин, необхідних для опанування навчального матеріалу, і вносити до програми відповідні корективи.

Перелік обладнання в програмі подано як орієнтовний відповідно до можливостей закладу освіти.

Вищий рівень, перший рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	1	2	3
2.	Наука та науково-дослідницька діяльність	6	9	15
3.	Елементи теорії множин	3	6	9
4.	Елементи математичної логіки	3	6	9
5.	Математична мозаїка (математичні софізми, ребуси, загадки)	3	6	9
6.	Цілі числа. Подільність цілих чисел	6	9	15
7.	Принцип Діріхле	2	4	6
8.	Діофантові рівняння	4	8	12
9.	Основи комбінаторики	6	9	15
10.	Многочлени. Метод невизначених коефіцієнтів	3	6	9
11.	Алгебраїчні рівняння, нерівності та їх системи	4	8	12
12.	Функції та їх графіки	4	8	12
13.	Найпростіші функціональні рівняння	3	6	9
14.	Основні методи доведення нерівностей	3	6	9

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
15.	Послідовності та прогресії. Метод математичної індукції та його модифікації	3	6	9
16.	Текстові задачі	3	6	9
17.	Планіметричні задачі	3	9	12
18.	Розміщення фігур на площині, розрізання та розфарбовування фігур	3	6	9
19.	Графи та їх використання під час розв'язування задач	2	4	6
20.	Основні методи розв'язування олімпіадних задач. Інваріанти. Принцип крайнього. Ігри двох осіб	6	6	12
21.	Конференції, лекторії, конкурси, тематичні заходи	-	12	12
22.	Підсумок	1	2	3
Разом		72	144	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка. План роботи гуртка на навчальний рік. Правила безпеки життєдіяльності і поведінки в закладі освіти. Правила санітарії, гігієни та безпечної роботи за комп'ютером. Облаштування робочого місця учня. Організаційні питання.

Практична частина. Тестовий контроль знань вихованців з математики. Проведення круглого столу «Актуальні проблеми сучасної математики».

2. Наука та науково-дослідницька діяльність (15 год)

Теоретична частина. Поняття про науку. Роль науки в суспільстві, її значення. Проблеми сучасної математичної науки. Поняття про дослідницьку діяльність. Наукове дослідження як форма існування і розвитку науки. Види науково-дослідницьких робіт. Науково-дослідницька робота (дослідницький проєкт) та її складові. Вибір теми. Форми та методи наукових досліджень (спостереження, експеримент, індуктивні й дедуктивні методи). Методи збору інформації, роботи з літературою та іншими джерелами інформації.

Основні вимоги до оформлення дослідницького проєкту, дослідницької роботи, постера. Структура дослідницької роботи: титульний аркуш,

анотація, зміст, перелік умовних позначень і скорочень, вступ, основна частина, висновки, список використаних джерел і літератури, додатки.

Практична частина. Визначення теми науково-дослідницької роботи, методів дослідження залежно від специфіки роботи учня. Використання різних джерел інформації за тематикою роботи учня. Виконання роботи, проведення науково-дослідницької діяльності за індивідуальним планом учнів і завданнями керівника гуртка.

3. Елементи теорії множин (9 год)

Теоретична частина. Множина. Елементи множини. Види множин (порожня множина, скінченні й нескінченні, впорядковані й неупорядковані множини). Способи задання множин. Підмножина. Операції з множинами (об'єднання, переріз, різниця, доповнення). Кількість підмножин скінченної множини. Розбиття на класи. Діаграми Ейлера – Венна. Зліченність множин. Взаємно-однозначна відповідність (бієкція).

Практична частина. Розв'язування задач і вправ на основні операції з множинами, підрахунок кількості підмножин скінченної множини. Використання діаграм Ейлера – Венна під час розв'язування задач. Формула включення-виключення. Розв'язування задач на встановлення взаємно-однозначної відповідності між елементами множин.

4. Елементи математичної логіки (9 год)

Теоретична частина. Історія логіки та її розвиток. Основні поняття логіки. Висловлювання та висловлювальні форми. Предикати. Істинні та хибні твердження. Умовивід. Слідування, рівносильність, загальність та існування. Зміст і обсяг поняття. Закон тотожності. Логічні закони. Дедукція та індукція. Аналогія. Метод від супротивного. Квантори. Методи винахідництва. Гіпотеза.

Практична частина. Розв'язування логічних задач. Операції над висловлюваннями та предикатами. Доведення тотожностей. Розв'язування задач методами повного та неповного перебору. Розв'язування задач методом від супротивного. Розв'язування нестандартних задач.

5. Математична мозаїка (математичні софізми, ребуси, загадки) (9 год)

Теоретична частина. Математичні ребуси та загадки. Листок Мебіуса. Магічні квадрати. Софізми та парадокси. Послідовність Фібоначчі. Геометрія орнаментів і паркетів.

Практична частина. Математичні ребуси й загадки. Розв'язування олімпіадних задач на пошук суперечностей і закономірностей. Задачі поліміно. Три визначні задачі давнини. Дослідження геометрії орнаментів, їх побудова.

6. Цілі числа. Подільність цілих чисел (15 год)

Теоретична частина. Подільність і остачі. Китайська теорема про остачі. Прості і складені числа. Основна теорема арифметики. Конгруенції. Періодичність останньої цифри під час зведення до степеня. Ознаки подільності. НСК, НСД. Алгоритм Евкліда. Десятковий запис числа. Останні цифри точного квадрата.

Практична частина. Дії над цілими числами. Знаходження НСД та НСК, використання алгоритму Евкліда. Задачі з простими числами, задачі на десятковий запис числа. Дослідження властивостей конгруенцій, розв'язування задач на їх використання. Різні задачі на подільність.

7. Принцип Діріхле (6 год)

Теоретична частина. Принцип Діріхле та його узагальнення. Принцип Діріхле і подільність цілих чисел.

Практична частина. Розв'язування задач на використання принципу Діріхле. Задачі на подільність, геометричні задачі. Розв'язування олімпіадних задач.

8. Діофантові рівняння (12 год)

Теоретична частина. Діофантові рівняння першого степеня. Основні методи розв'язування діофантових рівнянь вищих степенів (розклад на множники, використання подільності, виділення цілої частини, виділення повного квадрата, метод «проб», використання симетричності, метод нескінченного спуску).

Практична частина. Розв'язування діофантових рівнянь різними методами. Розв'язування задач на складання діофантових рівнянь.

9. Основи комбінаторики (15 год)

Теоретична частина. Основні правила комбінаторики (правило суми та правило добутку). Комбінаторні задачі на безпосередній перебір. Сполуки без повторень елементів: перестановки, розміщення, комбінації. Властивості комбінацій. Трикутник Паскаля. Біном Ньютона. Властивості біноміальних коефіцієнтів. Правило рівності. Підрахунок двома способами.

Практична частина. Розв'язування комбінаторних задач. Використання повного перебору, основних правил комбінаторики, сполук без повторень елементів, правила рівності, підрахунку двома способами. Розв'язування рівнянь і нерівностей, що містять комбінаторні вирази. Використання бінома Ньютона. Дослідження властивостей біноміальних коефіцієнтів і трикутника Паскаля.

10. Многочлени. Метод невизначених коефіцієнтів (9 год)

Теоретична частина. Кільце многочленів. Подільність многочленів. Теорема Безу та її наслідки. Схема Горнера. Корені многочлена, кратні корені. Метод невизначених коефіцієнтів.

Практична частина. Розклад многочленів на множники. Використання теореми Безу та її наслідків. Знаходження цілих і раціональних коренів многочленів. Використання методу невизначених коефіцієнтів.

11. Алгебраїчні рівняння, нерівності та їх системи (12 год)

Теоретична частина. Лінійні рівняння і нерівності з параметром. Квадратний тричлен. Квадратні рівняння з параметром. Основні методи розв'язування рівнянь вищих степенів (метод заміни змінних, розклад на множники, підстановки, використання властивостей функції). Узагальнений метод інтервалів. Ірраціональні рівняння і нерівності. Нестандартні методи розв'язування рівнянь (виділення повного квадрата, використання методу невизначених коефіцієнтів, розв'язування рівнянь відносно коефіцієнтів).

Практична частина. Розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем різними методами. Рівняння і нерівності з модулем та параметром.

12. Функції та їх графіки (12 год)

Теоретична частина. Елементарні функції, їх властивості та графіки. Перетворення графіків функцій. Композиція функцій. Складені функції. ГМТ. Дослідження властивостей функцій (без використання похідної).

Практична частина. Побудова графіків функцій методом геометричних перетворень та іншими методами, використання операцій над графіками (додавання, віднімання, множення та ділення графіків). Знаходження області визначення та множини значень функції, найбільшого і найменшого її значень. Дослідження на парність. Побудова графіків функцій з модулем. Вправи із складеними функціями. Побудова ГМТ.

13. Найпростіші функціональні рівняння (9 год)

Теоретична частина. Загальні відомості про функціональні рівняння. Метод підстановок. Застосування поняття групи.

Практична частина. Розв'язування функціональних рівнянь методом підстановок. Застосування поняття групи. Інші методи.

14. Основні методи доведення нерівностей (9 год)

Теоретична частина. Числові нерівності та їх властивості. Методи доведення нерівностей. Нерівність Коші, нерівність між середніми, нерівність Коші — Буняковського, нерівність обернених величин. Геометричні нерівності. Метод підсилення.

Практична частина. Доведення нерівностей різними методами.

15. Послідовності та прогресії. Метод математичної індукції та його модифікації (9 год)

Теоретична частина. Числові послідовності, способи задання, властивості (монотонність, обмеженість). Границя послідовності. Арифметична і геометрична прогресії. Метод математичної індукції.

Практична частина. Розв'язування задач підвищеного рівня складності на арифметичну і геометричну прогресії. Обчислення сум. Знаходження границі послідовності. Використання методу математичної індукції. Розв'язування олімпіадних задач.

16. Текстові задачі (9 год)

Теоретична частина. Задачі на переливання та зважування. Задачі на рух, сумісну роботу, концентрацію та відсотковий вміст. Логічні задачі.

Практична частина. Розв'язування задач на складання рівнянь, нерівностей та їх систем. Математичне моделювання. Задачі з недостатніми і надлишковими даними. Задачі на знаходження оптимального варіанта.

17. Планіметричні задачі (12 год)

Теоретична частина. Основні теоретичні положення планіметрії. Перетворення фігур на площині. Переміщення, гомотетія, подібність, інверсія. Визначні точки та лінії трикутника. Цікаві теореми геометрії (теорема Птолемея, Чеви, Менелая та інші).

Практична частина. Розв'язування геометричних задач різними методами (метод геометричних побудов, метод допоміжного кола, метод площ, метод перетворень тощо).

18. Розміщення фігур на площині, розрізання та розфарбовування фігур (9 год)

Теоретична частина. Теорема Жордана. Опуклі фігури. Використання розфарбовування під час розв'язування задач підвищеного рівня складності. Покриття та розрізання фігур.

Практична частина. Розв'язування задач на розрізання. Використання розфарбовування. Розв'язування задач підвищеного рівня складності.

19. Графи та їх використання під час розв'язування задач (6 год)

Теоретична частина. Теорія графів. Основні поняття (вершини, ребра, степінь вершин, дерево, цикл, шлях). Орієнтований граф. Доповнення графа. Теорема Ейлера.

Практична частина. Використання графів під час розв'язування різних задач (зокрема, задач із економічним змістом, олімпіадних задач). Задачі на використання теореми Ейлера.

20. Основні методи розв'язування олімпіадних задач. Інваріанти. Принцип крайнього. Ігри двох осіб (12 год)

Теоретична частина. Методи розв'язування олімпіадних задач. Парність, інваріант, півінваріант. Правило крайнього. Вступ до теорії ігор. Ігри для двох. Оптимальна стратегія.

Практична частина. Розв'язування олімпіадних задач різної тематики.

21. Конференції, лекторії, конкурси, тематичні заходи (12 год)

Практична частина. Захист науково-дослідницьких проєктів. Участь у наукових конференціях, конкурсах, олімпіадах, тематичних заходах. Зустрічі з науковцями. Наукові читання, лекторії.

22. Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за навчальний рік.

Практична частина. Завдання на літні канікули.

Вищий рівень, другий рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	1	2	3
2.	Наука та науково-дослідницька діяльність	3	12	15
3.	Комбінаторика	3	9	12
4.	Основи теорії ймовірностей	3	9	12
5.	Математичні методи обробки результатів. Основи математичної статистики	3	6	9
6.	Тригонометричні та обернені тригонометричні функції	6	9	15
7.	Показникові та логарифмічні рівняння, нерівності, їх системи	3	6	9
8.	Елементи математичного аналізу. Диференціальне та інтегральне числення	3	9	12
9.	Функції та графіки. Застосування похідної до дослідження властивостей функції	3	9	12
10.	Доведення нерівностей	3	6	9

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
11.	Рівняння, нерівності та їх системи з модулем і параметром	3	9	12
12.	Функціональні рівняння	3	6	9
13.	Задачі із цілою та дробовою частинами числа	3	6	9
14.	Комплексні числа та їх застосування	3	6	9
15.	Методи розв'язування геометричних задач	3	9	12
16.	Стереометричні задачі	3	12	15
17.	Геометричні задачі на комбінації тіл	3	6	9
18.	Геометричні задачі на екстремуми	3	6	9
19.	Задачі підвищеного рівня складності, нестандартні задачі	3	9	12
20.	Конференції, лекторії, конкурси, тематичні заходи	—	9	9
21.	Підсумок	1	2	3
Разом		59	157	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка. План роботи гуртка на навчальний рік. Правила безпеки життєдіяльності і поведінки в закладі освіти. Правила санітарії, гігієни та безпечної роботи за комп'ютером. Облаштування робочого місця учня. Організаційні питання.

Практична частина. Вхідне тестування. Проведення диспуту на тему «Актуальні проблеми наукових досліджень у галузі математики».

2. Наука та науково-дослідницька діяльність (15 год)

Теоретична частина. Особливості розвитку сучасної науки. Практичне значення наукових досліджень. Організація науково-дослідницької діяльності. Можливості практичного застосування результатів наукових досліджень. Форми оприлюднення результатів. Використання технічних засобів. Наукова термінологія.

Ознайомлення з програмами для створення презентації, їх інструментами. Організація представлення та захисту дослідницького проєкту. Вимоги до доповіді, постерного захисту, наукової конференції. Структура доповіді. Правила складання й оформлення презентацій, оформлення постера.

Підготовка до виступу. Загальні правила ведення дискусії. Ораторське мистецтво. Поради доповідачеві.

Практична частина. Визначення завдань науково-дослідницької діяльності, вибір методів дослідження, конкретизація мети. Виконання науково-дослідницької роботи (дослідницького проєкту) за індивідуальними планами. Написання й оформлення дослідницької роботи. Підготовка до захисту.

3. Комбінаторика (12 год)

Теоретична частина. Повторення основних відомостей комбінаторики. КORTEЖ. Сполуки з повторенням елементів. Формула включення-виключення. Кулі та перегородки. Рекурентні співвідношення.

Практична частина. Розв'язування логічних задач, розв'язування комбінаторних задач (комбінаторно-логічних, комбінаторно-геометричних). Використання формули включення-виключення, методу «куль та перегородок». Пошук рекурентних співвідношень, дослідження та доведення рекурентних формул.

4. Основи теорії ймовірностей (12 год)

Теоретична частина. Стохастичний експеримент. Елементарна подія. Множина елементарних подій. Види подій. Ймовірність події. Класична і статистична ймовірність. Центр розподілу ймовірностей (математичне сподівання). Умовні ймовірності. Ймовірність добутку та суми подій. Повторні незалежні випробування. Формула Бернуллі. Формула Баєса. Закон великих чисел. Оцінка розсіювання ймовірностей.

Практична частина. Обчислення ймовірності випадкових подій. Розв'язування різних задач на обчислення ймовірностей.

5. Математичні методи обробки результатів. Основи математичної статистики (9 год)

Теоретична частина. Способи опрацювання даних. Середнє значення, мода та медіана. Відсоткові розрахунки. Способи аналізу даних: порівняльний, системний. Основні поняття математичної статистики. Генеральна сукупність та вибірка. Частота. Розподіл частот. Гістограма. Числові характеристики дискретної випадкової величини. Математичне сподівання. Математичне моделювання процесів.

Практична частина. Дії з наближеними значеннями. Обчислення похибок наближення, визначення точності наближення. Розв'язування задач на відсоткові розрахунки. Опрацювання даних та побудова гістограм. Розв'язування прикладних задач.

6. Тригонометричні та обернені тригонометричні функції (15 год)

Теоретична частина. Радіанна міра кута. Тригонометричні функції, їх властивості та графіки. Графіки гармонічних коливань. Обернені тригонометричні функції. Основні методи розв'язування тригонометричних рівнянь, нерівностей та їх систем. Деякі спеціальні прийоми перетворення тригонометричних виразів.

Практична частина. Перетворення виразів, що містять тригонометричні функції, обернені тригонометричні функції. Розв'язування тригонометричних рівнянь, нерівностей та їх систем. Рівняння та нерівності, що містять обернені тригонометричні функції. Дослідження періодичності функцій. Побудова графіків гармонічних коливань, графіків обернених тригонометричних функцій.

7. Показникові та логарифмічні рівняння, нерівності, їх системи (9 год)

Теоретична частина. Показникова та логарифмічна функції, їх властивості і графіки. Логарифм, його властивості. Основні методи розв'язування показникових та логарифмічних рівнянь, нерівностей, їх систем. Натуральні логарифми.

Практична частина. Перетворення виразів, що містять логарифми, степені та корені. Розв'язування показникових, логарифмічних рівнянь, нерівностей, їх систем.

8. Елементи математичного аналізу. Диференціальне та інтегральне числення (12 год)

Теоретична частина. Границя функції. Неперервність функції. Операції над неперервними функціями. Асимптоти до графіка функції. Похідна. Її геометричний та механічний зміст. Теореми про похідні. Похідна складеної функції. Первісна і невизначений інтеграл. Визначений інтеграл.

Практична частина. Обчислення границі функції. Дослідження функції на неперервність. Знаходження асимптот. Дослідження точок розриву. Знаходження й обчислення похідних функцій, знаходження первісних функцій. Знаходження інтегралів різними методами. Обчислення площ та об'ємів за допомогою визначеного інтеграла.

9. Функції та графіки. Застосування похідної до дослідження властивостей функції (12 год)

Теоретична частина. Застосування похідної до дослідження властивостей функції. Теорема Ферма та Лагранжа. Дотична до графіка функції. Застосування похідної до розв'язування рівнянь та нерівностей.

Практична частина. Дослідження функції на монотонність, екстремуми, опуклість. Побудова графіків функцій. Розв'язування задач на знаходження найбільшого і найменшого значень. Задачі на дотичну. Розв'язування рівнянь та нерівностей методами математичного аналізу.

10. Доведення нерівностей (9 год)

Теоретична частина. Повторення основних методів доведення нерівностей. Нерівність Йенсона. Використання похідної та інтеграла для доведення нерівностей.

Практична частина. Доведення нерівностей різними методами, застосування методів математичного аналізу.

11. Рівняння, нерівності та їх системи з модулем та параметром (12 год)

Теоретична частина. Модуль числа та його властивості. Рівняння та нерівності з модулем. Метод інтервалів. Узагальнена теорема Вієта. Методи розв'язування рівнянь і нерівностей з параметром.

Практична частина. Дослідження коренів квадратного тричлена. Застосування теореми Вієта для цілого раціонального рівняння. Розв'язування тригонометричних, логарифмічних, показникових, ірраціональних рівнянь, нерівностей, їх систем з модулем і з параметром.

12. Функціональні рівняння (9 год)

Теоретична частина. Методи математичного аналізу під час розв'язування функціональних рівнянь. Диференціальні рівняння I та II порядку й методи їх розв'язування.

Практична частина. Розв'язування функціональних рівнянь різними методами. Розв'язування диференціальних рівнянь і задач на складання диференціальних рівнянь.

13. Задачі із цілою та дробовою частинами числа (9 год)

Теоретична частина. Ціла та дробова частини числа, їх властивості. Графіки функцій, що містять цілу і дробову частини числа. Рівняння із цілою і дробовою частинами та їх системи, способи розв'язування.

Практична частина. Розв'язування рівнянь, що містять цілу і дробову частини числа, та їх систем. Побудова графіків функцій, пов'язаних із функцією антьє.

14. Комплексні числа та їх застосування (9 год)

Теоретична частина. Розширення поняття числа. Комплексні числа. Алгебраїчна і тригонометрична форми комплексного числа. Дії над комплексними числами. Формула Муавра. Формула Ейлера. Показникова форма комплексного числа. Логарифм комплексного числа. Комплексні корені многочлена. Розв'язування алгебраїчних рівнянь на множині комплексних чисел.

Практична частина. Дії над комплексними числами в алгебраїчній формі, в тригонометричній формі. Розв'язування квадратних рівнянь з комплексними коефіцієнтами. Дії над комплексними числами в показниковій формі. Застосування комплексних чисел у тригонометрії. Використання в геометрії. Розв'язування рівнянь на множині комплексних чисел.

15. Методи розв'язування геометричних задач (12 год)

Теоретична частина. Систематизація методів розв'язування геометричних задач. Координати та вектори. Геометричні перетворення. Координатно-векторний метод розв'язування геометричних задач. Метод перетворень.

Практична частина. Розв'язування задач методом координат. Розв'язування задач векторним методом. Методи побудови зображень (позиційні задачі стереометрії). Розв'язування задач методом побудови проєктуючих прямих. Розв'язування задач за допомогою симетрії. Застосування гомотетії та повороту під час розв'язування задач. Застосування методу відповідності та методу слідів під час побудови перерізів многогранників.

16. Стереометричні задачі (15 год)

Теоретична частина. Паралельність та перпендикулярність у просторі. Кути і відстані в просторі. Призма, піраміда, їх властивості. Круглі тіла.

Практична частина. Розв'язування задач на знаходження відстаней у просторі. Розв'язування задач на обчислення відстані між мимобіжними прямими. Розв'язування задач на знаходження кутів у просторі.

17. Геометричні задачі на комбінації тіл (9 год)

Теоретична частина. Комбінації тіл: комбінації круглих тіл, комбінації многогранників з круглими тілами, різні комбінації. Взаємне розташування елементів тіл у комбінаціях фігур.

Практична частина. Розв'язування задач на комбінації різних фігур.

18. Геометричні задачі на екстремуми (9 год)

Теоретична частина. Застосування похідної та інтеграла під час розв'язування геометричних задач.

Практична частина. Планіметричні задачі на екстремуми. Стереометричні задачі на екстремуми.

19. Задачі підвищеного рівня складності, нестандартні задачі (12 год)

Теоретична частина. Принципи розв'язування задач підвищеного рівня складності, нестандартних типів задач.

Практична частина. Математичний бій (на основі задач підвищеного рівня складності).

20. Конференції, лекторії, конкурси, тематичні заходи (9 год)

Практична частина. Участь у наукових конференціях, конкурсах, олімпіадах, тематичних заходах. Зустрічі з науковцями. Наукові читання, лекторії.

21. Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка.

Практична частина. Презентація найкращих науково-дослідницьких робіт (проектів). Поради і рекомендації щодо подальшої науково-дослідницької роботи.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ**Вихованці мають знати:**

- основні етапи науково-дослідницької діяльності;
- математичні методи обробки результатів;
- алгоритми розв'язування основних (базових) задач за темами курсу;
- типи текстових задач та методи їх розв'язування;
- основні математичні поняття та основні розділи математики;
- основні види рівнянь та нерівностей, методи їх розв'язування;
- елементарні функції та їх властивості;
- основні методи розв'язування олімпіадних задач.

