НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дослідницько-експериментальний напрям



ХІМІЯ ТА БІОЛОГІЯ

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

НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дослідницько-експериментальний напрям

Хімія та біологія

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2026

УДК 37.01
Н15

Авторський колектив:

А. В. Видрик, канд. с.-г. наук, *Н. О. Войтович*,
І. М. Курбатова, д. біол. наук, проф., *А. В. Лихач*, д. с.-г. наук, проф.,
О. В. Слісенко, канд. хім. наук, доц., старш. дослід.,
І. І. Токменко, канд. хім. наук, доц.,
О. Л. Толстов, канд. хім. наук, старш. наук. співроб.,
Л. В. Чепіль, канд. с.-г. наук, доц.

Загальна редакція:

Т. П. Заїка, канд. філос. наук, старш. дослід.,
О. М. Косьмій, канд. політ. наук, доц.

Рецензент:

Л. П. Лисогор — начальник відділу змісту корекційно-розвиткової та інклюзивної роботи державної установи «Український інститут розвитку освіти», канд. біол. наук, доц.

Рекомендовано для використання в освітньому процесі рішенням науково-методичної ради Національного центру «Мала академія наук України» (протокол № 4 від 09.09.2026)

Н15 **Навчальні** програми з позашкільної освіти. Дослідницько-експериментальний напрям. Хімія та біологія / А. В. Видрик, Н. О. Войтович, І. М. Курбатова та ін.; за заг. ред. Т. П. Заїки, О. М. Косьмій; відп. за вип. А. І. Грітчина. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2026. — 156 с.

ISBN 978-617-8586-24-9

У збірник увійшли навчальні програми, призначені для організації освітнього процесу в закладах позашкільної освіти дослідницько-експериментального напряму. Представлені програми відображають сучасні підходи до змістового й методичного забезпечення позашкільної освіти.

Видання буде корисним для педагогічних працівників закладів позашкільної, загальної середньої, професійної (професійно-технічної) освіти, працівників системи післядипломної педагогічної освіти, а також усіх фахівців, чия діяльність пов'язана з організацією науково-дослідницької роботи та розвитком дослідницької компетентності учнівської молоді.

УДК 37.01

© Видрик А. В., Войтович Н. О.,
Курбатова І. М. та ін., 2026
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2026

ISBN 978-617-8586-24-9

ЗМІСТ

Вступ 4

Навчальна програма «Загальна та неорганічна хімія»
Основний і вищий рівні
І. І. Токменко 6

Навчальна програма «Органічна хімія та біохімія»
Основний рівень
О. Л. Толстов, О. В. Слісенко 53

Навчальна програма «Органічна хімія та біохімія»
Вищий рівень
О. Л. Толстов, О. В. Слісенко 72

Навчальна програма «Ботаніка»
Основний і вищий рівні
Н. О. Войтович 108

Навчальна програма «Зоологія»
Основний і вищий рівні
І. М. Курбатова, А. В. Лихач, Л. В. Чепіль, А. В. Видрик 135

Відомості про авторів 152

ВСТУП

Хімія та біологія належать до фундаментальних природничих наук, знання яких допомагають людині пізнавати закономірності функціонування живої та неживої природи, розуміти взаємозв'язки між природними процесами й усвідомлювати їх вплив на розвиток суспільства. Наукові досягнення у цих галузях визначають розвиток медицини й фармації, біотехнологій, сільського господарства, харчової промисловості та інших сфер, безпосередньо пов'язаних із безпекою, здоров'ям та якістю життя. В умовах сучасних екологічних викликів та стрімкого технологічного прогресу хімічна й біологічна освіта є надійною основою для розуміння принципів сталого розвитку та збереження довкілля.

Вивчення хімії та біології в системі позашкільної освіти відкриває широкі можливості для поглиблення знань з природничих наук. Якісне навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, побудоване з урахуванням сучасних підходів до його організації, вікових і пізнавальних потреб вихованців, можливостей дослідницької й практичної діяльності, дає змогу побачити хімію та біологію не лише як сукупність наукових понять, а й як інструменти пізнання світу і розв'язання реальних проблем.

Запропонований збірник навчальних програм покликаний підтримати керівників гуртків в організації змістовної та практико-орієнтованої діяльності, забезпечити варіативність її змісту відповідно до інтересів і потреб вихованців.

Важливою перевагою цього видання є можливість використовувати навчальні програми як основу для побудови різноманітних видів освітньої діяльності — від систематичного опрацювання основних понять до виконання лабораторних і практичних робіт, проведення спостережень та експериментів, реалізації індивідуальних і групових STEM-проєктів, а також інших видів пізнавальної діяльності. Такий підхід створює умови для поступового переходу від засвоєння навчального

матеріалу до самостійного застосування знань, формування дослідницького досвіду та усвідомлення особистої причетності до збереження природного середовища.

Сподіваємося, що запропоновані програми сприятимуть формуванню покоління допитливих, відповідальних і компетентних молодих людей, здатних досліджувати світ, критично осмислювати наукову інформацію та застосовувати здобуті знання для розв'язання актуальних проблем людини, суспільства і довкілля.

Анна Грітчина,
заступник директора
з методичної роботи НЦ «МАНУ»,
кандидат педагогічних наук

І. І. Токменко

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ»

ОСНОВНИЙ І ВИЩИЙ РІВНІ

«Схвалено для використання в освітньому процесі»
Рішення експертної комісії з позашкільної освіти від 31.08.2026 (протокол № 5)

Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам державної установи «Український інститут розвитку освіти» за № ПЗ-0025-26

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Розроблення навчальної програми «Загальна та неорганічна хімія» зумовлено необхідністю підвищення якості освітнього процесу в межах роботи гуртка (секції) дослідницько-експериментального напряму. Основним її призначенням є створення умов для залучення вихованців / вихованок до науково-дослідницької діяльності, формування в них інтересу до хімії як науки та навичок самостійного проведення експериментів, аналізу результатів і формулювання наукових висновків. Програма спрямована на поглиблене вивчення теоретичних основ загальної та неорганічної хімії, розвиток логічного мислення, вміння критично аналізувати й застосовувати знання на практиці в межах дослідницької роботи. Вивчення загальної та неорганічної хімії є важливим з кількох причин, що стосуються як формування наукового світогляду, так і практичного застосування набутих знань. Розуміння хімічних процесів є необхідним для вивчення біохімії, фармацевтики, агрохімії та інших дисциплін, а також дає змогу розробляти методи утилізації відходів, створювати екологічно чисті технології й усвідомити вплив людської діяльності на навколишнє середовище.

Навчальна програма «Загальна та неорганічна хімія» укладена з урахуванням законів «Про освіту», «Про позашкільну освіту», Положення про позашкільний навчальний заклад, Типових навчальних планів для організації навчально-виховного процесу в позашкільних навчальних закладах системи Міністерства освіти і науки України, Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, державних стандартів загальної середньої освіти, Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Програма ґрунтується на інноваційних методах навчання (контекстному, імітаційному, проблемному тощо), технологіях (групових, мульти-

медійних, мережевих, інтерактивних), індивідуалізації процесу навчання та міжпредметних зв'язках.

Метою програми є формування у вихованців / вихованок предметних і ключових компетентностей у галузі загальної та неорганічної хімії під час освітньої діяльності за дослідницько-експериментальним напрямом.

Основні **завдання** полягають у формуванні таких компетентностей:

пізнавальної: формувати науковий світогляд; розширювати та поглиблювати знання із загальної та неорганічної хімії для розуміння природних процесів і явищ, знання про сутність та етапи наукового методу пізнання; розвивати навички планування, здійснення, аналізування й оцінювання пізнавальної діяльності на основі інтеграції знань;

практичної: набувати вмінь аналізувати й оцінювати складні проблеми; розвивати навички формулювання гіпотез, планування, організації досліджень, проведення експериментів й інтерпретування отриманих результатів, опрацювання наукової інформації, застосування набутих знань для розв'язання завдань науково-дослідницької роботи;

творчої: посилювати мотивацію до творчої активності в процесі розв'язання освітніх і дослідницьких завдань; розвивати здатність до логічного й аналітичного мислення, генерування ідей, бачення суперечностей для реалізації творчого потенціалу;

соціальної: формувати інтерес до вивчення загальної та неорганічної хімії й пов'язаної з нею професійної діяльності, навички результативної комунікації у процесі освітньої, творчої, науково-дослідницької діяльності; сприяти усвідомленню соціальної значущості природничих наук як основи для розв'язання сучасних глобальних проблем; виховувати толерантність, взаємоповагу і готовність до співпраці під час виконання навчальних завдань.

Програма інтегрована з такими дисциплінами, як фізика, біологія, математика, інформатика, екологія, медицина, і відповідає сучасним стандартам організації освітнього процесу в закладах позашкільної освіти.

Навчальна програма призначена для роботи з вихованцями / вихованками віком 12–18 років і передбачає три роки навчання:

1-й рік навчання — основний рівень — 216 год на рік (6 год на тиждень);

2-й рік навчання — вищий рівень — 324 год на рік (9 год на тиждень);

3-й рік навчання — вищий рівень — 324 год на рік (9 год на тиждень).

На першому році навчання увага приділяється розгляду основних понять і законів хімії, розвитку вчення про будову атома, докладному вивченню періодичної системи та розумінню закономірностей, закладених у ній, поглибленню знань про хімічний зв'язок і типи хімічних реакцій, дослідженню властивостей основних класів неорганічних сполук і генетичних зв'язків між ними.

На другому році навчання передбачається розширення знань про розчини та дисперсні системи, ознайомлення з основами хімічної термодинаміки та кінетики, ґрунтовне вивчення хімії елементів-неметалів і їх сполук, а також докладний розгляд питань, пов'язаних з наукою й науковою діяльністю, проведенням наукового дослідження та написанням дослідницької роботи.

На третьому році навчання зміст програми спрямовано на вивчення хімічних властивостей металів і їх сполук, можливостей застосування знань із загальної та неорганічної хімії для розв'язання прикладних проблем, зокрема якості води, впливу забруднення довкілля на організм людини, створення нових функціональних матеріалів, а також поглиблення знань, пов'язаних з особливістю організації проведення наукового дослідження, написання дослідницької роботи, підготовки презентації.

Освітній процес за програмою організовується на основі компетентнісного, діяльнісного, особистісно орієнтованого, недискримінаційного підходів та із застосуванням різноманітних форм і методів навчання, інтеграції інтелектуальної та практичної діяльності, реалізації міжпредметних зв'язків, що сприятиме розвитку ключових умінь і навичок вихованців / вихованок, усвідомленню необхідності застосування знань з фізики, біології, екології тощо, розширенню кругозору.

Для опрацювання навчального матеріалу можна використовувати різні підходи, зокрема пояснення із застосуванням методів, які спонукають до пошуку відповідей на проблемні питання, аналізу інформації тощо.

Навчальною програмою передбачено теоретичні й практичні заняття, що взаємозв'язані й логічно доповнюють одне одного у процесі навчання. Під час проведення лекцій, тренінгів, конференцій, семінарів, практичних та експериментальних робіт, індивідуальних занять може застосовуватися широкий спектр традиційних засобів навчання: навчальна й наукова література, методичні посібники, візуальні матеріали для представлення інформації (фото, відео, рисунки, графіки, схеми, таблиці), які допоможуть опанувати навчальний матеріал. Застосування сучасних технологій (комп'ютерів, мультимедіа) активізує інтерактивне навчання та підвищить ефективність освітнього процесу. На практичних заняттях заплановано використання спеціальних приладів й устаткування, необхідних для лабораторних досліджень та експериментів, що сприятиме формуванню навичок виконання дослідницьких завдань із загальної та неорганічної хімії.