Вихованці мають уміти:

- представляти результати науково-дослідницької діяльності;
- виконувати основні операції над різними множинами;
- розв'язувати рівняння, нерівності та їх системи;
- будувати графіки функцій різними методами;
- розв'язувати завдання з модулем та параметром;
- застосовувати різні методи під час розв'язування геометричних задач;
- доводити нерівності;
- оцінювати точність наближень, похибки обчислень;
- використовувати теоретичні знання, розв'язуючи практичні задачі;
- аналізувати інформацію, робити висновки.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- здатність до науково-дослідницької діяльності в галузі математики;
- використання різних джерел для пошуку наукової інформації з математики;
- висунення та перевірка гіпотез;
- здатність до систематизації та класифікації математичних об'єктів;
- розв'язування математичних задач підвищеного рівня складності;
- здатність до побудови математичних моделей реальних об'єктів.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Обладнання	К-сть, шт
Персональний комп'ютер	За кількістю учнів
Екран для демонстрації	1
Мультимедійний проектор	1
Інтерактивна дошка	1
Принтер	1
Сканер	1
Калькулятори	За кількістю учнів
Папір друкарський	У разі потреби
Ручки кулькові	У разі потреби
Олівці креслярські	У разі потреби
Лінійки	У разі потреби
Скріпки, кнопки	У разі потреби
Папки	У разі потреби

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоус С. Ю. Як розвинути в учня якості дослідника. Харків : Видавнича група «Основа», 2004. 157 с.
2. Гайштут О. Г., Литвиненко Г. М. Алгебра. Розв'язування задач та вправ. Київ : Магістр-S, 1997. 255 с.
3. Гайштут О. Г., Ушаков Р. П. Сборник задач по математике с примерами решений: для учащихся общеобразовательных школ, гимназий. Киев : А.С.К., 2002. 590 с.

4. Галицкий М. Л., Гольдман А. М., Звавич Л. И. Сборник задач по алгебре. Москва : Просвещение, 1992. 271 с.
5. Игнатъев Е. И. В царстве смекалки. Москва : Просвещение, 2008. 144 с.
6. Назаренко О. М., Назаренко Л. Д. Тысяча і один приклад. Рівності і нерівності : посібник для абітурієнтів. Суми : Слобожанщина, 1994. 272 с.
7. Одарченко Н. І., Бондар О. В. Збірник задач зі спецкурсу «Вибрані розділи математики» : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2008. 171 с.
8. Перехейда О. М., Ушаков Р. П. Доведення нерівностей. Харків : Вид. група «Основа», 2003. 96 с.
9. Шабунин М. И. Пособие по математике для поступающих в вузы. Москва : Лаборатория базовых знаний, 2002. 640 с.
10. Ясінський В. В. Алгебра. Київ : ІДП НТТУ «КПІ», 2002. 75 с.
11. Ясінський В. В. Математика : навч. посіб. для слухачів ФДП НТУУ «КПІ» / за ред. член-кор. НАН України В. С. Мельника. Київ : НТУУ «КПІ», 2006. 368 с.

О. А. Андреев, М. А. Віднічук

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ОСНОВИ ТЕОРІЇ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ»

ВИЩИЙ РІВЕНЬ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Одним з результатів розвитку науки та високотехнологічних галузей у ХХ столітті є формування в економіках провідних країн світу механізму саморозвитку національних інноваційних систем, у рамках яких зароджуються і реалізуються нові ідеї та технології. Ключовими навичками, які були необхідні в індустріальну епоху ХХ століття, визначалися: читання, письмо і арифметика. У ХХІ столітті акценти зміщуються у бік уміння критично мислити, здатності до взаємодії і комунікації, творчого підходу до справи.

На сьогодні основними напрямками діяльності є забезпечення трьох пріоритетів розвитку: науки, освіти та наукоємного виробництва. Своєю чергою, щоб в еру високих технологій, автоматизації та роботизації багатьох звичних нам процесів залишатися затребуваним фахівцем, потрібні нові вміння: здатність генерувати ідеї та навички винахідництва.

Навчальна програма «Основи теорії розв'язування винахідницьких задач» спрямована на організацію освітнього процесу в гуртках системи Малої академії наук України та проведення факультативних занять у закладах загальної середньої освіти, що сприятиме формуванню в учнів інтересу до STEM-освіти, забезпечуватиме розвиток творчої уяви та культури мислення.

Метою навчальної програми є формування в учнів основних компетентностей (пізнавальної, практичної, творчої, соціальної) у процесі науково-дослідницької діяльності.

Для досягнення поставленої мети ставляться **завдання**, які формують такі компетентності:

пізнавальну: формувати здатність до системного сприйняття світу та прогнозування його розвитку через використання законів розвитку технічних систем та інших універсальних евристичних технологій, створених людством за останні століття, і тим самим сприяти формуванню культури мислення вихованців Малої академії наук та учнів закладів загальної середньої освіти;

практичну: оволодіти сучасними інноваційними технологіями зі створення принципово нових, конкурентоздатних технічних систем та виробничих

технологій; навичками збору й аналізу науково-технічної інформації з використанням різних джерел, в тому числі мережі Internet, для визначення тенденцій розвитку технічних систем та прогнозування конкурентоздатних технічних рішень; технологіями постановки винахідницьких задач та їхнього розв'язання з використанням методів, які лежать в основі цієї програми; навичками проведення патентного пошуку та захисту інтелектуальної власності; методикою організації і проведення наукових досліджень та оформлення отриманих результатів у вигляді науково-дослідницької роботи;

творчу: забезпечити творчий пошук, навчити юних науковців вдосконалювати як технічні системи, що включені в програму навчання, так і технічні системи інших галузей науки і техніки, створювати і захищати інтелектуальну власність, навчити юних дослідників користуватися сучасними інформаційними технологіями, методами та комп'ютерними програмами з організації науково-технічної творчості, застосовувати наукові відкриття для створення принципово нової техніки, шукати шляхи її вдосконалення і застосування в інших галузях і тим самим сприяти формуванню творчого мислення учнів;

соціальну: формування емоційно-ціннісного ставлення до себе та до інших людей; вміння працювати в команді; розуміння взаємної залежності та впливу суспільства і природи, відповідальності за соціальні наслідки наукового прогресу; дотримання принципів етики у процесі наукового дослідження.

Програма розрахована на два роки навчання на вищому рівні:

- перший рік – 324 год (9 год на тиждень);
- другий рік – 324 год (9 год на тиждень).

Програма може використовуватися під час проведення занять у групах індивідуального навчання, які організуються відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, що затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 р. № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 1123 від 10.12.2008 р.), а також може бути використана на факультативних заняттях.

Навчальна програма є орієнтовною. Керівник гуртка може вносити зміни й доповнення в порядок і зміст навчальних тем, самостійно планувати кількість годин, враховуючи базовий рівень знань учнів та їхні інтереси, стан матеріально-технічної бази закладу та ін.

Вищий рівень, перший рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	2	1	3
2.	Науково-технічна творчість	2	1	3
3.	Інтелектуальні ідеї в історії винахідництва	3	3	6
4.	Методи психологічної активізації пошуку нових розв'язків практичних задач	9	9	18
5.	Методи систематичного перебору варіантів	3	6	9
6.	Генетичний аналіз технічних систем	2	4	6
7.	Теорія розв'язування винахідницьких задач (ТРВЗ)	3	—	3
8.	Алгоритм розв'язування проблемних ситуацій (АРПС)	8	16	24
9.	Ідеальний кінцевий результат (ІКР)	2	10	12
10.	Фізичне протиріччя та його зміст	2	10	12
11.	Прийоми розвитку уяви	15	15	30
12.	Алгоритм розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ-85 В)	12	24	36
13.	Метод моделювання маленькими чоловічками (ММЧ)	6	12	18
14.	Винахідницькі задачі	9	15	24
15.	Речовинно-польові ресурси та їх застосування в розв'язуванні технічних задач	12	15	27
16.	Прийоми розв'язування задач та усунення технічних протиріч	9	15	24
17.	Застосування законів природи для розв'язування винахідницьких задач	12	12	24

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
18.	Основи науково-дослідницької роботи	15	9	24
19.	Винахідництво	6	12	18
20.	Підсумок	—	3	3
Разом		70	254	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка. План роботи на навчальний рік. Організаційні питання.

Практична частина. Знайомство. Опитування з метою визначення рівня підготовленості вихованців.

2. Науково-технічна творчість (3 год)

Теоретична частина. Поняття науково-технічної творчості. Роль винаходів. Вплив творчої особистості на економічний та науково-технологічний розвиток.

Практична частина. Пошук інформації про відомих винахідників.

3. Інтелектуальні ідеї в історії винахідництва (6 год)

Теоретична частина. Видатні винаходи та ідеї у галузі електров'язку та інших галузях. Видатні українські вчені.

Практична частина. Реферативно-дослідницька робота.

4. Методи психологічної активізації пошуку нових розв'язків практичних задач (18 год)

Теоретична частина. Метод перебору варіантів, його неефективність і непридатність у сучасних умовах існування людства. Розвиток творчої яви (РТУ). Асоціації та асоціативне мислення.

Практична частина. Мозковий штурм та його модифікації. Синектика. Метод фокальних об'єктів.

5. Методи систематичного перебору варіантів (9 год)

Теоретична частина. Метод фокальних об'єктів (МФО). Аналогія. Морфологічний аналіз.

Практична частина. Практикум з розв'язування задач.

6. Генетичний аналіз технічних систем (6 год)

Теоретична частина. Поняття технічної системи. S-подібний розвиток технічних систем. Задача Робінзона. Основні закони розвитку технічних систем.

Практична частина. Реферативно-дослідницька робота.

7. Теорія розв'язування винахідницьких задач (ТРВЗ) (3 год)

Теоретична частина. Історія виникнення та розвитку ТРВЗ. Основні засади ТРВЗ. Усунення протиріч всередині технічної системи.

8. Алгоритм розв'язування проблемних ситуацій (АРПС) (24 год)

Теоретична частина. Системний аналіз проблеми та пошук способу її розв'язання.

Практична частина. Проблемні ситуації: крок 1 – «Лампа Бабакіна», крок 2 – «Голка для хірургічних операцій», крок 3 – «Радіостанція для альпіністів», крок 4 – «Про температуру хімічного розчину».

9. Ідеальний кінцевий результат (ІКР) (12 год)

Теоретична частина. ІКР, пошук ресурсів усередині системи.

Практична частина. Проблемні ситуації: крок 5 – «Мішалка для розплаву сталі», крок 6 – «Про загартування металевої деталі».

10. Фізичне протиріччя та його зміст (12 год)

Теоретична частина. Поняття фізичного протиріччя та його зміст.

Практична частина. Проблемні ситуації: крок 7 – «Технічний водогін», крок 8 – «Запаювання ампул», крок 9 – «Вентиляція бурта бавовни». Розв'язування задач.

11. Прийоми розвитку уяви (30 год)

Теоретична частина. Прийоми психологічної активізації на основі образного мислення. Казка-калька. «Ялинка асоціацій». «Біном фантазії». Через логіку до уяви (алгоритм виконання логічних вправ). Методи конструювання нових ідей: поверхове конструювання; конструювання за прийомами; оператор «розмір, вартість, час»; уявна планета, метод тенденцій.

Практична частина. Практикум з розвитку творчої уяви.

12. Алгоритм розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ-85 В) (36 год)

Теоретична частина. Аналіз ситуації. Постановка винахідницької задачі. Поняття X-елемента. Аналіз моделі задачі. Визначення оперативної зони (ОЗ). Визначення оперативного часу (ОЧ). Формулювання фізичного протиріччя (ФП) й ідеального кінцевого результату (ІКР). Мобілізація і застосування РПР. Застосування інформфонду. Зміна або заміна задачі.

Аналіз способу усунення ФП. Застосування отриманої відповіді. Аналіз ходу розв'язування.

Практична частина. Практикум з розв'язування задач. Вправи на розвиток творчої уяви.

13. Метод моделювання маленькими чоловічками (ММЧ) (18 год)

Теоретична частина. Історія виникнення та основні засади методу моделювання маленькими чоловічками (ММЧ).

Практична частина. Практикум з розв'язування задач: «Встановлення радіоелектронних елементів на друковану плату», «Центрифуга», «Дозатор рідини», «Про замерзання водостічних труб», «Про герметизацію kabіни стратостата», «Про очищення великої кількості курячих яєць». Вправи на розвиток творчої уяви.

14. Винахідницькі задачі (24 год)

Теоретична частина. Поняття винахідницьких задач, основні способи їх розв'язання.

Практична частина. Практикум з розв'язування задач: «Перевезення шлаку», «Запилювання квітів», «Макет парашута», «Про виявлення бактерій». Вправи на розвиток творчої уяви.

15. Речовинно-польові ресурси та їх застосування в розв'язуванні технічних задач (27 год)

Теоретична частина. Репольний аналіз. Методи і прийоми репольного аналізу. Поняття ресурсу. Властивості речовини як ресурсу. Поняття «поле» і його застосування як засобу передачі інформації і енергії. Стандарти розв'язування винахідницьких задач. Побудова реполя. Ланцюжковий реполь. Комплексний реполь. Система стандартів.

Практична частина. Практикум з розв'язування задач. Вправи на розвиток творчої уяви.

16. Прийоми розв'язування задач та усунення технічних протиріч (24 год)

Теоретична частина. Таблиця прийомів розв'язування задач. Правила практичного використання таблиці.

Практична частина. Практикум з розв'язування задач із застосуванням таблиці прийомів. Вправи на розвиток творчої уяви.

17. Застосування законів природи для розв'язування винахідницьких задач (24 год)

Теоретична частина. Застосування фізичних ефектів. Використання довідника ефектів.

Застосування хімічних ефектів. Застосування геометричних ефектів. Застосування методів біоніки, біоінженерії, біокібернетики тощо для розв'язання сучасних технічних проблем. Прогнози розвитку галузей у XXI столітті.

Практична частина. Розв'язування задач. Вправи на розвиток творчої уяви.

18. Основи науково-дослідницької роботи (24 год)

Теоретична частина. Науково-дослідницька робота (проект) та її складові. Загальна структура учнівської дослідницької роботи. Зміст структурних розділів роботи, основні положення, що в них відображаються. Методика організації та проведення науково-дослідницької роботи. Основні вимоги до її написання й оформлення. Основні напрями сучасних наукових досліджень у винахідництві, зв'язок з фундаментальною наукою та практичними потребами.

Практична частина. Вибір теми, об'єкта і предмета наукових досліджень, критерії та доцільність такого вибору. Актуальність обраної теми науково-дослідницької роботи (проекту). Визначення загальної мети і конкретних завдань наукового дослідження. Пошук та збір інформації. Аналіз інформації. Постановка завдання. Проведення дослідження. Висновки. Оформлення роботи.

19. Винахідництво (18 год)

Теоретична частина. Основні поняття. Проведення патентного пошуку. Правила складання заявки на винахід. Опис і формула винаходу. Виявлення аналогу і прототипу. Робота з патентними фондами.

Практична частина. Практикум з оформлення заявки на винахід.

20. Підсумок (3 год)

Практична частина. Презентації ідей і проектів. Підбиття підсумків роботи гуртка за навчальний рік.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- методи психологічної активізації пошуку нових розв'язків;
- прийоми розвитку творчої уяви;
- алгоритм розв'язування винахідницьких задач;
- основні закони розвитку технічних систем, основні поняття про винахід.

Вихованці мають уміти:

- розв'язувати задачі з використанням методу мозкового штурму, синектики, методу фокальних об'єктів, алгоритму розв'язування винахідницьких задач;

- застосовувати стандарти розв'язування винахідницьких задач;
- використовувати довідники фізичних, хімічних, геометричних ефектів;
- володіти методикою організації та проведення науково-дослідницької роботи;
- проводити патентний пошук і скласти заявку на винахід.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- здатність до самостійного опрацювання наукових джерел, поглиблення знань та розширення кругозору в рамках своїх наукових інтересів;
- використання прийомів розвитку творчої уяви;
- розв'язування винахідницьких задач;
- здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі, вибирати належні напрями і відповідні методи для їх розв'язання.

Вищий рівень, другий рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	3	—	3
2.	Закони розвитку технічних систем	21	54	75
3.	Згорання системи	3	9	12
4.	Основи науково-дослідницької діяльності	3	9	12
5.	Прогнозування розвитку систем	12	24	36
6.	Дослідницькі задачі: методика формулювання та розв'язання	9	63	72
7.	Винахідництво	9	30	39
8.	Прогнозування небажаних явищ («диверсійний підхід»)	15	39	54
9.	Вимоги до оформлення дослідницької роботи	3	15	18
10.	Підсумок	—	3	3
Разом		78	246	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка. Правила безпеки життєдіяльності під час роботи за комп'ютером. План роботи на навчальний рік. Організаційні питання.

2. Закони розвитку технічних систем (75 год)

Теоретична частина. Закони розвитку технічних систем (ТС) як основи теорії розвитку технічних систем (ТРТС). Закон повноти частин системи: формулювання і основні поняття. Критерії визначення ТС. Закон енергетичної провідності систем: формулювання та основні правила використання.

Закон узгодження ритміки: формулювання та основні поняття. Використання резонансу. Узгодження та розузгодження ритміки. Усунення або нейтралізація резонансу.

Закон збільшення ступеня ідеальності систем. Формулювання закону і правила його використання. Закон ідеальності та виникнення потреби і пов'язаний із цим процес збільшення головної корисної функції (ГКФ).

Закон динамізації технічних систем. Закон переходу в надсистему: формулювання закону й основні напрями утворення надсистем.

Практична частина. Розв'язування задач. Вправи на розвиток творчої уяви.

3. Згортання системи (12 год)

Теоретична частина. Загальний вигляд процесу згортання системи. Загальна схема розвитку ТС.

Практична частина. Розв'язування задач. Вправи на розвиток творчої уяви.

4. Основи науково-дослідницької діяльності (12 год)

Теоретична частина. Основні етапи наукового дослідження. Методи наукового дослідження, їх класифікація. Види інформаційних ресурсів і правила роботи з ними. Принципи роботи із джерелами наукової інформації.

Практична частина. Дослідження розвитку обраної технічної системи відповідно до ЗРТС.

5. Прогнозування розвитку систем (36 год)

Теоретична частина. Майбутнє комп'ютера. Майбутнє штучного інтелекту, медицини. Нанотехнології. Майбутнє космічних подорожей, енергії та енергетики.

Майбутнє людства: сутність поняття «багатство», майбутнє фінансів та фінансової системи.

Практична частина. Розв'язування задач з прогнозування розвитку систем.

6. Дослідницькі задачі: методика формулювання та розв'язання (72 год)

Теоретична частина. Формулювання початкової дослідницької задачі. Формулювання оберненої задачі. Паспортизація ресурсів. Пошук відомих розв'язків. Пошук необхідних ефектів. Пошук нових розв'язків.

Практична частина. Розв'язування задач: «Про електронно-обчислювальну машину», «Бальзам Шостаковського», «Про стратегічний бомбардувальник», «Вимірювання надмалих витрат рідини», «Задача про бетонобійний снаряд», «Задача про мікролюмінісценцію», «Дослідження спектра водню», «Розвантаження судна», «Виробництво бездимного пороху», «Магнітно-абразивний спосіб обробки деталей». Дослідницька робота за обраною темою. Вправи на розвиток творчої уяви.

7. Винахідництво (39 год)

Теоретична частина. Основні поняття. Міжнародна класифікація винаходів. Проведення патентного пошуку. Правила складання заявки на винахід. Опис і формула винаходу. Виявлення аналогу і прототипу. Робота з патентними фондами.

Практична частина. Практикум з оформлення заявки на винахід.

8. Прогнозування небажаних явищ («диверсійний підхід») (54 год)

Теоретична частина. Суть «диверсійного підходу». Діаграми Ісікави. Методики побудови. Методика проведення «диверсійного аналізу». Формування оберненої задачі. Пошук відомих способів створення шкідливих явищ. Паспортизація і використання ресурсів. Пошук шкідливих ефектів в інформаційних фондах. Пошук шкідливих ефектів з допомогою методики прогнозу. Пошук нових розв'язків. Пошук можливостей підсилення шкідливих ефектів. Маскування шкідливих явищ.

Аналіз виявлення шкідливих ефектів. Усунення шкідливих ефектів. Аналіз перебігу роботи.

Практична частина. Побудова діаграми Ісікави. Методика формулювання оберненої задачі. Аналітична робота з пошуку шкідливих ефектів. Виявлення негативних ефектів, що можуть виникнути в процесі експлуатації ТС. Усунення негативних ефектів.

9. Вимоги до оформлення дослідницької роботи (18 год)

Теоретична частина. Дослідницька робота як складова частина виконання науково-дослідницької роботи (проєкту). Основні елементи дослідницької роботи: вступ (актуальність теми, заявленої в назві наукової роботи; мета і завдання роботи; об'єкт і предмет дослідження, методи дослідження, їх обґрунтування; стан розроблення в науці поставленої проблеми; теоретичне і практичне значення роботи); розділи основної частини, які містять певні наукові положення; висновки; література, додатки.

Принципи академічної доброчесності. Правила оформлення цитат, посилань на зображення, списку використаних джерел.

Практична частина. Оформлення дослідницької роботи відповідно до вимог.

10. Підсумок (3 год)

Практична частина. Презентації ідей і проєктів. Підбиття підсумків роботи гуртка за навчальний рік.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- закони розвитку технічних систем;
- методику формулювання та розв'язування дослідницьких задач;
- методику прогнозування і розвитку штучних систем;
- методику виявлення та прогнозування небажаних явищ.

Вихованці мають уміти:

- формулювати та розв'язувати дослідницькі задачі;
- проводити науково-дослідницьку роботу з використанням методики «диверсійного аналізу» з метою виявлення небажаних явищ і ефектів;
- проводити патентний пошук і скласти заявку на винахід.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- здатність до самостійного опрацювання наукових джерел, поглиблення знань та розширення кругозору в рамках своїх наукових інтересів;
- розв'язування винахідницьких задач;
- проведення дослідження з урахуванням законів розвитку технічних систем і методики «диверсійного аналізу»;
- здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі, вибирати належні напрями і відповідні методи для їх розв'язання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Віднічук М. А. Технології технічної творчості. Ч. 1. Київ : Ред. загальнопед. газ. (Бібліотека «Шкільний світ»), 2004. 112 с.
2. Віднічук М. А. Технології технічної творчості. Ч. 2. Київ : Ред. загальнопед. газ. (Бібліотека «Шкільний світ»), 2004. 120 с.
3. Віднічук М. А. Формування вмінь розв'язувати винахідницькі задачі в курсі фізики загальноосвітньої школи : дис. ... канд. пед. наук. Київ, 2005, 237 с.
4. Воловник П. В. Патон — гордість України! Харків : «Видавничий будинок ЖВЛ», ПРАТ «Харківська книжкова фабрика "Глобус"», 2017. 560 с.
5. Довгий С. О. Видатні винаходи в галузі електрозв'язку. Київ : УкрІНТЕЛ, 2002. 344 с.
6. *Фізика та астрономія в школі*. 2003. № 2.
7. *Фізика та астрономія в школі*. 2003. № 4.
8. *Фізика та астрономія в школі*. 2001. № 4.
9. Злотин Б. Л., Зусман А. В. Решение исследовательских задач. Кишинев : МНТЦ «Прогрес», Картя Молдовеняска, 1991. 204 с.
10. Кайку Мічіо. Фізика майбутнього ; пер. з англійської мови А. Кам'янець. Львів : Літопис, 2013. 432 с.
11. Меерович М. Шрагина Л. Технология творческого мышления. 3-е изд., испр. и доп. Москва : Альпина Паблишер, 2017. 506 с.
12. Меерович М. И. Формулы теории вероятности. Одесса : Полис, 1993. 232 с.
13. Основи інтелектуальної власності : підручник для 10 кл. ЗНЗ / М. В. Паладій та ін. Київ : Прок-бізнес, 2008. 208 с.
14. Саламатов Ю. П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества : кн. для учителя. Москва : Просвещение, 1990. 240 с.
15. Шендеровський В. Нехай не гасне світ науки. Кн. I. Київ: Простір, 2009. 409 с.
16. Шендеровський В. Нехай не гасне світ науки. Кн. II. Київ: Простір, 2009. 327 с.
17. Шендеровський В. Нехай не гасне світ науки. Кн. III. Київ : Простір, 2011. 343 с.
18. Шрагина Л. И. Логика воображения. Одесса : Черноморье, 1995. 150 с.