Програма може бути реалізована в очному, дистанційному або змішаному форматі. За необхідності заняття можуть проводитися

за допомогою платформ для дистанційного зв'язку («Zoom», «Google Meet», «Skype», «Google Classroom» тощо) та з використанням комп'ютерних програм, застосунків для виконання інтерактивних вправ і завдань («Kahoot!», «Mentimeter», «Wizer.me», «Wordwall» та інші).

Визначення рівня знань вихованців / вихованок відбувається за результатами участі у конференціях, конкурсах, Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України. Під час підготовки до заходів з вихованцями / вихованками проводяться консультації з окремих питань науково-дослідницької діяльності.

Програму можна використовувати для організації індивідуальної роботи відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 № 1123).

Основний рівень, перший рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	1	2
Розділ 1. Основи хімії та науково-дослідницької діяльності	**19**	**23**	**42**
1.1. Становлення хімії як науки	3	3	6
1.2. Основні хімічні поняття і закони	8	16	24
1.3. Основи науково-дослідницької діяльності	8	4	12
Розділ 2. Будова атома і хімічний зв'язок	**18**	**24**	**42**
2.1. Будова атома і його електронних оболонок	6	12	18
2.2. Періодична система хімічних елементів	6	6	12
2.3. Хімічний зв'язок і будова молекул	6	6	12
Розділ 3. Основні класи неорганічних сполук	**26**	**52**	**78**
3.1. Оксиди: класифікація, номенклатура, одержання, властивості	8	10	18

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
3.2. Основи (гідроксиди металічних елементів): класифікація, номенклатура, одержання, властивості	3	9	12
3.3. Кислоти: класифікація, номенклатура, одержання, властивості	6	12	18
3.4. Солі: класифікація, номенклатура, одержання, властивості	6	12	18
3.5. Генетичні зв'язки між класами неорганічних речовин	3	9	12
Розділ 4. Хімічні реакції	**15**	**35**	**50**
4.1. Класифікація хімічних реакцій	6	12	18
4.2. Окисно-відновні реакції	3	11	14
4.3. Реакції комплексоутворення	6	12	18
Підсумок	—	2	2
Разом	**79**	**137**	**216**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (2 год)

Теоретична частина. Організаційні питання роботи гуртка. Техніка безпеки. Вимоги до поведінки в закладі позашкільної освіти. Науково-дослідницька діяльність вихованців / вихованок — членів МАН України.

Практична частина. Ознайомлення з інструментами офлайн- та онлайн-навчання (платформи, застосунки) в межах роботи гуртка.

Обговорення важливості вивчення загальної та неорганічної хімії для формування освіченої особистості. Визначення рівня підготовки вихованців / вихованок із загальної та неорганічної хімії.

Розділ 1. Основи хімії та науково-дослідницької діяльності (42 год)

1.1. Становлення хімії як науки (6 год)

Теоретична частина. Донауковий період розвитку хімії: стародавні єгипетські, грецькі, китайські, індійські та месопотамські вчення. Алхімічний період: Александрія, арабська алхімія, алхімія в Західній Європі. Виникнення та розвиток ятрохімії. Технічна хімія в XVI–XVII ст. Науковий

період розвитку хімії та диференціація хімічних наук. Предмет і завдання сучасної хімії. Хімія в Україні.

Практична частина. Круглий стіл «Як хімія стала наукою. Видатні українські вчені-хіміки».

1.2. Основні хімічні поняття і закони (24 год)

Теоретична частина. Основні поняття хімічної науки: хімічний елемент, атом, молекула, відносна атомна і молекулярна маса, моль як одиниця кількості речовини, молярна маса, молярний об'єм, прості та складні речовини, еквівалент, еквівалентна маса елементів, простих і складних речовин. Основні закони: збереження маси, сталості складу (і його сучасне трактування), Авогадро. Молярний об'єм газу. Зв'язок між густиною газу і його молекулярною масою. Приведення газів до нормальних умов, рівняння Клапейрона — Менделєєва.

Практична частина. Лабораторна робота «Визначення молярної маси вуглекислого газу». Виконання вправ на розрахунок молярної маси та кількості речовин. Розв'язання типових задач на перевірку знань основних законів хімії.

1.3. Основи науково-дослідницької діяльності (12 год)

Теоретична частина. Поняття «наука», її роль і значення у сучасному суспільстві. Наукове дослідження як форма існування та розвитку науки. Види науково-дослідницьких робіт. Ознаки наукового дослідження: творчий характер, самостійність, наступність знань, новизна й унікальність, зв'язок з іншими науками, органічний зв'язок теорії і практики. Нормативно-правова база наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності в Україні. Мала академія наук України. Науково-дослідницька діяльність вихованців / вихованок — членів МАН України. Академічна доброчесність, її принципи. Види порушень академічної доброчесності. Вимоги до оформлення посилань і цитувань у наукових текстах.

Практична частина. Проведення гри «Методи емпіричних і теоретичних досліджень». Круглий стіл «Особливості науково-дослідницької роботи в Україні». Розгляд кейсів щодо недотримання академічної доброчесності. Написання тез «Засади академічної доброчесності».

Розділ 2. Будова атома і хімічний зв'язок (42 год)

2.1. Будова атома і його електронних оболонок (18 год)

Теоретична частина. Основні етапи й діалектика розвитку вчення про будову атома. Складові частини атома — ядро (протони, нейтрони), електрони, їх заряд, маса. Квантовий характер випромінювання та поглинання енергії. Хвильові властивості мікрочастинок і принцип невизначеності

Гейзенберга. Характер руху електронів в атомі. Електронні енергетичні рівні атома. Головне квантове число. Форма *s*-, *p*- і *d*-орбіталей атома. Орбітальне, магнітне і спінове квантові числа: їх фізичний зміст. Принципи та правила, що визначають послідовність заповнення атомних орбіталей електронами: принцип найменшої енергії, принцип Паулі, правило Гунда, правила Клечковського, правило симетрії. Електронні й електронно-графічні формули атомів елементів та їх йонів. Історія відкриття радіоактивності. Види радіоактивного випромінювання. Природна і штучна радіоактивність.

Практична частина. Виконання типових завдань із побудови електронних та електронно-графічних формул атомів і йонів, опису стану електрона в атомі за допомогою чотирьох квантових чисел. Лабораторна робота «Вплив електронної будови атомів та йонів на хімічні властивості елементів». Проведення мініконференції «Радіоактивне випромінювання та його вплив на людину».

2.2. Періодична система хімічних елементів (12 год)

Теоретична частина. Фізичний зміст порядкового номера елемента. Періодичний закон і його пояснення на основі сучасної теорії будови атома. Структура періодичної системи: періоди, групи та підгрупи. Особливості електронної будови атомів елементів головних і побічних підгруп. *s*-, *p*-, *d*-, *f*-елементи. Електронні аналоги. Варіанти періодичної системи. Періодичний характер зміни властивостей елементів: радіус, енергія йонізації, енергія спорідненості до електрона, відносна електронегативність. Вплив будови зовнішніх електронних оболонок на хімічні властивості елементів. Зміна властивостей елементів у періодичній системі: вертикальна і горизонтальна періодичність, діагональна схожість. Вторинна періодичність.

Практична частина. Виконання завдань на засвоєння періодичного закону та періодичної системи. Хімічна вікторина «Найкращий знавець періодичної системи». Проведення гри «Морський бій» у періодичній системі. Лабораторна робота «Дослідження зміни металічних властивостей елементів зі збільшенням їхнього порядкового номера в групі».

2.3. Хімічний зв'язок і будова молекул (12 год)

Теоретична частина. Механізм утворення хімічного зв'язку між атомами. Типи хімічного зв'язку. Фізико-хімічні властивості сполук з ковалентним, йонним і металічним зв'язком. Кількісні характеристики хімічного зв'язку: довжина, енергія зв'язку, валентні кути. Насиченість, спрямованість і полярність ковалентного зв'язку. Сигма-, пі-, дельта-зв'язки. Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку.

Гібридизація атомних орбіталей (*sp*-, sp^2- та sp^3-гібридизація). Просторова будова молекул. Полярні й неполярні молекули. Йонний зв'язок та його властивості. Будова і властивості сполук з йонним типом зв'язку. Металічний зв'язок. Типи кристалічних ґраток (йонна, металічна, атомна і молекулярна). Міжмолекулярні взаємодії (орієнтаційні, індукційні, дисперсні). Водневий зв'язок і його біологічна роль.

Практична частина. Виконання завдань з теми «Хімічний зв'язок», підготовка проєкту «Створення моделей кристалічних ґраток і сполук з різним типом гібридизації». Розв'язання кросворда «Типи хімічного зв'язку».

Розділ 3. Основні класи неорганічних сполук (78 год)

3.1. Оксиди: класифікація, номенклатура, одержання, властивості (18 год)

Теоретична частина. Оксиди: загальна характеристика, класифікація (прості, подвійні, полімерні), номенклатура. Методи одержання: пряме окиснення простих речовин в атмосфері кисню, окиснення чи горіння бінарних гідрогеновмісних сполук, обпалювання сульфуровмісних бінарних сполук, термічне розкладання оксигеновмісних речовин тощо. Хімічні властивості основних, кислотних і амфотерних оксидів: взаємодія з водою, реакції з кислотами й лугами, реакції між оксидами.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання кислотних оксидів», «Одержання основних оксидів», «Одержання амфотерних оксидів», «Хімічні властивості оксидів». Виконання вправ зі складання рівнянь хімічних реакцій, що характеризують основні хімічні властивості різних груп оксидів (кислотні, основні, амфотерні). Проведення гри «Цікавинки про оксиди».

3.2. Основи (гідроксиди металічних елементів): класифікація, номенклатура, одержання, властивості (12 год)

Теоретична частина. Основи: загальна характеристика, класифікація (за здатністю розчинятися у воді, ступенем дисоціації, кислотністю), номенклатура. Фізичні властивості основ. Методи одержання: взаємодія солей з лугами й активних металів з водою, гідроліз бінарних сполук, електроліз водних розчинів солей активних металів тощо. Хімічні властивості основ: взаємодія з кислотними оксидами, кислотами, амфотерними оксидами, гідроксидами, розчинами солей, амфотерними металами, деякими неметалами (тільки луги); вплив нагрівання тощо. Дія основ на індикатори. Найважливіші основи — гідроксиди натрію і кальцію, їх використання.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання основних гідроксидів, вивчення їх хімічних властивостей», «Одержання амфотерних гідроксидів, вивчення їх хімічних властивостей». Виконання вправ зі складання рівнянь хімічних реакцій, що характеризують хімічні властивості основних та амфотерних гідроксидів. Робота в групах: підготовка доповідей на тему «Застосування основ у побуті», виступи, обговорення.