В. І. Лимар, Н. М. Литвиненко

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ФІЗИКА»

ВИЩИЙ РІВЕНЬ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

У сучасному природознавстві чільне місце посідає фізика як наука. Зміст, система і методологія фізики відкривають широкі можливості для формування наукового світогляду здобувачів освіти, вироблення практичних умінь і навичок, здатності до самостійної роботи, розвитку розумових здібностей, зокрема логічного мислення.

Навчальна програма «Фізика» реалізується в гуртку дослідницько-експериментального напрямку й розрахована на учнів 9–11 класів закладів загальної середньої освіти.

Метою програми є формування компетентностей (пізнавальної, практичної, творчої, соціальної) у процесі поглибленого вивчення фізики й основ науково-дослідницької діяльності.

Для досягнення поставленої мети ставляться **завдання**, які формують такі компетентності:

пізнавальну: поглиблення знань у галузі фізики; розширення системи знань з механіки, електродинаміки, молекулярної фізики і термодинаміки; формування інтересу до наукового пізнання природничих явищ і процесів; до пошукової, аналітичної діяльності; ознайомлення з особливостями науково-дослідницької роботи;

практичну: розвиток практичних умінь, навичок проведення лабораторних робіт, пошуку наукової літератури та підбору джерел для дослідницької роботи; вироблення вміння використовувати самостійно здобуті знання для розв'язання навчальних завдань; формування навичок написання та оформлення дослідницької роботи;

творчу: розвиток самостійного, критичного, творчого, аналітичного мислення; творчих та мовленнєвих здібностей, мотиваційної сфери, чутливості до нових ідей, уміння творчо підходити до розв'язання різного роду навчальних завдань;

соціальну: розвиток культури міжособистісної взаємодії, моральних якостей, громадянської позиції, уміння організовувати власну діяльність, володіння правилами етики співробітництва; виховання громадянської свідомості, розуміння соціальної ролі природничих наук, уміння орієнтуватися в технологізованому світі.

Навчальна програма спрямована на організацію освітнього процесу в групах вищого рівня протягом двох років. На опрацювання навчального матеріалу відводиться по 216 год на рік (6 год на тиждень). Рекомендований кількісний склад навчальної групи: 10–15 учнів.

Програму структуровано з урахуванням змісту тем загального курсу фізики для учнів 9–11 класів закладів загальної середньої освіти. Навчальний матеріал з кожної теми підкріплено прикладними задачами, дослідями, експериментами, лабораторними роботами.

Програма передбачає теоретичні, практичні заняття, а також науково-дослідницьку діяльність.

Теоретичні заняття проводяться у формі лекцій, евристичних бесід, дискусій, круглих столів. Теоретичний матеріал подається з елементами проблемних питань та використанням презентаційних матеріалів.

Практичні заняття проводяться у формі практикумів та експериментальних занять, під час яких учні набувають умінь використовувати і створювати вимірювальні прилади й обладнання, навчаються застосовувати їх під час спостережень і у проведенні власних досліджень.

Під час проведення занять застосовуються як традиційні методи навчання (пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, інтерактивний, самостійної роботи тощо) та засоби навчання, так і елементи інноваційних педагогічних технологій.

Перевірка й оцінювання знань і умінь учнів здійснюється під час виконання ними практичних робіт, тестових завдань з теми, захистів власних розробок, участі в тематичних конференціях, конкурсах, олімпіадах тощо.

Програма є орієнтовною. Керівник гуртка може вносити зміни й доповнення до змісту програми й розподілу годин за темами з огляду на рівень підготовки, інтереси учнів, стан матеріально-технічної бази закладу освіти.

Вищий рівень, перший рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	3	—	3
Розділ 1. Поняття про наукове дослідження	3	3	6
Розділ 2. Механіка	36	42	78
2.1. Основи кінематики	6	9	15
2.2. Основи динаміки	15	15	30

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
2.3. Закони збереження	9	9	18
2.4. Елементи механіки рідин і газів	6	9	15
Розділ 3. Молекулярна фізика і термодинаміка	33	39	72
3.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії	24	30	54
3.2. Термодинаміка	9	9	18
Розділ 4. Електродинаміка	25	29	54
4.1. Основи електростатики	12	15	27
4.2. Закони постійного струму	13	14	27
Підсумок	3	—	3
Разом	103	113	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Фізика як наука. Відмінності між фізичними і нефізичними явищами. Інструктаж із техніки безпеки життєдіяльності. Організаційні питання.

Розділ 1. Поняття про наукове дослідження (6 год)

Теоретична частина. Роль фізики в житті людини, зв'язки між природничими науками. Поняття про наукове дослідження. Основи роботи з науковою інформацією.

Практична частина. Побудова плану наукового дослідження. Пошук наукових джерел.

Розділ 2. Механіка (78 год)

2.1. Основи кінематики (15 год)

Теоретична частина. Основні поняття, фізичні величини, система відліку. Рівномірний прямолінійний рух. Шлях і переміщення. Закони додання швидкостей. Відносність механічного руху. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Кутова швидкість. Період обертання та обертова частота. Доцентрове прискорення. Рівноприскорений прямолінійний рух. Прискорення. Вільне падіння тіл. Прискорення вільного падіння. Криволінійний рух.

Практична частина. Лабораторна робота «Дослідження руху тіла. Визначення середньої швидкості, прискорення».

2.2. Основи динаміки (30 год)

Теоретична частина. Механічна взаємодія тіл. Сила. Види сил у механіці. Вимірювання та додавання сил. Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Інерція та інертність. Другий закон Ньютона. Маса та імпульс тіла. Третій закон Ньютона. Застосування законів Ньютона. Гравітаційні сили. Гравітаційне поле. Гравітаційна стала. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Вага і невагомість. Рух тіла, кинутого вертикально вгору. Рух тіла, кинутого горизонтально. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.

Розвиток космонавтики. Штучні супутники Землі. Перша і друга космічні швидкості. Деформація. Сила пружності. Механічна напруга. Закон Гука. Модуль Юнга. Вага тіла. Сила тертя. Коефіцієнт тертя ковзання. Сила опору під час руху тіла в рідинах і газах. Рух тіла під дією кількох сил. Потік рідини в трубі. Рівняння Бернуллі. Підіймальна сила крила. Рух твердого тіла. Центр мас. Обертання тіла навколо осі. Момент інерції. Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла. Неінерціальні системи відліку. Рух тіла у неінерціальній системі відліку. Сила інерції. Відцентрова сила інерції.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Вимірювання жорсткості пружного тіла», «Визначення центра мас плоских фігур».

2.3. Закони збереження (18 год)

Теоретична частина. Імпульс тіла. Замкнені системи тіл. Імпульс системи тіл. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. Реактивні двигуни. Механічна робота. Потужність. Сили тяжіння, пружності, тертя. Механічна енергія. Кінетична енергія. Потенціальна енергія. Взаємні перетворення потенціальної і кінетичної енергії. Повна механічна енергія. Закон збереження енергії. Абсолютно пружний та непружний удари двох тіл. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу.

Практична частина. Лабораторна робота «Вивчення закону збереження механічної енергії».

2.4. Елементи механіки рідин і газів (15 год)

Теоретична частина. Тиск, сила тиску. Закон Паскаля. Гідростатичний тиск. Атмосферний тиск. Сила Архімеда. Плавання тіл. Повітроплавання. Закон Бернуллі (збереження маси і енергії в гідродинаміці).

Практична частина. Лабораторна робота «Визначення виштовхувальної сили».

Розділ 3. Молекулярна фізика і термодинаміка (72 год)

3.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії (54 год)

Теоретична частина. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) будови речовини. Маса та розміри атомів і молекул. Кількість речовини. Молярна маса. Стала Авогадро. Швидкість руху молекул. Дослід О. Штерна. Розподіл Максвелла. Будова твердих тіл, рідин і газів. Атомно-молекулярне вчення про будову речовини. Ідеальний газ. Газові закони. Тиск газу. Основне рівняння МКТ ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроеци. Універсальна газова стала. Стала Больцмана. Пароутворення та конденсація. Насичена і ненасичена пара. Кипіння. Залежність від температури тиску і густини насиченої пари. Зміна агрегатних станів речовини. Вологість повітря, методи вимірювання. Точка роси. Будова і властивості рідини. Поверхневий натяг. Змочування. Капілярні явища. Будова і властивості твердих тіл. Кристалічні та аморфні тіла. Анізотропія кристалів. Поліморфія. Вирощування кристалів. Рідкі кристали, їх властивості та застосування у техніці. Полімери, їх властивості та застосування. Наноматеріали.

Практична частина. Лабораторна робота «Вимірювання поверхневого натягу рідини».

3.2. Термодинаміка (18 год)

Теоретична частина. Теплові явища, температура. Статистичний і термодинамічний способи пояснення теплових явищ. Термодинамічна рівновага. Оборотні і необоротні процеси. Внутрішня енергія тіла та способи її зміни. Робота і кількість теплоти. Робота термодинамічного процесу. Теплоємність. Перший закон термодинаміки. Адіабатичний процес. Необоротність теплових процесів. Другий закон термодинаміки. Поняття про енергію. Теплові машини, принцип дії теплових двигунів. Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії. Двигун внутрішнього згорання. Холодильна машина.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Визначення теплоємності тіла», «Вимірювання питомої теплоти плавлення тіла».

Розділ 4. Електродинаміка (54 год)

4.1. Основи електростатики (27 год)

Теоретична частина. Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона. Електричне поле, напруженість, силові лінії. Накладання електричних полів. Електричне поле точкових зарядів. Речовина в електричному полі. Провідники та діелектрики, поляризація діелектриків. Діелектрична провідність речовини. Вплив електричного

поля на живі організми. Потенціал електричного поля. Різниця потенціалів. Вимірювання електричного заряду. Електроємність. Конденсатори, їх види та використання. Електроємність плоского конденсатора. З'єднання конденсаторів. Енергія електричного поля. Густина енергії електричного поля.

Практична частина. Лабораторна робота «Вивчення конденсаторів».

4.2. Закони постійного струму (27 год)

Теоретична частина. Електричний струм, джерела і споживачі. Електричне коло, послідовне і паралельне з'єднання провідників. Опір. Закони Ома для повного кола і для ділянки кола. Робота та потужність електричного струму. Теплова дія струму. Безпека роботи з електричними пристроями. Електричний струм у різних середовищах: металах, рідинах, газах. Електропровідність напівпровідників, їх види. Напівпровідникові пристрої та їх застосування. Струм у вакуумі, його застосування. Електронно-променева трубка.

Практична частина. Лабораторна робота «Вивчення транзисторів та інтегрованих напівпровідникових приладів (схем)».

Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підсумкова конференція вихованців гуртка. Відзначення найкращих гуртківців.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- правила поведінки в закладі освіти, кабінеті;
- правила безпеки життєдіяльності під час роботи за комп'ютером, проведення практичних робіт;
- основні одиниці СІ, методи обчислення похибок вимірювання, правила побудови графіків;
- особливості дослідницької діяльності у фізиці;
- основні методи дослідження в галузі фізики;
- основні методи пошуку наукової інформації, роботи з навчальною та науковою літературою;
- правила оформлення дослідницької роботи;
- поняття теорії, експерименту, фізичного явища, закону;
- поняття шляху, переміщення, середньої та миттєвої швидкості, інерції та імпульсу, маятника, коливання, резонансу;
- поняття про будову речовини;
- закони збереження у фізиці;

- сутність перетворення механічної енергії в механічних процесах;
- закон Паскаля, рівняння Бернуллі;
- поняття тиску рідини;
- рівняння неперервності рідини;
- закони термодинаміки;
- властивості твердих тіл, рідин і газів;
- поняття електричного заряду, електричного струму;
- закони постійного струму.