3.3. Кислоти: класифікація, номенклатура, одержання, властивості (18 год)

Теоретична частина. Кислоти: загальна характеристика, класифікація (за складом кислотного залишку, основністю, окиснювальною здатністю, можливістю дисоціювати у водному розчині), номенклатура. Графічні формули найбільш вживаних кислот. Фізичні властивості кислот. Методи одержання: гідратація кислотних оксидів; реакція обміну солі з іншою кислотою; взаємодія неметалів з воднем (з утворенням гідрогеновмісних сполук та подальшим їх розчиненням у воді); активних неметалів з водою. Хімічні властивості кислот: стійкість до нагрівання; взаємодія з металами, оксидами, основами, солями, бінарними сполуками тощо. Дія кислот на індикатори. Застосування кислот у побуті та промисловості.

Практична частина. Лабораторна робота «Одержання кислот, вивчення їх хімічних властивостей». Виконання вправ зі складання рівнянь хімічних реакцій, що характеризують основні хімічні властивості кислот. Круглий стіл «Кислотні дощі та їх вплив на довкілля».

3.4. Солі: класифікація, номенклатура, одержання, властивості (18 год)

Теоретична частина. Солі: загальна характеристика, класифікація (за складом кислотного залишку, основністю, окиснювальною здатністю, можливістю дисоціювати у водному розчині), номенклатура. Методи одержання: реакція нейтралізації; взаємодія кислот з основними й амфотерними оксидами, кислот з солями, двох різних солей, лугів з кислотними й амфотерними оксидами, лугів з солями, кислотних і основних оксидів між собою, металів з неметалами, металів з кислотами, металів з солями, лугів з простими речовинами тощо. Хімічні властивості солей: взаємодія з металами; реакції з кислотами, лугами, солями; вплив нагрівання; відновні та окисні властивості деяких солей. Застосування солей у побуті та промисловості.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Хімічні властивості середніх солей, методи одержання», «Хімічні властивості кислих солей, методи одержання», «Хімічні властивості основних солей, методи одержання». Виконання вправ зі складання рівнянь хімічних реакцій, що виявляють

хімічні властивості солей і характеризують основні методи їх одержання. Підготовка доповідей на тему «Застосування солей в побуті та промисловості», виступи, обговорення.

3.5. Генетичні зв'язки між класами неорганічних речовин (12 год)

Теоретична частина. Взаємозв'язок між металами, їх оксидами, гідроксидами та солями. Взаємоперетворення неметалів, кислотних оксидів, кислот і солей. Застосування знань про генетичні зв'язки в хімічній промисловості. Роль взаємозв'язків у природних процесах (наприклад, колообіг речовин у природі).

Практична частина. Лабораторна робота «Генетичні зв'язки між неорганічними речовинами». Виконання вправ зі складання рівнянь хімічних реакцій за схемами перетворень, що пов'язують основні класи неорганічних сполук. Підготовка творчого проєкту: розроблення схеми «Генетичні ряди й зв'язки між ними» з прикладами зв'язків між різними класами неорганічних сполук.

Розділ 4. Хімічні реакції (50 год)

4.1. Класифікація хімічних реакцій (18 год)

Теоретична частина. Класифікація хімічних реакцій за: зміною кількості вихідних і кінцевих продуктів (сполучення, розкладу, заміщення, обміну), тепловим ефектом реакції (екзотермічні, ендотермічні); ознакою оборотності (оборотні, необоротні), зміною ступенів окиснення атомів елементів (без зміни, окисно-відновні). Ознаки хімічних реакцій, умови виникнення та перебігу.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Взаємодія металів з кислотами», «Розкладання солей», «Взаємодія металів з солями», «Взаємодія хлоридів Кобальту(II), Нікелю(II) та Купруму(II) із натрій гідроксидом». Проведення командного змагання «Який це тип хімічної реакції?», виконання вправ на перевірку засвоєння теми.

4.2. Окисно-відновні реакції (14 год)

Теоретична частина. Ступінь окиснення атомів елементів у сполуках і правила його розрахунку. Окисно-відновні властивості елементів і їх сполук залежно від розташування в періодичній системі. Зміна ступеня окиснення в окисно-відновних реакціях. Спряжені окисно-відновні пари. Окисно-відновна двоїстість. Найважливіші окисники та відновники. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій. Метод електронного балансу. Вплив середовища на характер перебігу реакцій. Кількісна характеристика сили окисника і відновника.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Вплив середовища на окисну здатність калій перманганату», «Окисні властивості калій дихромату», «Ціанотипія — попередник сучасної фотографії». Виконання вправ зі складання рівнянь окисно-відновних реакцій, урівнювання їх методом електронного балансу.

4.3. Реакції комплексоутворення (18 год)

Теоретична частина. Координаційна теорія А. Вернера і сучасні уявлення про будову комплексних сполук. Поняття «комплексоутворювач» (центральний йон). Природа комплексоутворювача, його координаційне число, гібридизація орбіталей. Поняття «ліганд». Координаційна місткість (дентатність) лігандів. Внутрішня та зовнішня сфери комплексів. Геометрія комплексного йона. Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Класифікація комплексних сполук за: зарядом внутрішньої сфери, природою лігандів. Внутрішньокомплексні сполуки. Поліядерні комплекси. Взаємозв'язок між лабільністю комплексів та електронною будовою йонів-комплексоутворювачів. Застосування координаційних сполук у сучасних технологіях.

Практична частина. Лабораторна робота «Синтез та ідентифікація комплексу перехідного металу молекулярного типу». Круглий стіл «Комплексні сполуки в моєму організмі та навколо мене».

Підсумок (2 год)

Практична частина. Дискусія на тему «Перші наукові досягнення: від власної ідеї до спільного відкриття».

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна:* використання основних понять; формування знань про хімічні закони, будову атома, періодичну систему, хімічний зв'язок, типи хімічних реакцій, основні класи неорганічних сполук, їх взаємозв'язки для розв'язування пізнавальних завдань;
- *практична:* дослідження хімічних властивостей основних класів неорганічних сполук; фіксування результатів, їх опис за допомогою рівнянь хімічних реакцій; вивчення впливу середовища на перебіг окисно-відновних реакцій; застосування навичок побудови моделей кристалічних ґраток і молекул за допомогою спеціальних конструкторів;
- *творча:* розвиток уміння застосовувати творчий підхід під час встановлення зв'язків між хімічними явищами, властивостями й процесами, генерувати оригінальні ідеї, припущення і способи розв'язання хімічних завдань;

- *соціальна:* комунікування, яке забезпечує успішну взаємодію для досягнення мети освітньої, творчої, науково-дослідницької діяльності під час виконання практичних завдань, лабораторних досліджень.

Вищий рівень, другий рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Основи фізичної хімії	**22**	**44**	**66**
1.1. Вчення про розчини та способи вираження концентрації розчинів	3	6	9
1.2. Електролітична дисоціація, водневий показник і гідроліз	3	6	9
1.3. Буферні системи й колігативні властивості розчинів	3	6	9
1.4. Основні поняття з хімічної термодинаміки	3	6	9
1.5. Кінетичні закономірності перебігу хімічних реакцій. Каталіз	3	6	9
1.6. Хімічна рівновага. Рівновага в розчинах малорозчинних електролітів	2	4	6
1.7. Кристалічні й аморфні осади. Гравіметричний аналіз	2	7	9
1.8. Основи електрохімії	3	3	6
Розділ 2. Дисперсні системи	**8**	**13**	**21**
2.1. Класифікація, методи одержання та очищення дисперсних систем	3	3	6
2.2. Властивості дисперсних систем	3	6	9
2.3. Окремі представники дисперсних систем	2	4	6
Розділ 3. Нанохімія та наноматеріали	**3**	**6**	**9**
Розділ 4. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу речовин	**39**	**75**	**114**
4.1. Титриметричний аналіз	13	32	45
4.1.1. Загальна характеристика і класифікація методів	2	4	6

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
4.1.2. Протолітометрія (кислотно-основне титрування)	3	9	12
4.1.3. Редоксиметрія (окиснювально-відновне титрування)	3	6	9
4.1.4. Комплексонометрія	2	7	9
4.1.5. Титрування за методом осадження	3	6	9
4.2. Оптичні методи аналізу	5	10	15
4.2.1. Спектрофотометричний аналіз	3	6	9
4.2.2. Полуменева фотометрія	2	4	6
4.3. Електрохімічні методи аналізу	12	21	33
4.3.1. Потенціометрія	3	6	9
4.3.2. Кондуктометрія	3	6	9
4.3.3. Електрогравіметрія. Кулонометрія	3	6	9
4.3.4. Вольтамперометричні методи аналізу	3	3	6
4.4. Методи розділення та концентрування	9	12	21
4.4.1. Екстракція	3	6	9
4.4.2. Хроматографія	6	6	12
Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність	**34**	**74**	**108**
5.1. Основи науково-дослідницької діяльності	9	12	21
5.2. Особливості роботи з науковою інформацією	9	12	21
5.3. Виконання, написання й оформлення дослідницької роботи	10	41	51
5.4. Представлення і захист дослідницької роботи	6	9	15
Підсумок	1	2	3
Разом	**108**	**216**	**324**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. План роботи гуртка. Організаційні питання. Техніка безпеки. Вимоги до поведінки в закладі позашкільної освіти. Рекомендовані інформаційні ресурси та наукові джерела.

Практична частина. Обговорення важливості вивчення загальної й неорганічної хімії та її місця в сучасній науці. Аналіз впливу матеріалу, який вивчається в межах загальної й неорганічної хімії, на розвиток сучасних технологій (у енергетиці, матеріалознавстві, фармації, космічних дослідженнях, сільському господарстві, військових технологіях тощо).

Розділ 1. Основи фізичної хімії (66 год)

1.1. Вчення про розчини та способи вираження концентрації розчинів (9 год)

Теоретична частина. Сутність основних понять: розчин, розчинник, розчинена речовина. Розчинність. Розчини газоподібних, рідких і твердих речовин. Вода як один із найпоширеніших розчинників у біосфері й хімічній технології. Процес розчинення як фізико-хімічне явище. Розчинність твердих речовин у рідинах; чинники, що впливають на розчинність. Розчинність газів у рідинах, її залежність від парціального тиску і температури. Способи вираження концентрації розчинів: масова й об'ємна частка розчиненої речовини, молярна концентрація, молярна концентрація еквівалента, масова концентрація та моляльність розчину.

Практична частина. Лабораторна робота «Приготування розчинів». Розв'язування задач на: обчислення концентрацій; розведення та змішування розчинів; приготування розчинів; визначення взаємозв'язків між величинами, що характеризують кількісний склад розчинів.

1.2. Електролітична дисоціація, водневий показник і гідроліз (9 год)

Теоретична частина. Теорія електролітичної дисоціації, висунута Арреніусом. Ступінь і константа дисоціації слабких електролітів. Роль розчинника в процесі дисоціації. Сильні й слабкі електроліти. Ступінчаста дисоціація. Стан сильних електролітів у розчинах. Йонно-молекулярні рівняння реакцій: правила складання. Умови перебігу реакції обміну між розчинами електролітів. Дисоціація води. Йонний добуток води. Водневий показник pH. Теорії кислот і основ. Типи протолітичних реакцій: нейтралізації, гідролізу, йонізації. Гідроліз солей. Ступінь гідролізу, залежність його від концентрації та температури. Константа гідролізу.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Порівняння хімічної активності кислот», «Зміщення рівноваги дисоціації слабкого електроліту», «Залежність pH розчину кислоти від концентрації», «Визначення реакції середовища розчинів різних солей за допомогою індикаторів». Розв'язування задач на застосування ступеня дисоціації та розрахунок водневого показника. Круглий стіл «Харчові продукти, які ми вживаємо, і pH: вплив на організм людини».

1.3. Буферні системи й колігативні властивості розчинів (9 год)

Теоретична частина. Буферні розчини: класифікація. Рівняння Гендерсона — Гассельбаха для розрахунку кислотних і основних буферних систем. Механізм буферної дії. Буферна ємність. Колігативні властивості розведених розчинів неелектролітів. Відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином. Закон Рауля. Ідеальні розчини. Зниження температури замерзання та підвищення температури кипіння розчинів порівняно з розчинниками. Осмос і осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Колігативні властивості розведених розчинів електролітів. Ізотонічний коефіцієнт. Гіпо-, гіпер- та ізотонічні розчини. Кріометрія, ебуліометрія, осмометрія: застосування.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Приготування буферних розчинів і вивчення їх властивостей», «Дослідження колігативних властивостей розчинів». Розв'язування задач на приготування буферних розчинів, розрахунок pH цих систем, визначення буферної ємності за умови додавання невеликої кількості сильних кислот або лугів, розрахунок осмотичного тиску і зміни температури замерзання (кристалізації) або кипіння у разі додавання електроліту чи неелектроліту в систему. Підготовка мініпроєкту про буферні системи нашого організму та їх роль у процесах життєдіяльності.

1.4. Основні поняття з хімічної термодинаміки (9 год)

Теоретична частина. Теплота і робота як характеристики термодинамічних процесів. Класифікація термодинамічних систем. Термодинамічні параметри. Внутрішня енергія й ентальпія речовин. Перший закон термодинаміки. Стандартні умови та стандартні ентальпії утворення і згоряння речовин. Теплота хімічних реакцій за сталих температури й тиску. Термохімічні рівняння, їх особливості та розрахунки, що базуються на термохімічних рівняннях. Закон Гесса. Розрахунок стандартних ентальпій хімічних реакцій і фізико-хімічних перетворень (процеси розчинення, гідратації, дисоціації кислот і основ) із застосуванням закону Гесса. Другий закон термодинаміки. Поняття ентропії як міри невпорядкованості системи. Енергії Гіббса та Гельмгольца як критерії самочинного

перебігу хімічних реакцій і характеристика термодинамічної стабільності хімічних сполук. Таблиці стандартних енергій Гіббса та їх використання для визначення напрямку перебігу процесу.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Визначення теплоти нейтралізації», «Визначення питомої теплоємності різноманітних речовин за нагрівання». Розв'язування розрахункових задач і кросворда «Основні поняття хімічної термодинаміки». Створення презентації «Історія вивчення термодинаміки та її значення для науки й техніки». Підготовка мініпроєкту «Екологічний аналіз процесу горіння».

1.5. Кінетичні закономірності перебігу хімічних реакцій. Каталіз (9 год)

Теоретична частина. Миттєва і середня швидкість хімічної реакції. Механізм хімічної реакції. Прості й складні реакції. Типи складних реакцій: паралельні, послідовні, ланцюгові тощо. Фактори, що впливають на швидкість хімічних процесів у гомогенних і гетерогенних системах. Закон дії мас. Константа швидкості реакції та її фізичне значення. Порядок і молекулярність реакції. Методи визначення порядку хімічної реакції. Рівняння для константи швидкості реакцій першого і другого порядків. Вплив температури на швидкість реакції (рівняння Арреніуса та правило Вант-Гоффа). Енергія активації. Залежність енергії активації від механізму реакції. Теорії активних зіткнень молекул і перехідного стану. Каталіз. Типи каталізу (гомогенний, гетерогенний, автокаталіз, ферментативний). Енергія активації в каталітичних реакціях і механізм дії каталізаторів. Ферментний каталіз у біологічних системах.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації речовин», «Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції». Складання кінетичних рівнянь для гомогенних і гетерогенних хімічних реакцій, розв'язання розрахункових задач на обчислення миттєвої та середньої швидкості хімічної реакції, задач на зміну швидкості хімічної реакції у разі змін тиску (для газофазних реакцій), концентрацій, температури.

1.6. Хімічна рівновага. Рівновага в розчинах малорозчинних електролітів (6 год)

Теоретична частина. Оборотні та необоротні хімічні реакції, стан хімічної рівноваги. Кількісна характеристика стану хімічної рівноваги. Константа хімічної рівноваги, її взаємозв'язок зі стандартною зміною енергії Гіббса. Принцип Ле Шательє — Брауна і його застосування до хімічних реакцій у рівновазі. Вплив зміни тиску (для газофазних реакцій), температури й концентрації вихідних речовин чи продуктів реакції

на стан хімічної рівноваги. Рівновага між розчином і осадом малорозчинних електролітів. Добуток розчинності (ДР), його значення в хімії. Умови, за яких відбувається утворення та розчинення осадів, і фактори, що впливають на ці процеси.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Вплив концентрації вихідних речовин і продуктів реакції на зміщення хімічної рівноваги», «Вплив температури на стан хімічної рівноваги в системі "йод — крохмаль"», «Добуток розчинності, умови утворення осаду». Виконання вправ зі складання виразів для констант хімічної рівноваги та зміщення хімічної рівноваги під впливом зміни температури, тиску (для газофазних реакцій), концентрації вихідних речовин чи продуктів реакції. Розв'язання задач на обчислення константи хімічної рівноваги та молярних концентрацій вихідних речовин для утворення осаду в результаті перебігу хімічної реакції.

1.7. Кристалічні й аморфні осади. Гравіметричний аналіз (9 год)

Теоретична частина. Види осадів: кристалічні, аморфні. Залежність структури осадів від pH, температури, концентрації, розчинності й швидкості утворення первинних частинок. Старіння осадів. Причини забруднення осадів: сумісне осадження, співосадження, післяосадження. Види співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфізм та ін. Гравіметричний аналіз. Осаджувана і вагова форми, вимоги до них. Способи переведення осаджуваної форми у вагову. Обчислення у гравіметрії.

Практична частина. Лабораторна робота «Визначення вмісту води у препараті». Виконання вправ і задач з гравіметрії (на гравіметричний фактор, масу наважки для аналізу, кількість осаджувача, оптимальне pH розчину, кількість промивної рідини, масу гравіметричної форми). Розв'язання кросворда «Основи гравіметричного аналізу».

1.8. Основи електрохімії (6 год)

Теоретична частина. Електропровідність розчинів електролітів (питома, молярна та еквівалентна), їх залежність від концентрації. Рівняння Кольрауша для еквівалентної електропровідності. Рухливість йонів, її залежність від радіуса йонів, температури й концентрації розчинів. Електродний потенціал і механізм виникнення стрибка потенціалу на межі розподілу фаз. Класифікація електрохімічних електродів. Рівняння Нернста і Петерса. Класифікація гальванічних елементів та їх ЕРС. «Сухі» гальванічні елементи й акумулятори.

Практична частина. Лабораторна робота «Вивчення впливу природи електродів на величину ЕРС гальванічного елемента». Створення командних доповідей на тему «Сучасні перспективи використання гальванічних елементів». Розв'язання задач на розрахунок ЕРС різноманітних гальванічних елементів.

Розділ 2. Дисперсні системи (21 год)

2.1. Класифікація, методи одержання та очищення дисперсних систем (6 год)

Теоретична частина. Основні складники дисперсних систем (дисперсна фаза і дисперсійне середовище). Класифікація дисперсних систем за різними критеріями: ступенем дисперсності (ультрамікрогетерогенні, мікрогетерогенні, грубодисперсні); агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища; структурою (вільнодисперсні та зв'язанодисперсні); інтенсивністю молекулярної взаємодії дисперсної фази з дисперсійним середовищем (ліофільні та ліофобні); формою частинок дисперсної фази (корпускулярні, фібрилярні та ламінарні). Кількісні характеристики дисперсних систем, які визначають їх властивості: поперечний розмір частинок, дисперсність, питома поверхня. Методи отримання дисперсних систем: диспергаційні, конденсаційні (фізична конденсація, хімічна конденсація), пептизація. Методи очищення колоїдних розчинів: діаліз, електродіаліз, компенсаційний діаліз, вівідіаліз, ультрафільтрація, гемодіаліз, апарат «штучна нирка».

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання дисперсних систем», «Очищення дисперсних систем». Проведення мініконференції на тему «Методи очищення дисперсних систем у медицині: для чого застосовуються». Хімічна вікторина «Найкращий знавець класифікації дисперсних систем».

2.2. Властивості дисперсних систем (9 год)

Теоретична частина. Електричні властивості дисперсних систем: будова подвійного електричного шару (ПЕШ), будова колоїдних міцел, електрокінетичні явища (електрофорез, електроосмос, потенціал протікання та седиментаційний потенціал). Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем: броунівський рух частинок, дифузія, осмотичний тиск у колоїдних системах, седиментація та седиментаційна стійкість. Оптичні властивості: розсіювання світла, опалесценція, конус Фарадея — Тіндаля, рівняння Релея, поглинання світла. Оптичні методи дослідження: нефелометрія, ультрамікроскопія, метод потокової ультрамікроскопії, електронна мікроскопія, метод подвійного заломлення променів у потоці. Структурно-механічні властивості: процеси структуроутворення, реологічні властивості, коагуляція та коагуляційні структури тощо.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Визначення електрокінетичного потенціалу золю», «Визначення розміру частинок і фракційного складу дисперсної системи», «Визначення порогу коагуляції золю».

Підготовка командних доповідей на тему «Дисперсні системи та харчові продукти». Виконання вправ зі складання формули міцели й опису її складових частин.

2.3. Окремі представники дисперсних систем (6 год)

Теоретична частина. Аерозолі: класифікація (за агрегатним станом, методами отримання, ступенем дисперсності). Методи одержання аерозолів: диспергаційні (пневморозпилювання, ультразвукове, електродинамічне, механічне розпилювання), конденсаційні (фізична і хімічна конденсація). Властивості аерозолів: молекулярно-кінетичні й оптичні, термофорез, фотофорез, термопреципітація тощо. Стійкість і коагуляція. Руйнування аерозолів.

Порошки: методи одержання (фізико-механічні, фізико-хімічні). Способи дисперсного аналізу порошків: мікроскопія, методи седиментації та ситового аналізу. Властивості порошків: насипна щільність, текучість, злипання, гігроскопічність, горючість, абразивність та ін.

Суспензії: класифікація (тонкі, грубі). Способи одержання суспензій, їх властивості. Пасти як висококонцентровані суспензії.

Піни: властивості, методи одержання, стійкість, руйнування.

Емульсії: класифікація (за полярністю фаз, концентрацією дисперсної фази). Методи визначення типу емульсії: злиття краплі, контрастне фарбування барвником, вимірювання електропровідності. Властивості, методи одержання, руйнування емульсій. Стійкість і стабілізація емульсій.