Вихованці мають уміти:

- дотримуватися правил безпеки життєдіяльності під час проведення занять, практичних робіт та екскурсій, роботи за комп'ютером;
- розв'язувати задачі, застосовуючи вивчені фізичні закони;
- планувати наукове дослідження;
- застосовувати вивчені закони для проведення власних досліджень;
- використовувати для власного дослідження інформацію з різних наукових джерел;
- пояснювати та описувати фізичні явища, експерименти;
- користуватися спеціальними приладами для вимірювання фізичних величин;
- представляти та обґрунтовувати результати власного дослідження;
- узагальнювати і систематизувати здобуті знання.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- використання знань з фізики для вирішення завдань, пов'язаних із реальними об'єктами природи та техніки;
- здатність обчислювати похибки вимірювання;
- проведення експериментів з дослідження фізичних явищ;
- здійснення обробки та узагальнення результатів експерименту.

Вищий рівень, другий рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	3	—	3
Розділ 1. Електродинаміка	21	24	45
1.1. Магнітне поле	10	11	21
1.2. Електромагнітна індукція	11	13	24
Розділ 2. Коливання і хвилі. Оптика	34	35	69

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
2.1. Механічні коливання	6	6	12
2.2. Механічні хвилі	6	6	12
2.3. Електромагнітні коливання	9	9	18
2.4. Електромагнітні хвилі	6	6	12
2.5. Оптика	7	8	15
Розділ 3. Квантова фізика. Елементи теорії відносності	32	37	69
3.1. Елементи теорії відносності	6	6	12
3.2. Світлові кванти. Фотоефект	11	13	24
3.3. Атоми і атомне ядро	15	18	33
Розділ 4. Основи науково-дослідницької діяльності	7	20	27
4.1. Розроблення основних напрямів дослідження	2	4	6
4.2. Теоретичні методи наукового пізнання	3	3	6
4.3. Підготовка, оформлення та представлення науково-дослідницької роботи	2	4	6
4.4. Конкурси та екскурсії	—	9	9
Підсумок	3	—	3
Разом	100	116	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Сучасний стан розвитку фізики. Інструктаж з безпеки життєдіяльності.

Розділ 1. Електродинаміка (45 год)

1.1. Магнітне поле (21 год)

Теоретична частина. Магнітне поле струму. Електрична та магнітна взаємодія. Індукція магнітного поля. Сила Лоренца. Сила Ампера. Рух заряджених частинок під дією сили Лоренца. Магнітні властивості речовини. Застосування магнітних матеріалів. Вплив магнітного поля на живі організми.

Практична частина. Лабораторна робота «Вивчення магнітних властивостей речовини».

1.2. Електромагнітна індукція (24 год)

Теоретична частина. Явище та закони електромагнітної індукції. Досліди М. Фарадея. Закон Фарадея. Правило Ленца. Самоіндукція, індуктивність. Енергія магнітного поля котушки зі струмом. Обертання прямокутної рамки в однорідному магнітному полі. Змінний струм. Генератор змінного струму. Трансформатор. Виробництво, передача та використання електричного струму.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Дослідження явища електромагнітної індукції», «Дослідження електричного поля кола змінного струму».

Розділ 2. Коливання і хвилі. Оптика (69 год)

2.1. Механічні коливання (12 год)

Теоретична частина. Види коливань та величини, що їх характеризують. Рівняння та графіки коливань. Коливання маятників. Математичний та пружний маятники.

Практична частина. Лабораторна робота «Визначення періоду коливань маятника».

2.2. Механічні хвилі (12 год)

Теоретична частина. Механічні хвилі. Періодичність хвиль. Резонанс. Поширення хвиль. Звук.

Практична частина. Лабораторна робота «Вивчення явища резонансу».

2.3. Електромагнітні коливання (18 год)

Теоретична частина. Коливальний контур. Виникнення електромагнітних коливань в електромагнітному контурі. Гармонічні електромагнітні коливання, їх рівняння, частота. Перетворення енергії в коливальному контурі. Затухаючі, вимушені коливання. Автоколивання. Резонанс. Змінний струм. Генератор змінного струму. Трансформатор. Застосування Фур'є-аналізу.

Практична частина. Лабораторна робота «Вивчення роботи трансформатора».

2.4. Електромагнітні хвилі (12 год)

Теоретична частина. Утворення і поширення електромагнітних хвиль. Швидкість, поширення, довжина і частота електромагнітної хвилі. Шкала електромагнітних хвиль. Властивості електромагнітних хвиль різних

діапазонів частот. Релятивістський ефект Доплера. Електромагнітні хвилі в природі і техніці. Принцип дії радіотелефонного та стільникового зв'язку. Радіомовлення, телебачення, супутникове телебачення, радіолокація.

Практична частина. Лабораторна робота «Ефект Доплера».

2.5. Оптика (15 год)

Теоретична частина. Природа світла. Поширення світла у різних середовищах. Поглинання і розсіювання світла. Відбивання світла. Заломлення світла. Закони заломлення світла. Лінзи, побудова зображень з допомогою лінз. Оптичні прилади і їх застосування.

Практична частина. Лабораторні роботи «Спостереження інтерференції світла», «Спостереження дифракції світла», «Вивчення довжини світлової хвилі».

Розділ 3. Квантова фізика. Елементи теорії відносності (69 год)

3.1. Елементи теорії відносності (12 год)

Теоретична частина. Передумови виникнення спеціальної теорії відносності (СТВ). Основні положення СТВ. Принцип відносності А. Ейнштейна. Швидкість світла у вакуумі. Відносність одночасності подій. Закони СТВ як узагальнення законів механіки І. Ньютона, принцип відносності. Взаємозв'язок маси та енергії. Основні наслідки СТВ, їх експериментальне підтвердження.

Практична частина. Лабораторна робота «Спостереження поширення світла у вакуумі».

3.2. Світлові кванти. Фотоефект (24 год)

Теоретична частина. Світло як електромагнітна хвиля. Інтерференція світла. Дифракція світла. Роздільна здатність оптичних приладів. Дисперсія світла. Спектроскоп. Поляризація світла. Квантові властивості світла. Гіпотеза М. Планка. Світлові кванти. Тиск світла. Маса, енергія та імпульс фотона. Фотоефект і його застосування. Закони фотоефекту. Люмінесценція. Квантові генератори і їх застосування. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла. Абсолютно чорне тіло. Закони теплового випромінювання.

Практична частина. Лабораторна робота «Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини».

3.3. Атоми і атомне ядро (33 год)

Теоретична частина. Будова атома, історія вивчення. Ядерна модель атома. Постулати Бора. Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри. Рентгенівське випромінювання. Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Нуклони. Ізотопи.

Ядерні сили. Стійкість ядер. Ядерна енергетика. Енергія зв'язку атомного ядра. Ядерна енергія. Ланцюгова ядерна реакція. Ядерний реактор. Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Період напіврозпаду. Радіонукліди.

Дозиметрія і дози випромінювання. Захист від випромінювання. Елементарні частинки, їх характеристика і класифікація. Кварки. Космічне випромінювання.

Практична частина. Лабораторна робота «Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями».

Розділ 4. Основи науково-дослідницької діяльності (27 годин)

4.1. Розроблення основних напрямів дослідження (6 год)

Теоретична частина. Актуальні проблеми сучасної фізики. Алгоритм роботи з джерелами наукової інформації. Аналіз та критична оцінка відомої інформації за темою дослідження. Принципи академічної доброчесності. Тема, об'єкт, предмет, мета та завдання дослідження.

Практична частина. Визначення теми, об'єкта, предмета, мети та завдань дослідження. Пошук інформації за темою дослідження.

4.2. Теоретичні методи наукового пізнання (6 год)

Теоретична частина. Аналіз, синтез, індукція як методи наукового пізнання. Роль математичних методів при побудові теоретичних моделей фізичних явищ. Комп'ютерні навчальні програми для побудови моделі фізичних процесів.

Практична частина. Визначення методів дослідження відповідно до обраної теми. Використання комп'ютерних навчальних програм для побудови моделі фізичних процесів. Розв'язування задач.

4.3. Підготовка, оформлення та представлення науково-дослідницької роботи (6 год)

Теоретична частина. Аналіз та обробка теоретичного матеріалу і результатів спостережень, експериментів. Вимоги до оформлення дослідницької роботи. Правила оформлення цитувань та списку використаних джерел, коректне зазначення авторства використаних зображень. Основні принципи розроблення постера та мультимедійної презентації.

Практична частина. Оформлення дослідницької роботи. Підготовка презентації та розроблення постера за результатами дослідження.

4.4. Конкурси та екскурсії (9 год)

Практична частина. Екскурсія до фізичної лабораторії. Участь у конкурсах, круглих столах, інших тематичних заходах.

Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підсумкова науково-практична конференція вихованців гуртка. Відзначення найкращих гуртківців.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- правила поведінки в закладі освіти;
- основи безпеки життєдіяльності під час роботи за комп'ютером, проведення практичних робіт;
- особливості навчально-дослідницької діяльності у фізиці;
- поняття наукового дослідження;
- основні методи дослідження;
- основні методи пошуку наукової інформації, роботи з навчальною та науковою літературою;
- правила оформлення дослідницької роботи;
- поняття теорії, експерименту, фізичного явища, закону;
- поняття магнітної індукції, сили Ампера, сили Лоренца, електромагнітної індукції, індуктивності, енергії магнітного поля, змінного струму та електромагнітних коливань;
- поняття ефекту Доплера;
- принцип дії радіотелефонного, супутникового зв'язку, радіомовлення та телебачення;
- елементи теорії відносності;
- поняття про природу світла, закони заломлення і відбивання, корпускулярно-хвильовий дуалізм світла;
- поняття про світлові кванти, тиск світла і закони фотоефекту;
- будову атома та атомного ядра, постулати Бора;
- поняття про ядерні сили та ядерні реакції, стійкість ядер, ядерний реактор;
- рентгенівське випромінювання, радіоактивність.

Вихованці мають уміти:

- дотримуватися правил безпеки життєдіяльності під час проведення занять, практичних робіт та екскурсій, роботи за комп'ютером;
- розв'язувати задачі, застосовуючи вивчені фізичні закони;
- планувати наукове дослідження;
- обирати тему дослідження, визначати мету і завдання дослідження;
- застосовувати вивчені закони для проведення власних досліджень;

- використовувати для власного дослідження інформацію з різних наукових джерел;
- пояснювати й описувати фізичні явища, експерименти;
- готувати матеріали своїх науково-дослідницьких робіт до публікацій;
- представляти результати власних досліджень.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- здатність самостійно розв'язувати нестандартні задачі та комбіновані типові задачі (стандартним або оригінальним способом);
- використання знань з фізики для вирішення завдань, пов'язаних із реальними об'єктами природи та техніки;
- здатність до науково-дослідницької діяльності в галузі фізики;
- здатність обчислювати похибки вимірювання;
- надання наукового тлумачення різним явищам природи з використанням різних понять, явищ і законів фізики;
- проведення експериментів з дослідження фізичних явищ;
- опрацювання й узагальнення результатів експерименту.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Обладнання і прилади	К-сть, шт.
Комп'ютер	За кількістю вихованців
Мультимедійний проектор	1
Інтерактивна дошка	1
Принтер	1
Цифровий вимірювальний комплекс Einstein™ Фізика	1

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоус С. Ю. Дослідницькі ланцюжки, або методика динамічного моделювання : навч.-метод. посіб. Київ : Шкільний світ, 2004. 68 с.
2. Білоус С. Ю. Як розвинути в учня якості дослідника. Харків : Видавнича група «Основа», 2004. 157 с.
3. Гельгафт І. М. Фізика. 10 кл. Запитання, задачі, тести : навч. посіб. ; академ. і профіл. рівні. Харків : Гімназія, 2010. 224 с.

4. Кабардин О. Ф. Сборник экспериментальных заданий и практических работ по физике. Москва : АСТ Астрель, Транзиткнига, 2005. 240 с.
5. Меерович М. И. Формулы теории вероятности. Одесса : Полис, 1993. 232 с.
6. Старощук В. Цікаві демонстрації з фізики. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2002. Ч. 1. 104 с.
7. Старощук В. Цікаві демонстрації з фізики. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2003 Ч. 2. 88 с.
8. Контрольні завдання III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у 2018 році. Ч. 1. Київ, 2018. 164 с.