Колоїдні поверхнево-активні речовини (ПАР): мила, детергенти, дубильні речовини, барвники. Міцелоутворення в розчинах колоїдних ПАР. Визначення критичної концентрації міцелоутворення колоїдних ПАР.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Визначення критичної концентрації міцелоутворення», «Одержання емульсій, вивчення їх властивостей», «Одержання пін, вивчення їх властивостей». Підготовка проєктів про використання емульсій у харчовій промисловості, парфумерно-косметичній галузі та фармації, про шкідливість аерозолів для навколишнього природного середовища.

Розділ 3. Нанохімія та наноматеріали (9 год)

Теоретична частина. Історія розвитку нанохімії. Поняття «нано». Інструменти дослідження наносвіту: сканувальний зондовий мікроскоп, тунельний мікроскоп, атомно-силовий мікроскоп, ближньопольний (від «ближнє поле») оптичний мікроскоп, сканувальний електронний мікроскоп, трансмісійний електронний мікроскоп, оптичний пінцет. Методи одержання наносистем: золь-гель і гель-золь синтези титан(IV) оксиду; золь-гель матричний синтез органічних нанокристалів; електрохімічне

осадження наноструктурованих плівок і нанокомпозитів; електрофоретичне осадження нанорозмірних частинок і композитів; контрольований синтез макромолекулярних наноструктурованих систем; одержання полімерних нанокомпозитів з металевими наповнювачами; синтез наноструктур з розчинів мікроемульсій. Методи одержання органічних наночастинок: механічне подрібнення основної речовини, лазерна абляція, метод заміни розчинника, хімічне відновлення у розчині, використання надкритичних флюїдів, кріохімічний синтез. Властивості органічних наночастинок, їх використання. Сфери застосування нанотехнологій.

Практична частина. Лабораторна робота «Синтез наночастинок». Проведення мініконференції на тему «Застосування нанотехнологій у сучасному світі».

Розділ 4. Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу речовин (114 год)

4.1. Титриметричний аналіз (45 год)

4.1.1. Загальна характеристика і класифікація методів (6 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика титриметричного аналізу, необхідні умови для його проведення. Класифікація методів і вимоги до реакцій, що використовуються. Класифікація та характеристика індикаторів. Загальні способи титрування: пряме, зворотне, замісне. Точка еквівалентності й точка кінця титрування. Робочі розчини й вихідні стандартні речовини (первинні та вторинні стандарти). Розрахунки у титриметричному аналізі.

Практична частина. Хімічна вікторина «Основні методи титриметричного аналізу». Ознайомлення з обладнанням, що використовується під час титриметричного аналізу. Лабораторна робота «Залежність забарвлення розчинів індикаторів від pH середовища».

4.1.2. Протолітометрія (кислотно-основне титрування) (12 год)

Теоретична частина. Обчислення pH у різних точках для побудови кривих титрування у протолітометрії: сильних і слабких кислот і основ, поліпротонних кислот і основ. Типи протолітометрії: ацидометрія, алкаліметрія. Титранти: приготування, стандартизація. Індикатори методу та йонно-хромофорна теорія індикаторів. Константа йонізації індикаторів та інтервал переходу забарвлення. Індикаторні похибки. Обрання індикатора для встановлення кінцевої точки титрування. Похибки титрування.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Приготування стандартних розчинів», «Встановлення молярної концентрації еквівалента робочого розчину», «Встановлення молярної концентрації еквівалента аналіту», «Визначення вмісту натрій гідроксиду та натрій карбонату в суміші».

4.1.3. Редоксиметрія (окиснювально-відновне титрування) (9 год)

Теоретична частина. Сутність методу, класифікація. Вимоги до реакцій, що застосовуються в редоксиметрії. Індикатори: класифікація, типові помилки. Основні окисники й відновники, що використовують у практиці редоксиметричних визначень, їх стійкість.

Перманганатометрія. Виготовлення робочого розчину калій перманганату. Первинні стандарти методу. Встановлення молярної концентрації еквівалента розчину калій перманганату. Практичне застосування перманганатометрії.

Йодометрія: особливості, робочі розчини. Первинні стандарти методу. Крохмаль як індикатор. Реактив Фішера для кількісного визначення вмісту води.

Броматометрія. Система «бромат — бромід». Визначення кінцевої точки титрування. Практичне застосування методу.

Дихроматометрія та цериметрія: індикатори, практичне застосування методів.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Приготування робочого розчину калій перманганату», «Встановлення молярної концентрації еквівалента вихідного розчину калій перманганату», «Визначення вмісту Феруму(II) у контрольній пробі методом перманганатометрії», «Визначення вмісту Купруму(II) у контрольній пробі методом йодометрії», «Визначення вмісту амінного нітрогену в амінокислоті за допомогою йодометричного титрування». Розв'язування задач на обчислення концентрації речовин за результатами окисно-відновного титрування.

4.1.4. Комплексонометрія (9 год)

Теоретична частина. Реакції комплексоутворення: аналіз, вимоги до них. Поняття «комплексонати металів». Металохромні індикатори: принцип дії, вимоги до них, інтервал зміни забарвлення. Криві титрування: розрахунок, побудова, аналіз. Типові помилки у комплексонометрії: причини, шляхи запобігання.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Комплексонометричне визначення вмісту купруму та цинку у сплавах», «Трилонометричне визначення йонів магнію», «Визначення загальної твердості води комплексонометричним методом». Розв'язання задач за результатами комплексонометричного титрування. Командні змагання з флешкартками на тему «Основи комплексонометрії».

4.1.5. Титрування за методом осадження (9 год)

Теоретична частина. Вимоги до реакцій осадження. Вплив адсорбції на точність титрування. Індикатори титрування. Титранти: особливості приготування та стандартизації.

Аргентометрія. Методи однакових помутнінь, Мора, Фольгарда. Пряме титрування: визначення йонів аргентуму.

Зворотне титрування: визначення галогенідів та роданіду. Меркурометрія.

Практичне застосування методів осаджувального титрування.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Приготування та стандартизація робочого розчину аргентум(I) нітрату», «Аргентометричне визначення хлоридів», «Аргентометричне визначення вмісту йодоформу у препараті». Виконання завдання «Порівняння методів Мора, Фольгарда і Фаянса: сортування за групами».

4.2. Оптичні методи аналізу (15 год)

4.2.1. Спектрофотометричний аналіз (9 год)

Теоретична частина. Поняття «електромагнітний спектр». Ділянки спектра, які використовуються в аналізі. Молекулярна й атомна спектроскопія. Класифікація спектральних методів аналізу за діапазоном енергій електромагнітних хвиль. Спектри поглинання: основні характеристики, способи реєстрації. Спектрофотометрія, фотоколориметрія, колориметрія. Основні закони світлопоглинання: Бугера — Ламберта, Бера, об'єднаний закон Бугера — Ламберта — Бера. Причини відхилення від основного закону поглинання світла. Нефелометрія та турбідиметрія. Закони Релея. Обрання оптимальних умов одержання суспензій.

Практична частина. Лабораторна робота «Одержання електронного спектра поглинання забарвленої сполуки». Проведення мініконференції на тему «Застосування спектрофотометричного аналізу в українській промисловості».

4.2.2. Полуменева фотометрія (6 год)

Теоретична частина. Полуменева фотометрія, її теоретичні основи. Види полуменевої фотометрії: атомно-абсорбційний, атомно-емісійний аналіз.

Абсорбційна фотометрія полум'я. Підготовка проби до аналізу. Особливості введення проби в полум'я. Рівняння зв'язку, способи визначення концентрації.

Емісійна полуменева фотометрія, її види. Вплив стороннього випромінювання і неоднакового складу досліджуваного і стандартного розчину на результати аналізу. Аніонний ефект, його значення. Зв'язок інтенсивності випромінювання з концентрацією елемента. Способи визначення концентрації.

Практична частина. Лабораторна робота «Визначення вмісту лужних, лужноземельних та рідкісноземельних металів в аналізованому зразку» (спостереження за виконанням). Інтерактивна вправа «Відповідник»: особливості застосування атомно-абсорбційного й атомно-емісійного аналізу.

4.3. Електрохімічні методи аналізу (33 год)

4.3.1. Потенціометрія (9 год)

Теоретична частина. Потенціометрія: основні поняття, класифікація методів аналізу. Електродні потенціали: рівноважний, змішаний, граничний, стандартний, нормальний, формальний (реальний), окисно-відновний, мембранний. Основні способи визначення молярної концентрації речовин потенціометричним методом. Пряма потенціометрія, її особливості. Електроди: загальна характеристика, класифікація. Електроди для вимірювання концентрації йонів H^+: водневий, хінгідронний, стибієвий. Скляний електрод: схема, принцип дії, переваги й недоліки. Потенціометричне титрування. Способи визначення кінцевої точки потенціометричного титрування. Стрибок на кривих титрування та фактори, що визначають його величину.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Визначення pH різних зразків природних вод», «Потенціометричне титрування розчину кислоти титрованим розчином лугу з метою визначення її концентрації в розчині», «Визначення молярної концентрації хлоридної та боратної кислот у суміші», «Визначення вмісту нітрат-йонів методом прямої потенціометрії з використанням нітрат-селективного електрода». Підготовка доповідей-презентацій на тему «Важливість потенціометрії для визначення якості питної води й харчових продуктів». Проведення гри «Випадкове колесо»: основні поняття у потенціометрії.

4.3.2. Кондуктометрія (9 год)

Теоретична частина. Теоретичні основи методу: питома й еквівалентна електропровідність розчинів; рухливість йонів; вплив природи, концентрації електроліту і температури на електропровідність. Методи кондуктометричного аналізу: пряма кондуктометрія, кондуктометричне, хронокондуктометричне титрування. Практичне застосування кондуктометрії для контролювання якості води й технологічних процесів.

Практична частина. Лабораторна робота «Кондуктометричне титрування сильної кислоти». Розв'язання задач на обчислення вмісту аналіту за даними кондуктометричних вимірювань. Проведення гри «Літак»: теоретичні основи кондуктометрії.

4.3.3. Електрогравіметрія. Кулонометрія (9 год)

Теоретична частина. Електрогравіметрія: основні положення, закони Фарадея, поляризаційні криві, характеристика осадів металів, запобігання виділенню газів, особливості методу. Рівноважний потенціал і потенціал розкладання. Вплив фізичних і хімічних факторів на виділення і розділення металів електролізом. Зовнішній і внутрішній

електроліз, схема приладу для його проведення. Теоретичні основи кулонометрії та її зв'язок з електрогравіметрією. Кулонометричне титрування. Способи генерації титранту. Титрування електроактивних і електронеактивних компонентів. Визначення кінцевої точки титрування.

Практична частина. Лабораторна робота «Кулонометричне визначення тіосульфату» (спостереження за виконанням). Розв'язання задач на застосування законів Фарадея, обчислення вмісту аналіту за даними кулонометричних вимірювань. Інтерактивна вправа «Відповідник»: особливості застосування електрогравіметрії та кулонометрії.

4.3.4. Вольтамперометричні методи аналізу (6 год)

Теоретична частина. Класична полярографія: теоретичні основи методу. Поляризація електрода. Схема приладу для полярографічного визначення. Поляризовані й неполяризовані електроди. Полярографічна крива (полярограма), умови її одержання. Ємнісний, міграційний і дифузійний струми. Граничний дифузійний струм. Рівняння полярографічної хвилі. Висота полярографічної хвилі, потенціал напівхвилі й чинники, які на них впливають. Способи встановлення концентрації деполяризатора. Сучасні різновиди вольтамперометрії: диференційна, осцилографічна, зміннострумна, інверсійна; переваги й недоліки порівняно з класичною. Амперометричне титрування, основні принципи методу. Індикаторний електрод: обрання потенціалу. Титрування з одним і двома поляризаційними індикаторними електродами.

Практична частина. Лабораторна робота «Вольтамперометричне визначення важких металів (якісний і кількісний аналіз)» (спостереження за виконанням). Розв'язання задач на обчислення вмісту аналіту за даними вольтамперометричних вимірювань. Ігрова вікторина «Основи вольтамперометричних методів аналізу».

4.4. Методи розділення та концентрування (21 год)

4.4.1. Екстракція (9 год)

Теоретична частина. Теорія екстракційних методів. Закон розподілу. Класифікація екстракційних процесів і екстракторів (диференційно-контактні, ступеневі, механічні й без механічних перемішувальних пристроїв). Швидкість та ізотерма екстракції. Типи екстракційних систем. Реекстракція. Природа екстрагентів, їх характеристика. Основні органічні реагенти, які використовують для екстракції. Селективне розділення елементів шляхом добирання органічних розчинників, зміни pH водної фази, маскування та демаскування.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Екстракція речовин з рослинної сировини», «Екстракція йоду з водного розчину хлороформом». Підготовка доповідей і презентацій на тему «Використання екстракції у виробництві лікарських засобів і парфумерно-косметичної продукції». Розв'язання задач на обчислення коефіцієнта розподілу та ступеня вилучення.

4.4.2. Хроматографія (12 год)

Теоретична частина. Хроматографія: стисла характеристика, загальні поняття, термінологія, головні принципи. Види хроматографічного методу: йонообмінна, рідинна, розподільча, газова, газорідинна, афінна та ін. Концепція теоретичних тарілок, її недоліки. Кінетична теорія. Типи стаціонарних і рухомих фаз.

Йонний обмін та йонообмінна хроматографія.

Газова хроматографія. Вимоги до стаціонарної та рухомої фаз. Газові хроматографи, основні типи детекторів.

Площинна хроматографія.

Високоефективна рідинна хроматографія: особливості застосування, переваги.

Практична частина. Лабораторна робота «Розділення речовин методом тонкошарової хроматографії». Розв'язання задач на розрахунок факторів утримання. Проведення гри «Правильно чи неправильно»: види хроматографічних методів.

Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність (108 год)

5.1. Основи науково-дослідницької діяльності (21 год)

Теоретична частина. Наука: мета, завдання та основні функції. Наукові теорії як основа для розуміння природних і соціальних явищ. Наукові дослідження: класифікація, види. Методи наукового дослідження: експериментальні, теоретичні, комбіновані підходи. Етапи наукового дослідження — від формулювання гіпотез і проведення експерименту до аналізу результатів та їх впровадження у практику. Історія розвитку науки в Україні, значні досягнення та внесок вітчизняних науковців у світову науку.

Національна академія наук України як провідний науковий центр. Діяльність Малої академії наук України, її роль у становленні молодих дослідників.

Науковий інтерес як рушійна сила розвитку науки, його значення для поглиблення знань і розширення кругозору. Науково-дослідницька робота і творчість: важливість творчого підходу до розв'язання завдань і пошуку інноваційних рішень. Критичне мислення як основа об'єктив-

ного аналізу й оцінювання інформації, що має ключове значення для наукової діяльності.

Науковий стиль: особливості оформлення наукових текстів; неупередженість, точність і чіткість викладу.

Практична частина. Робота з науковими статтями в галузі загальної та неорганічної хімії. Зустріч вихованців / вихованок секції МАН з викладачами закладів вищої освіти, які опікуються діяльністю учнівських наукових товариств.

Обрання теми дослідження. Формулювання мети й завдань. Визначення методів дослідження відповідно до встановленої мети. Планування проведення дослідження.

5.2. Особливості роботи з науковою інформацією (21 год)

Теоретична частина. Наукові й інформаційні джерела: їх особливості, види, значення для досліджень. Особливості пошуку хімічної інформації; бази даних: «PubChem», «ChemSpider», «NIST Chemistry WebBook», «Chemical Entities of Biological Interest» (ChEBI), «Common Chemistry from Chemical Abstracts Service» (CAS), «Spectral Database System for Organic Compounds» (SDBS), «eMolecules», «ChemIDplus». Порядок опрацювання та групування інформації. Бібліографічні менеджери (референс-менеджери): «Mendeley», «EndNote», «Zotero». Складання списку джерел, необхідних для проведення дослідження.

Основні принципи пошуку й ефективного використання наукових матеріалів. Робота з довідковими й технічними виданнями, особливості їх застосування в дослідженнях. Дотримання правил цитування та коректного посилання на джерела інформації.

Практична частина. Пошук наукових джерел інформації. Робота з довідниками й технічною літературою. Аналіз теоретичних матеріалів з метою виявлення ключових ідей, опрацювання результатів. Початкове інформаційне опрацювання обраної теми. Формування списку використаних джерел. Підготовка термінологічного словника для власного дослідження.

5.3. Виконання, написання й оформлення дослідницької роботи (51 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з вимогами до оформлення наукової роботи. Дотримання наукового стилю: особливості побудови тексту для чіткості викладу матеріалу. Загальні правила оформлення: шрифт, інтервали, поля, інші технічні аспекти. Структурованість, логічність, обґрунтованість і послідовність викладу думок. Вимоги щодо

бібліографічного опису наукових джерел відповідно до затверджених стандартів.

Структура тексту дослідницької роботи: вступ, основна частина, висновки, список використаних джерел.

Постер як ефективний засіб представлення результатів наукового дослідження. Основні правила оформлення постера: вимоги щодо заголовків, шрифтів, ілюстрацій, розміру тексту; забезпечення зрозумілості й ефективної комунікації.

Практична частина. Виконання експериментальної частини й оформлення науково-дослідницької роботи відповідно до встановлених стандартів: наявність необхідних структурних елементів (вступу, основної частини, висновків, списку використаних джерел); дотримання логічної послідовності викладу та стилістичної точності. Підготовка постера.

5.4. Представлення і захист дослідницької роботи (15 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з критеріями оцінювання дослідницьких робіт під час Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів — членів Малої академії наук України. Вимоги до доповіді: відповідність темі роботи, правильне оформлення, чіткість і стислість. Структура доповіді: вступ, основна частина, висновки, відповіді на запитання журі.

Підготовка до публічного виступу. Основи ораторської майстерності: впевненість, чітка артикуляція, використання правильного темпу і пауз для акцентування уваги на ключових аспектах роботи.

Практична частина. Підготовка презентації за результатами дослідницької роботи. Виступ з доповіддю про дослідницьку роботу.

Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за навчальний рік.

Практична частина. Аналіз науково-дослідницьких досягнень вихованців / вихованок. Поради й рекомендації щодо подальшої дослідницької діяльності.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна:* використання знань про розчини, величини, що характеризують їх кількісний склад, електролітичну дисоціацію, водневий показник і його взаємозв'язок з гідроксильним показником, гідроліз солей, термодинаміку, кінетику, колігативні властивості розчинів електролітів та неелектролітів, типи дисперсних систем,

а також про основні методи хімічного та фізико-хімічного аналізу для розв'язування пізнавальних завдань;

- *практична:* застосування класичних хімічних та інструментальних методів аналізу для розв'язування конкретних аналітичних задач; фіксування результатів, їх опис за допомогою рівнянь хімічних реакцій; опанування навичок приготування розчинів заданої концентрації, буферних і дисперсних систем, дослідження швидкості хімічної реакції; виконання аналізу та опрацювання результатів вимірювань фізико-хімічних величин, аналітичних визначень;
- *творча:* здатність самостійно та творчо підходити до виконання науково-дослідницьких завдань і проєктів з урахуванням всіх етапів реалізації: від ретельної підготовки та планування до ефективного публічного представлення й аргументованого захисту із застосуванням інноваційних методів дослідження та критичного аналізу результатів, з чіткими формулюваннями;
- *соціальна:* формування громадянської свідомості та відповідального ставлення до суспільних викликів; усвідомлення соціальної значущості природничих наук для розв'язання сучасних глобальних проблем; розвиток комунікативних навичок, які забезпечують співпрацю під час виконання хімічних досліджень.

Вищий рівень, третій рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Прості речовини та сполуки елементів-неметалів	**33**	**57**	**90**
1.1. Гідроген і його сполуки	3	6	9
1.2. Воднева енергетика	3	6	9
1.3. Вода. Хімія і технологія води	6	9	15
1.4. Елементи VIIA групи	6	9	15
1.5. Елементи VIA групи	6	9	15
1.6. Елементи VA групи: Нітроген і Фосфор	6	9	15
1.7. Елементи IVA групи: Карбон і Силіцій	3	9	12
Розділ 2. Прості речовини та сполуки елементів-металів	**37**	**83**	**120**

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
2.1. *s*-Елементи IA групи. Лужні метали	3	9	12
2.2. *s*-Елементи IIA групи. Лужноземельні метали	3	9	12
2.3. *p*-Елементи IIIA групи	3	9	12
2.4. Підгрупи Германію й Арсену	3	9	12
2.5. *d*-Елементи IB та IIB груп	6	9	15
2.6. Підгрупи Хрому і Мангану	6	12	18
2.7. *d*-Елементи VIIIB групи. Ферум, Кобальт, Нікель. Платинові метали	3	9	12
2.8. Конструкційні матеріали	4	5	9
2.9. Антикорозійні матеріали	3	6	9
2.10. Скло і керамічні матеріали	3	6	9
Розділ 3. Науково-дослідницька діяльність	**36**	**72**	**108**
3.1. Дослідницька робота із загальної та неорганічної хімії	27	54	81
3.2. Презентація результатів дослідницької роботи	9	18	27
Підсумок	1	2	3
Разом	**108**	**216**	**324**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з планом і завданнями роботи гуртка третього року навчання. Інструктаж з техніки безпеки. Рекомендовані інформаційні ресурси та наукові джерела.

Практична частина. Аналіз результатів роботи над науково-дослідницькими проєктами у літній період. Обговорення можливих змін тем дослідницьких робіт вихованців / вихованок. Вікторина «Знавець правил поводження під час хімічного досліду».

Розділ 1. Прості речовини та сполуки елементів-неметалів (90 год)

1.1. Гідроген і його сполуки (9 год)

Теоретична частина. Гідроген: загальна характеристика, особливості розташування в періодичній системі, відомі ізотопи та їх поширеність

у природі. Водень як проста речовина. Історія відкриття водню. Особливості поводження Гідрогену в сполуках з сильно- і слабополярними зв'язками. Йони Гідрогену і гідроксонію. Реакції водню з киснем, галогенами, металами, оксидами. Характеристика і реакційна здатність зв'язку Гідрогену з іншими поширеними елементами. Вода як важлива сполука Гідрогену: фізичні й хімічні властивості.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання та дослідження хімічних властивостей водню», «Відновні властивості водню у момент виділення». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень для закріплення матеріалу про хімічні властивості сполук Гідрогену. Розв'язання розрахункових задач за рівняннями, що описують методи добування або хімічні властивості водню.