Є. В. Малиновський

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «АЕРОФІЗИКА І КОСМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ»

ВИЩИЙ РІВЕНЬ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Завдяки стрімкому розвитку технологій відбувається революція і в космічній галузі. З огляду на сучасні екологічні проблеми, пошук нових стратегій виживання людства, космічна й, зокрема, аерокосмічна галузь є сферою з найвищим інноваційним потенціалом. Приватні компанії стрімко долучаються до новітніх розробок. Вони створюють нові ракети та супутники і спрямовують свою діяльність на реалізацію концепції доступного космосу. Успіхи в ракетобудуванні завжди були і є сходиною на шляху людства до зірок.

Враховуючи інноваційний потенціал галузі, необхідним є формування в учнів інтересу до проблеми взаємозв'язку людини та навколишнього середовища, будови та розвитку Всесвіту, проблеми відповідальності людства та захисту ним навколишнього світу.

Навчальна програма спрямована на організацію освітнього процесу в гуртках системи Малої академії наук України та розрахована на учнів 8–11 класів (віком 13–17 років) закладів загальної середньої освіти.

Мета програми — формувати ключові компетентності, розвинути і закріпити пізнавальний інтерес до занять аерофізикою та космічними дослідженнями через вивчення основ аерофізики, астрономії та космічних технологій.

Для досягнення поставленої мети ставляться **завдання**, які формують такі компетентності:

пізнавальну: засвоєння учнями сучасної наукової картини світу на засадах знання основних положень, законів і методів природничих наук, оволодіння основними науковими поняттями, термінами в галузі аерофізики, космічних досліджень та астрономії; розуміння характеристик астрономічних небесних об'єктів; зростання обізнаності у сфері науково-дослідницької діяльності; здатність до самооцінки навчально-пізнавальної діяльності;

практичну: оволодіння навичками застосування методики розрахунку фізичних явищ в атмосфері Землі, знання принципів атмосферного та космічного польотів; здатність до стандартних рішень щодо прикладних астрофізичних завдань, аналізу та пояснення отриманих результатів, вміння розраховувати елементи орбіт для космічних

польотів; оволодіння навичками користування оптичними інструментами; знання загальних характеристик літальних апаратів; розвиток здатності до самоосвіти, саморозвитку, самоконтролю та до здобуття нових знань; набуття практичного досвіду науково-дослідницької діяльності;

творчу: набуття досвіду застосування творчих підходів у власній науково-дослідницькій діяльності, здатність до аналізу інформації щодо об'єктів пізнання, до рефлексії та генерації ідей;

соціальну: формування емоційно-ціннісного ставлення до себе і до інших людей; розуміння взаємної залежності та впливу суспільства і природи, власної відповідальності за стан довкілля; формування готовності працювати в команді, толерантно сприймаючи соціальні, етнічні, професійні та культурні відмінності.

Програма передбачає два роки навчання на вищому рівні:

- перший рік — вищий рівень — 324 год на рік, 9 год на тиждень;
- другий рік — вищий рівень — 324 год на рік, 9 год на тиждень.

Заняття охоплюють пояснення й осмислення явищ і законів астрономії, будови та функціонування космічної техніки. Спостережливість, ретельність, допитливість — якості, що виховуються такою кропіткою роботою, якою є астрономічні дослідження. Програма спрямована на розвиток творчого пошуку та вміння по-новому підходити до вирішення дослідницьких завдань. Виховна складова цього курсу спрямована на розкриття проблем взаємозв'язку людини, навколишнього середовища та космосу як гармонійного, єдиного, цілісного організму.

На практичних заняттях вихованці вчать спостерігати за явищами природи, оволодівають технікою орієнтування на незнайомій місцевості. Формуються навички роботи з телескопами. Для виконання лабораторних робіт вихованців бажано розподіляти на групи по 2–3 особи. Лабораторно-бригадний метод доцільно використовувати як засіб організації освітнього процесу, коли виконуються дослідницькі завдання.

Основною формою контролю знань вихованців є участь у конференціях, конкурсах, зокрема у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України.

Програма є орієнтовною. Керівник гуртка може вносити зміни й доповнення до порядку і змісту навчальних тем, самостійно планувати кількість годин, враховуючи базовий рівень знань учнів та їхні інтереси.

Вищий рівень, перший рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	3	—	3
2.	Предмет аерофізики та космічних досліджень	6	—	6
3.	Атмосфера Землі. Основні поняття та властивості	21	6	27
4.	Дослідження атмосфери Землі	27	3	30
5.	Апарати для польотів в атмосфері, легші за повітря	33	6	39
6.	Апарати для польотів в атмосфері, важчі за повітря	36	9	45
7.	Реактивний рух. Розвиток ракетної техніки	36	9	45
8.	Пілотовані та безпілотні літальні апарати	24	6	30
9.	Штучні супутники Землі	24	6	30
10.	Атмосфери планет Сонячної системи	33	6	39
11.	Основи науково-дослідницької роботи	9	18	27
12.	Підсумок	—	3	3
Разом		252	72	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Знайомство. Інструктаж з безпеки життєдіяльності. Правила поведінки в закладі освіти. Організаційні питання.

2. Предмет аерофізики та космічних досліджень (6 год)

Теоретична частина. Об'єкт і предмет аерофізики як науки. Вплив розвитку космічних технологій на життя сучасної людини.

3. Атмосфера Землі. Основні поняття та властивості (27 год)

Теоретична частина. Склад атмосфери Землі. Розподіл Максвелла — Больцмана. Зміна густини атмосфери з висотою. Хмари, їх типи та

особливості. Температурний розподіл в атмосфері Землі. Грозові розряди, їх виникнення та захист від їх наслідків. Роль атмосфери в захисті від космічного випромінювання.

Практична частина. Вивчення повітряних потоків. Вимірювання температури нижньої поверхні хмар за допомогою ІЧ-термометра.

4. Дослідження атмосфери Землі (30 год)

Теоретична частина. Вимірювання температури повітря. Денна та нічна температури повітря. Виникнення повітряних потоків. Горизонтальні і вертикальні повітряні потоки. Вологість повітря, її вплив на хмароутворення. Метеорологічні станції, їх види. Аеростатне дослідження атмосфери. Дослідження атмосфери з космосу. Прогнозування погоди.

Практична частина. Вимірювання вологості повітря.

5. Апарати для польотів в атмосфері, легші за повітря (39 год)

Теоретична частина. Загальний принцип польоту апаратів легших за повітря. Закон Архімеда для повітроплавання. Перші спроби повітроплавання. Повітряна куля братів Монгольф'є. Розвиток повітроплавання. Прив'язні аеростати. Використання прив'язних аеростатів. Дирижабль. Використання дирижаблів. Розрахунки підйомної сили та конструкції дирижабля. Сучасний стан розвитку повітроплавання.

Практична частина. Запуск моделі аеростата. Вимірювання підйомної сили аеростата та порівняння її з розрахунковими даними.

6. Апарати для польотів в атмосфері, важчі за повітря (45 год)

Теоретична частина. Історія розвитку уявлень про політ апаратів важчих за повітря. Наявні моделі літальних апаратів. Вибір двигуна для літального апарата. Флайер братів Райт. Перші польоти. Рекордні польоти та їх вплив на розвиток авіації. Цивільне та військове використання перших літаків. Аеродинаміка. Теорема Жуковського. Методика розрахунку підйомної сили крила. Флатер та боротьба з ним. Елементи пілотажу, штопор. Гвинтокрили, етапи розвитку. Використання гвинтокрилів. Реактивна авіація.

Практична частина. Розрахунок підйомної сили різних профілів крила. Запуск найпростішої моделі літака. Дослідження аеродинамічної якості крила.

7. Реактивний рух. Розвиток ракетної техніки (45 год)

Теоретична частина. Теорія реактивного руху. Рівняння Мещерського. Види реактивних двигунів. Прямоточні реактивні двигуни. Вибір палива для прямоточних двигунів. Історія розвитку ракетних двигунів. Перші

польоти в космос. Особистість С. П. Корольова та його внесок у розвиток космічних досліджень. Розвиток ракетобудування у світі. Україна — космічна країна. Турбореактивні двигуни. Використання турбореактивних двигунів у цивільній авіації. Використання турбореактивних двигунів у військовій авіації. Турбогвинтові двигуни. Використання турбогвинтових двигунів.

Практична частина. Вимірювання рушійної сили реактивного струменя. Запуск хімічної ракети. Запуск ракети з МРД.

8. Пілотовані та безпілотні літальні апарати (30 год)

Теоретична частина. Відмінність пілотованих та безпілотних літальних апаратів. Перші спроби безпілотних польотів. Види безпілотних літальних апаратів. Дослідницькі безпілотні апарати. Розвідувальні безпілотні літальні апарати. Ударні безпілотні апарати. Квадрокоптери та їх розвиток. Космічні польоти безпілотних літальних апаратів.

Практична частина. Дослідження польоту квадрокоптера. Керування безпілотними літальними апаратами.

9. Штучні супутники Землі (30 год)

Теоретична частина. Умови орбітального польоту. Високі і низькі орбіти. Геостаціонарні орбіти та їх використання. Види штучних супутників Землі. Значення штучних супутників Землі в господарстві. Орбітальні станції та їх використання. Можливість побудови орбітальних поселень. Утилізація відпрацьованих штучних супутників Землі.

Практична частина. Оптичні спостереження за штучними супутниками Землі. Фотографування геостаціонарних супутників.

10. Атмосфери планет Сонячної системи (39 год)

Теоретична частина. Огляд будови Сонячної системи. Гравітація планет Сонячної системи. Вплив гравітації на існування атмосфери. Залежність між гравітацією та вибором рушія літального апарата. Меркурій. Польоти над Меркурієм. Венера. Польоти в атмосфері Венери. Марс. Польоти в атмосфері Марса. Супутники Марса. Польоти над поверхнею супутників Марса. Газові гіганти. Польоти в атмосфері газових гігантів.

Практична частина. Спостереження Венери. Спостереження Марса.

11. Основи науково-дослідницької роботи (27 год)

Теоретична частина. Актуальні проблеми аерофізики і космічних досліджень. Етапи наукового дослідження (вибір теми, об'єкта та предмета наукового дослідження, критерії та доцільність такого вибору; визначення мети та завдань). Науково-дослідницька робота та її складові.

Загальна структура дослідницької роботи. Зміст структурних розділів роботи, основні положення, що в них відображаються. Основні вимоги до написання та оформлення дослідницької роботи.

Практична частина. Вибір теми науково-дослідницької роботи, визначення предмета, об'єкта, мети і завдань, методів дослідження. Збір та узагальнення інформації за обраною темою.

12. Підсумок (3 год)

Практична частина. Підбиття підсумків роботи за рік. Конкурс, вікторина. Відзначення переможців.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- принципи атмосферного та космічного польотів;
- загальні характеристики літальних апаратів;
- прийоми і правила безпечної роботи з інструментами;
- правила користування оптичними інструментами;
- поняття астрономічних величин;
- назви та практичне застосування приладів, що використовуються під час практичних робіт.

Вихованці мають уміти:

- організувати своє робоче місце;
- вимірювати температуру повітря, швидкість вітру, вологість повітря;
- тлумачити суть математичних моделей сферичної астрономії;
- користуватися астрономічними характеристиками небесних об'єктів;
- користуватися оптичними інструментами;
- розрізняти матеріали та інструменти, виокремлювати їх суттєві ознаки;
- планувати свій час і використовувати його з максимальною користю.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- володіння методологією природничо-наукового пізнання і науковим стилем мислення;
- здатність добирати методи та засоби дослідження природних явищ, адекватні поставленим завданням;
- здійснення самостійного пошуку наукової інформації з використанням різних видів джерел.

Вищий рівень, другий рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	2	1	3
2.	Астрономія як наука	9	3	12
3.	Сферична астрономія	51	9	60
4.	Блиск небесних об'єктів та їх зоряні величини	15	6	21
5.	Астрономічні інструменти	21	9	30
6.	Кінематика сонячної системи	39	6	45
7.	Планети, супутники планет та малі тіла Сонячної системи	24	6	30
8.	Загальні відомості про Сонце	33	9	42
9.	Світ зірок	24	6	30
10.	Галактика Молочний Шлях	12	9	21
11.	Основи науково-дослідницької роботи	18	9	27
12.	Підсумок	—	3	3
Разом		248	76	324

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (3 год)

Теоретична частина. Техніка безпеки. Правила поведінки в закладі освіти. Організаційні питання.

Практична частина. Знайомство. Дискусія «Актуальні проблеми сучасних космічних досліджень».

2. Астрономія як наука (12 год)

Теоретична частина. Астрономія як наука: предмет астрономії, історія становлення. Зв'язок астрономії з іншими науками. Коротка характеристика деяких галузей астрономії: астрофізики, астрометрії, небесної механіки, космогонії та космології. Методи астрономічних досліджень.

Практична частина. Ознайомлення з методами астрономічних досліджень. Пошук інформації щодо відомих учених у різних галузях астрономії.

3. Сферична астрономія (60 год)

Теоретична частина. Основні поняття та термінологія сферичної астрономії. Видимі положення і рух світил, сузір'я. Географічні координати.

Небесна сфера, головні лінії і точки на ній. Системи небесних координат. Горизонтальна система небесних координат. Екваторіальні системи небесних координат. Видимий рух світил та його пояснення, кульмінація світил. Рух Сонця по екліптиці. Час і його вимірювання, основні поняття та проблеми. Шкали вимірювання часу (астрономічні), всесвітній час (зоряний час, істинний сонячний час, середній сонячний час), земний динамічний час. Системи відліку часу: а) місцевий час; б) всесвітній час; в) поясний час; г) літній час. Служба часу, календар. Фактори, що впливають на координати світил. Астрономічна рефракція. Абераційне зміщення світил, види аберацій. Паралактичне зміщення світил. Річний та добовий паралакс. Прецесія та нутація. Кількісний опис астрономічних явищ. Приклади. Білі ночі. Зміна пір року. Теплові пояси Землі.

Практична частина. Спостереження Марса. Спостереження поверхні Місяця. Роботи з рухомою картою зоряного неба.

4. Блиск небесних об'єктів та їх зоряні величини (21 год)

Теоретична частина. Яскравість зорі як міра освітленості від неї. Зоряні величини. Видимі та абсолютні зоряні величини. Зв'язок видимої та абсолютної зоряної величини з відстанню до зорі. Світність зорі.

Практична частина. Спостереження метеорних потоків Тавриди. Спостереження метеорних потоків Леоніди.

5. Астрономічні інструменти (30 год)

Теоретична частина. Телескоп Галілея. Телескоп Кеплера. Телескоп Ньютона. Сучасні оптичні схеми телескопів. Кутове збільшення зображення, видимого в телескоп. Проникна сила телескопа. Хроматична та сферична аберації телескопів, способи їх усунення.

Практична частина. Конструювання елементарних дозорних труб. Спостереження метеороного потоку Гемініди. Спостереження планети Сатурн.

6. Кінематика сонячної системи (45 год)

Теоретична частина. Розвиток уявлень про будову світу, геоцентрична система Птолемея. Геліоцентрична система Коперника, конфігурації планет. Умови спостереження планет. Закони руху планет. Синодичні і сидеричні періоди обертання планет. Закони Кеплера, елементи планетних орбіт. Сучасні уявлення про будову Сонячної системи. Рух Місяця, видимий та дійсний рух Місяця. Фази Місяця та умови спостереження за ним. Періоди обертання Місяця, лібрації Місяця. Сонячні і місячні затемнення. Сонячні затемнення та його фази, умови виникнення сонячних затемнень. Місячні затемнення, його фази.

Практична частина. Спостереження метеороного потоку. Вивчення частини видимої поверхні Місяця.

7. Планети, супутники планет та малі тіла Сонячної системи (30 год)

Теоретична частина. Правило Тіціуса — Боде. Планети земної групи і планети-гіганти. Супутники планет. Астероїди. Комети. Метеори і метеорні потоки. Метеорити. Проблема існування життя на інших планетах.

Практична частина. Спостереження планети Юпітер. Спостереження метеорного потоку Ліриди.

8. Загальні відомості про Сонце (42 год)

Теоретична частина. Фізичні характеристики Сонця, осьове обертання Сонця. Магнітні поля на Сонці. Внутрішня будова Сонця, джерела енергії Сонця та інших зірок. Надра Сонця. Атмосфера Сонця, фотосфера, утворення у фотосфері. Модель фотосфери Сонця. Хромосфера, сонячна корона. Сонячна активність, міра активності Сонця, сонячні плями та їх магнітні поля. Джерела сонячної активності, вплив сонячної активності на геосферу та біосферу. Спостереження сонячної активності у шкільний телескоп, опрацювання отриманих даних. Зіставлення індексів сонячної активності з різноманітними індексами змін у геосфері.

Практична частина. Спостереження планети Сатурн. Спостереження метеорного потоку Квадрантиди. Спостереження поверхні Сонця, визначення числа Вольфа.

9. Світ зірок (30 год)

Теоретична частина. Подвійні зорі. Маса зорі. Основні характеристики зір, зв'язок між ними. Внутрішня будова зір, джерела енергії зір. Ядерні реакції в зорях. Змінні зорі. Нові та наднові зорі. Діаграма «колір — світність». Еволюція зір, її основні етапи. «Білі карлики», нейтронні зорі. Пульсари, чорні діри.

Практична частина. Спостереження за планетою Меркурій. Спостереження сузір'їв весняного неба.

10. Галактика Молочний Шлях (21 год)

Теоретична частина. Молочний Шлях, його структура та дійсні розміри. Обертання Галактики. Рух Сонця навколо центра Галактики. Сучасні дані про ядро Галактики.

Практична частина. Спостереження місячного затемнення. Спостереження метеорного потоку Ета Аквариди. Комета Галлея.

11. Основи науково-дослідницької роботи (27 год)

Теоретична частина. Актуальні проблеми та невирішені питання в галузі аерофізики і космічних досліджень. Науково-дослідницька робота та її складові. Етапи наукових досліджень (вибір теми, об'єкта та предмета наукового дослідження, критерії та доцільність такого вибору,

визначення мети та завдань). Оцінка актуальності обраної теми. Вибір методів дослідження. Організація роботи за обраною тематикою.

Структура дослідницької роботи. Зміст структурних розділів роботи, основні положення, що в них відображаються. Вимоги до написання та оформлення дослідницької роботи.

Пошук інформаційних джерел у бібліотечних фондах і в мережі Інтернет. Узагальнення та систематизація зібраної інформації. Принципи академічної доброчесності та їх дотримання в процесі оформлення дослідницької роботи. Представлення результатів дослідження: розроблення постера і підготовка мультимедійної презентації.

Практична частина. Вибір теми науково-дослідницької роботи, визначення предмета, об'єкта, мети і завдань, методів дослідження. Робота з науковими джерелами інформації. Проведення дослідження й оформлення дослідницької роботи. Розроблення постера і підготовка мультимедійної презентації.

12. Підсумок (3 год)

Практична частина. Підбиття підсумків за рік. Конкурс, вікторина. Відзначення переможців.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- принципи атмосферного та космічного польотів;
- методики розрахунку фізичних явищ в атмосфері Землі;
- загальні характеристики літальних апаратів;
- прийоми і правила безпечної роботи з оптичними інструментами;
- назви та практичне застосування приладів, що використовуються під час практичних робіт;
- сутність математичних моделей сферичної астрономії;
- визначення та застосування астрономічних величин;
- астрономічні характеристики небесних об'єктів.

Вихованці мають уміти:

- організувати своє робоче місце;
- вимірювати температуру повітря, швидкість вітру, вологість повітря;
- спостерігати за штучними супутниками Землі;
- розраховувати підйомну силу крила;
- тлумачити суть математичних моделей сферичної астрономії;
- розуміти поняття астрономічних величин;
- користуватися астрономічними характеристиками небесних об'єктів;
- користуватися оптичними інструментами;

- розрізняти матеріали та інструменти, виокремлювати їх суттєві ознаки;
- цінувати свій час та використовувати його з максимальною користю.

У вихованців мають бути сформовані такі компетентності:

- ухвалення рішень щодо вибору найоптимальніших альтернатив під час вирішення навчальних завдань у галузі аерофізики і космічних досліджень;
- оволодіння методологією природничо-наукового пізнання і науковим стилем мислення;
- ведення наукових дискусій за проблематикою предмета сучасною науковою мовою з використанням усталених астрономічних термінів та понять;
- здатність добирати методи і засоби дослідження природних явищ, адекватні поставленим завданням;
- здатність працювати з віртуальними телескопами, програмами — симуляторами зоряного неба й астрономічних явищ;
- здійснення самостійного пошуку наукової інформації з використанням різних видів джерел;
- здатність до науково-дослідницької діяльності в галузі аерофізики і космічних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Повитухин Б. Г. Астрометрия. Небесная механика : учеб. пособ. Бийск : НИЦ БигПИ, 1999. 90 с.
2. Попов С. Б., Прохоров М. Е. Астрофизика одиночных нейтронных звёзд: радиотихие нейтронные звезды и магнитары. Москва : ГАИШ МГУ, 2002. 49 с.
3. Пришляк М. П. Астрономія : підручник для 11 класу. Харків : Ранок, 2005. 144 с.
4. Александров Ю. В., Грецький А. М., Пришляк М. П. Астрономія : книга для вчителя. Харків : Ранок, 2005. 256 с.
5. Мислінчук В. О., Тишук В. І. Фізика зір. Комплексне довгострокове завдання з астрономії. Рівне : РВВ РДГУ, 2009. 140 с.
6. Організація учнівського дослідження в Малій академії наук (на прикладі секції астрономії) : навч.-метод. посіб. ; відп. за вип. О. А. Андреев. Рівне : Обласний комунальний позашкільний навчальний заклад «Рівненська Мала академія наук учнівської молоді», 2009. 57 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Азаренкова Альона Іванівна	керівниця гуртка Комунального закладу Сумської обласної ради — обласного центру позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю, заслужена вчителька України
Андреев Олександр Анатолійович	директор Обласного комунального позашкільного навчального закладу «Рівненська Мала академія наук учнівської молоді» Рівненської обласної ради, заслужений працівник освіти України
Віднічук Микола Антонівч	директор Інституту післядипломної освіти Рівненського державного гуманітарного університету, керівник гуртка Обласного комунального позашкільного навчального закладу «Рівненська Мала академія наук учнівської молоді» Рівненської обласної ради, кандидат педагогічних наук, заслужений працівник освіти України
Лимар Валентин Іванович	керівник гуртка «Фізика» Комунального закладу «Харківська обласна Мала академія наук Харківської обласної ради», старший викладач кафедри фізичної оптики фізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
Литвиненко Неля Михайлівна	методистка відділу дослідницько-експериментальної діяльності Комунального закладу «Харківська обласна Мала академія наук Харківської обласної ради»
Малиновський Євгеній Вікторович	завідувач природничо-математичного відділу Обласного комунального позашкільного навчального закладу «Рівненська Мала академія наук учнівської молоді» Рівненської обласної ради
Тимощук Алла Іванівна	методистка Обласного комунального позашкільного навчального закладу «Рівненська Мала академія наук учнівської молоді» Рівненської обласної ради

Навчальне видання

НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дослідницько-експериментальний напрям

**Математика.
Фізика і астрономія**

Відповідальна за випуск *Т. В. Пещеріна*

Редагування *І. В. Братащук*
Верстання *Л. В. Северенчук*
Дизайн обкладинки *К. Ю. Мацюта*

Формат 60×84/16. Папір офс. 80 г/м².
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 4,3.
Наклад 300 прим.

Видавництво: Національний центр «Мала академія наук України»
Кловський узвіз, буд. 8, м. Київ, 01021

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 6999 від 04.12.2019