1.2. Воднева енергетика (9 год)

Теоретична частина. Концепція розвитку водневої енергетики. Розвиток водневої енергетики у світі. Перспективи розвитку водневої енергетики в Україні. Переваги й недоліки використання водню як енергетичного джерела. Загальні відомості про фізико-хімічні властивості ізотопів водню. Теплотехнічні та термодинамічні характеристики водню. Хімічні, електрохімічні, фізико-хімічні й біологічні методи одержання водню. Методи накопичення та зберігання водню.

Практична частина. Лабораторна робота «Електроліз води». Круглий стіл «Перспективи розвитку водневої енергетики в Україні».

1.3. Вода. Хімія і технологія води (15 год)

Теоретична частина. Вода як хімічна сполука. Аномальні властивості води. Фізичні, хімічні та бактеріологічні показники якості води. Класифікація домішок природних і стічних вод. Сучасні методи знезараження води: хлорування та озонування, бактерицидна дія ультразвуку й ультрафіолетового випромінювання, поєднання озонування з УФ-випроміненням для очищення природних вод, нові дезінфекційні засоби. Методи очищення води: адсорбційний, йонообмінний, мембранний тощо. Основні положення державного стандарту України про питну воду (ДСТУ 7525:2014): вимоги до якості, методи аналітичного контролю.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Твердість води. Визначення твердості води, її пом'якшення», «Визначення окиснюваності води титриметричним методом», «Визначення фосфатів у воді». Підготовка командних проєктів на тему «Яку воду я вживаю і якою користуюся в побуті».

1.4. Елементи VIIA групи (15 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика хімічних елементів VIIA групи. Особливі властивості Флуору як найбільш електронегативного елемента. Прості речовини хімічних елементів VIIA групи, їх хімічна активність. Сполуки галогенів з Гідрогеном: розчинність у воді, кислотні й окисно-відновні властивості. Якісні реакції виявлення галогенід-йонів. Сполуки галогенів, в яких вони виявляють додатні значення ступеня окиснення. Найбільш поширені сполуки галогенів з Оксигеном. Взаємодія галогенів з водою та водними розчинами лугів. Оксигеновмісні кислоти галогенів, їх солі. Будова і стійкість у вільному стані та в розчинах, зміна кислотних і окисно-відновних властивостей залежно від ступеня окиснення галогену. Хлорне вапно. Хлорати, бромати та йодати.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання хлору методом електролізу водного розчину натрій хлориду», «Одержання йоду у разі взаємодії калій йодиду з концентрованою сульфатною кислотою», «Хімічні властивості хлоридної кислоти», «Якісна реакція на хлоридну кислоту», «Сублімація кристалічного йоду», «Відновні властивості галогенід-йонів». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук елементів VIIA групи, розв'язання розрахункових задач. Підготовка проєктів про використання хлорного вапна в побуті та промисловості, роль йоду в організмі людини.

1.5. Елементи VIA групи (15 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика хімічних елементів VIA групи. Оксиген: характеристика, поширеність у природі. Алотропні модифікації: кисень та озон. Особливості електронної структури молекули кисню, хімічна активність. Природа зв'язку в молекулі озону. Хімічна активність озону порівняно з киснем, якісна реакція на озон. Значення озонового шару для життєдіяльності людини. Класифікація оксигеновмісних сполук, їх загальні властивості. Бінарні сполуки: оксиди, пероксиди, супероксиди (надпероксиди), озоніди. Сполуки Оксигену з Флуором.

Сульфур: загальна характеристика. Сірка як проста речовина, її хімічні властивості. Сполуки Сульфуру з від'ємним ступенем окиснення. Гідроген сульфід: кислотно-основні й окисно-відновні властивості. Сульфіди металів і неметалів, їх розчинність у воді та гідроліз. Якісна реакція на сульфід-йон. Полісульфіди, кислотно-основні й окисно-відновні властивості, стійкість. Сполуки Сульфуру, в яких він виявляє ступінь окиснення +4: кислотно-основні й окисно-відновні властивості. Взаємодія сульфітів із сіркою. Якісна реакція на сульфіт-йон. Властивості тіосульфатів: реакції з кислотами, окисниками (хлором, йодом), катіонами металів. Якісна реакція на тіосульфат-йон. Сполуки

Сульфуру, в яких він виявляє ступінь окиснення +6: кислотно-основні й окисно-відновні властивості. Олеум.

Селен і Телур: загальна характеристика, кислотно-основні й окисно-відновні властивості.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Добування кисню», «Хімічні властивості сірки», «Одержання нерозчинних сульфідів, порівняння їх розчинності у кислотах», «Якісні реакції на сульфіт- і сульфат-йон», «Відновні властивості натрій тіосульфату». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук елементів VIA групи, розв'язання розрахункових задач. Підготовка проєктів про промислове виробництво сульфатної кислоти, роль селену в організмі людини, а також доповідей на тему «Як пов'язане Чорне море з сульфідною кислотою».

1.6. Елементи VA групи: Нітроген і Фосфор (15 год)

Теоретична частина. Нітроген: загальна характеристика, основні ступені окиснення. Азот як проста речовина, причини її малої хімічної активності. Сполуки Нітрогену з від'ємним ступенем окиснення. Нітриди. Амоніак, кислотно-основна й окисно-відновна характеристика, реакції заміщення. Похідні амоніаку. Аміди, амоніакати. Йон амонію та його солі: кислотно-основні властивості, термічне розкладання. Гідразин і гідроксиламін: кислотно-основна й окисно-відновна характеристика. Азидна кислота, азиди, їх стійкість. Сполуки Нітрогену з додатним ступенем окиснення. Оксиди Нітрогену: будова їх молекул, природа зв'язку. Методи одержання оксидів Нітрогену, їх фізичні й хімічні властивості. Нітритна кислота та нітрити: властивості. Нітратна кислота і нітрати: кислотно-основна й окисно-відновна характеристика, термічна стійкість, застосування. Царська вода.

Фосфор: загальна характеристика, алотропні модифікації, їх хімічна активність. Сполуки Фосфору з від'ємним ступенем окиснення: фосфіди, фосфін. Сполуки Фосфору з додатним ступенем окиснення. Оксиди Фосфору: стереохімія, природа зв'язку, взаємодія з водою. Фосфорні кислоти: будова молекул, властивості, добування. Фосфати. Фосфорні добрива.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання азоту», «Одержання амоніаку, вивчення його розчинності у воді», «Якісна реакція на йон амонію», «Гідроліз солей амонію», «Окисно-відновні властивості амоніаку», «Дим без вогню: реакція амоніаку з гідроген хлоридом», «Одержання оксидів Нітрогену», «Окисно-відновні властивості нітритів», «Якісна реакція на нітрат-йон», «Якісні реакції на фосфат-, дифосфат- та метафосфат-йон». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних

сполук елементів VA групи, розв'язання розрахункових задач. Круглий стіл «Нітратні та фосфатні добрива».

1.7. Елементи IVA групи: Карбон і Силіцій (12 год)

Теоретична частина. Карбон: загальна характеристика. Алотропія Карбону. Типи гібридизації атома Карбону. Будова молекул, що містять Карбон. Фізичні й хімічні властивості простих речовин. Карбон з від'ємним ступенем окиснення. Карбіди: властивості, застосування. Оксигеновмісні сполуки Карбону. Оксиди Карбону(II) і Карбону(IV): будова молекул, хімічні властивості, добування. Карбонати та гідрокарбонати: розчинність у воді, поведінка під час нагрівання. Якісні реакції на сполуки Карбону. Ціанідна кислота, токсичність ціанідів.

Силіцій: загальна характеристика, поширеність у природі, добування простої речовини. Силіциди, гідрогеновмісні сполуки Силіцію: добування, хімічні властивості. Оксиди та кислоти Силіцію(IV): хімічні властивості. Скло: властивості та стійкість. Силікатна кислота і силікати: хімічні властивості. Природні силікати й алюмосилікати.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання силікатної кислоти та її розчинення», «Гідроліз солей силікатної кислоти», «Одержання нерозчинних силікатів у вигляді водоростей», «Термічне розкладання кальцій карбонату», «Добування карбон(IV) оксиду», «Утворення кальцій гідрокарбонату». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук елементів IVA групи, розв'язання розрахункових задач. Круглий стіл «Колообіг Карбону в природі».

Розділ 2. Прості речовини та сполуки елементів-металів (120 год)

2.1. *s*-Елементи IA групи. Лужні метали (12 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика *s*-елементів IA групи, їх поширеність у природі. Металічний стан лужних металів. Відмінність літію від інших лужних металів. Зміна хімічної активності у ряду Літій — Цезій. Взаємодія з простими й складними речовинами. Бінарні сполуки лужних металів: гідриди, оксиди, пероксиди, супероксиди, озоніди. Гідроксиди лужних металів, їх властивості, застосування. Найважливіші солі. Промислове добування соди й поташу.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Взаємодія лужних металів з киснем повітря і водою», «Якісні реакції на йони Натрію і Калію», «Забарвлення полум'я солями лужних металів», «Гідроліз солей лужних металів», «Термічне розкладання натрій гідрокарбонату». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень лужних металів, розв'язання розрахункових задач. Підготовка командних презентацій на тему «Біологічна роль йонів калію та натрію в організмі людини».

2.2. *s*-Елементи IIA групи. Лужноземельні метали (12 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика *s*-елементів IIA групи. Відновні властивості простих речовин елементів. Порівняльна характеристика властивостей берилію, магнію та кальцію. Характер взаємодії простих речовин з водою, розчинами кислот і основ.

Хімічна активність Берилію, *sp*-гібридизація його атомних орбіталей. Амфотерність сполук Берилію (оксиду, гідроксиду). Розчинність у воді та гідроліз солей Берилію. Діагональна схожість Берилію з Алюмінієм, її причини.

Фізичні й хімічні властивості магнію, магній оксиду та магній гідроксиду. Розчинність солей Магнію у воді, їх гідроліз.

Лужноземельні метали: загальна характеристика, фізико-хімічні властивості, характеристика найважливіших сполук. Основний характер оксидів та гідроксидів. Розчинність гідроксидів і солей у воді, їх кислотно-основні властивості. Реакції виявлення катіонів Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}. Негашене та гашене вапно.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання і властивості берилій гідроксиду», «Гідроліз солей Берилію і Магнію», «Добування сульфатів кальцію, стронцію та барію», «Взаємодія магнію з кислотами», «Добування і властивості магній гідроксиду», «Забарвлення полум'я солями лужноземельних металів». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень лужноземельних металів, розв'язання розрахункових задач. Хімічна вікторина «Важливість лужноземельних елементів для організму людини».

2.3. *p*-Елементи IIIA групи (12 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика хімічних елементів, що входять до цієї групи, поширеність у природі. Бор: одержання, фізичні та хімічні властивості, взаємодія з металами й неметалами. Бориди та борани: одержання, будова, властивості. Боратна кислота, її солі. Бура. Застосування сполук Бору.

Алюміній: будова атома, можливі ступені окиснення, поширеність у природі (корунд, боксит, алуніт, нефелін та ін.). Одержання алюмінію, його фізичні та хімічні властивості, застосування. Алюмінотермія. Оксид і гідроксид алюмінію: добування, властивості. Солі Алюмінію, їх розчинність, гідроліз.

Галій, Індій, Талій: поширеність у природі. Одержання металів, їх фізичні та хімічні властивості. Валентний стан елементів підгрупи Галію. Зміна стійкості сполук елементів (I) та (III) в ряду Галій — Індій — Талій. Окисно-відновні властивості сполук Талію. Амфотерність оксидів та гідроксидів елементів підгрупи Галію. Солі Галію, Індію, Талію, їх застосування.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Амфотерні властивості сполук Алюмінію та Галію», «Реакційна здатність кристалічного й аморфного бору», «Гідроліз солей Алюмінію», «Властивості боратної кислоти». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук елементів IIIA групи, розв'язання розрахункових задач. Круглий стіл «Вироби з алюмінію в нашому житті».

2.4. Підгрупи Германію й Арсену (12 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика елементів підгрупи Германію, стійкість їх сполук з Гідрогеном. Амфотерність оксидів Германію та Арсену. Відновні властивості сполук Стануму(II) та окисні властивості плюмбум(IV) оксиду. Розчинні й нерозчинні солі Стануму і Плюмбуму. Окисно-відновні реакції у розчинах. Хімізм токсичної дії сполук Плюмбуму.

Загальна характеристика елементів підгрупи Арсену. Сполуки Арсену, Стибію та Бісмуту з Гідрогеном порівняно з амоніаком і фосфіном. Сполуки з додатними ступенями окиснення. Галогеніди, зміна їх властивостей у групі. Оксиди й гідроксиди цих хімічних елементів, їх кислотно-основні й окисно-відновні властивості. Арсеніти й арсенати: кислотно-основні й окисно-відновні властивості. Солі катіонів Стибію і Бісмуту. Утворення оксосолей. Стибіатна кислота, її солі. Бісмутати, їх стійкість.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Окисно-відновні властивості сполук Bi(III)», «Взаємодія металічних Sn і Pb з концентрованою нітратною кислотою», «Взаємодія солей Стануму(II) і Плюмбуму(II) з Цинком», «Добування та властивості бісмут йодиду», «Окисні властивості сполук Sb^{+5}», «Окисні властивості арсенат-йону та відновні властивості арсеніт-йону», «Гідроліз солей Стануму(II) і Плюмбуму(II)». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук цих елементів, розв'язання розрахункових задач. Проведення мініконференції на тему «Токсична дія сполук Арсену та Плюмбуму».

2.5. *d*-Елементи IB та IIB груп (15 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика елементів IB групи, їх прості речовини, фізичні й хімічні властивості (реакції з кислотами, киснем, галогенами). Сполуки Купруму(I) і Купруму(II) та сполуки аргентуму, кислотно-основні й окисно-відновні властивості. Бактерицидні властивості йонів Ag^{+}. Окиснення золота киснем за наявності ціанід-йонів. Розчинність золота у царській воді та селенатній кислоті. Сполуки Ауруму(I) й Ауруму(III), їх кислотно-основні й окисно-відновні характеристики.

Загальна характеристика елементів IIB групи, їх прості речовини, фізичні й хімічні властивості. Хімічна активність цинку, кислотно-основні й окисно-відновні властивості сполук Цинку. Солі Цинку: розчинність і гідроліз. Кадмій та його сполуки порівняно з аналогічними сполуками Цинку. Загальна характеристика Меркурію, його властивості, відмінні від Цинку та Кадмію: хімічна активність простої речовини, ковалентність зв'язків з м'якими лігандами, утворення зв'язків між атомами Меркурію. Окиснення ртуті сіркою та нітратною кислотою, взаємодія з ферум(III) хлоридом (демеркуризація). Сполуки Меркурію(I) і Меркурію(II): кислотно-основна й окисно-відновна характеристика, здатність солей до гідролізу.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Одержання купрум(II) гідроксиду та вивчення його кислотно-основних властивостей», «Гідроліз солей Купруму(II)», «Одержання сполук Купруму(I)», «Одержання і властивості гідроксидів Кадмію та Цинку», «Одержання сульфідів Цинку і Кадмію», «Одержання і властивості аргентум(I) оксиду», «Забарвлення полум'я солями Купруму», «Взаємодія калій йодиду з солями Меркурію», «Добування і властивості меркурій(I) оксиду та меркурій(II) оксиду», «Добування і властивості сульфідів Кадмію, Цинку та Меркурію». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук цих елементів, розв'язання розрахункових задач. Хімічна вікторина «Де людство використовує сполуки хімічних елементів IB та IIB груп».

2.6. Підгрупи Хрому і Мангану (18 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика підгрупи Хрому, її природні сполуки. Сполуки Хрому(II) та Хрому(III): кислотно-основна й окисно-відновна характеристика. Якісна реакція на катіон Cr^{3+}. Сполуки Хрому(VI): кислотно-основна й окисно-відновна характеристика, оксид, дихроматна кислота, хромати й дихромати. Молібден і Вольфрам: загальна характеристика, здатність до утворення ізополі- та гетерополікислот, окисно-відновні властивості сполук.

Загальна характеристика елементів підгрупи Мангану. Сполуки Мангану(II) та Мангану(III): кислотно-основна й окисно-відновна характеристика, здатність до комплексоутворення. Якісна реакція на катіон Mn^{2+}. Манган(IV) оксид: кислотно-основні й окисно-відновні властивості, вплив pH середовища на окисно-відновні властивості. Сполуки Мангану(VI): манганати, їх утворення, термічна стійкість, диспропорціювання в розчині, умови стабілізації. Сполуки Мангану(VII): окисно-відновні властивості, оксид, перманганатна кислота, її солі, продукти відновлення перманганатів за різних значень pH, окиснення органічних сполук, термічне розкладання.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Властивості хром(VI) оксиду», «Окисні властивості сполук Хрому(VI)», «Утворення нерозчинних хроматів», «Перетворення хромату у дихромат і навпаки», «Окиснення сполук Хрому(III) гідроген пероксидом», «Гідроліз солей Хрому(III)», «Амфотерні властивості хром(III) оксиду», «Окисні властивості манган(VII) оксиду», «Залежність ступеня відновлення калій перманганату від середовища», «Одержання і властивості манган(II) гідроксиду». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук цих елементів, розв'язання розрахункових задач.

2.7. *d*-Елементи VIIIB групи. Ферум, Кобальт, Нікель. Платинові метали (12 год)

Теоретична частина. Загальна характеристика елементів родини Феруму. Ферум: характеристика елемента, йонні стани, природні сполуки. Хімічна активність заліза, корозія виробів із цього металу. Сполуки Феруму(II): кислотно-основна й окисно-відновна характеристики. Сполуки Феруму(III): характеристика, хімічні властивості. Якісні реакції на катіони Феруму — Fe^{2+} і Fe^{3+}. Ферати: одержання, окисні властивості.

Кобальт і Нікель: валентні стани, хімічна активність. Найважливіші сполуки Кобальту(II), Кобальту(III) і Нікелю(II): характеристика окисно-відновних властивостей. Гідроліз солей Кобальту(II) і Кобальту(III). Якісні реакції на катіони Co^{2+} та Ni^{2+}.

Платинові метали: фізичні властивості, застосування. Загальна характеристика простих речовин, їх взаємодія з кислотами. Найважливіші сполуки платинових металів: хімічні властивості. Оксиди Осмію(VIII) і Рутенію(VIII), їх хімічні властивості.

Практична частина. Лабораторні роботи: «Відновлення сполук Феруму(III) воднем», «Одержання і властивості ферум(II) гідроксиду та ферум(III) гідроксиду», «Гідроліз солей Феруму(II) і Феруму(III)», «Відновні властивості сполук Феруму(II) й окисні властивості сполук Феруму(III)», «Якісні реакції на йони Fe^{2+} та Fe^{3+}», «Одержання кобальт(II) гідроксиду та нікель(II) гідроксиду, вивчення їх властивостей», «Окисні властивості сполук Кобальту(III) та Нікелю(III)». Виконання вправ зі складання ланцюжків перетворень хімічних сполук цих елементів, розв'язання розрахункових задач.

2.8. Конструкційні матеріали (9 год)

Теоретична частина. Вихідні матеріали для виплавки чавуну: залізна руда, агломерат, кокс, флюси. Продукти доменної плавки. Сутність процесу перероблення чавуну на сталь. Сучасні способи виготовлення сталі. Поняття «бесемерівський процес», «киснево-конверторний спосіб»,

«мартенівське виробництво сталі». Показники нових технологій виробництва сталі. Виплавлення сталі в електродугових та індукційних печах. Пряме відновлення заліза. Способи розливання сталі. Розкислення сталі: спокійна, кипляча, напівспокійна. Мідні й алюмінієві руди, підготовка їх до плавки. Виробництво міді, алюмінію. Сплави на мідній основі: властивості, маркування, застосування. Алюміній: властивості металу, сплави на його основі, їх застосування. Виробництво магнію і титану. Антифрикційні сплави. Бабіти. Припої.

Практична частина. Проведення мініконференції на тему «Виробництво чорних і кольорових металів в Україні». Вікторина «Роль сплавів у нашому житті».

2.9. Антикорозійні матеріали (9 год)

Теоретична частина. Загальні відомості про корозію металів і сплавів. Корозія металів: класифікація, наслідки. Поняття «захисна плівка». Механізм хімічної корозії за наявності захисної плівки. Кількісне вираження газової корозії. Методи досліджень газової корозії. Газова корозія заліза і сталі. Жаротривкі сталі. Основи теорії електрохімічної корозії. Процеси, що відбуваються на межі «метал — розчин електроліту». Механізм електрохімічної корозії. Фактори, причини й приклади виникнення електрохімічної гетерогенності металічної поверхні. Поняття «електродні потенціали». Методи захисту від корозії, електрохімічний захист металів. Основні види електрохімічного захисту: катодний (протекторний, зовнішнім струмом), анодний, оброблення корозійного середовища. Анодні, катодні й органічні сповільнювачі (інгібітори) корозії.

Практична частина. Лабораторна робота «Вплив pH на корозійну стійкість металів». Круглий стіл «Корозія й антикорозійні матеріали».

2.10. Скло і керамічні матеріали (9 год)

Теоретична частина. Класифікація керамічних матеріалів, їх будова. Структура кераміки, характеристика і роль структурних складників (кристалічної, склоподібної та газової фаз). Текстура, макро- і мікроструктура кераміки. Властивості керамічних матеріалів: фізико-хімічні, теплофізичні й електрофізичні, вогнетривкість, морозостійкість, корозійна (хімічна) стійкість, естетичні й споживчі властивості.

Основні відомості про скло, характеристика склоподібного стану речовин. Класифікація скла за видом твірних матеріалів: скло елементарне, скло оксидне, скло галогенідне (фтороберилатне), скло халькогенідне та ін. Властивості скла: електричні (електропровідність, діелектричні властивості, електрична міцність), теплові (теплоємність, теплопровідність, термічне розширення, термічна стійкість),

оптичні (показник заломлення світла, дисперсія, поглинання та відбивання світла, спектри поглинання забарвленого скла, люмінесценція, соляризація).

Практична частина. Підготовка презентацій на тему «Що я знаю про виробництво скла та кераміки». Інтерактивна гра «Відповідники»: властивості скла і керамічних матеріалів.

Розділ 3. Науково-дослідницька діяльність (108 год)

3.1. Дослідницька робота із загальної та неорганічної хімії (81 год)

Теоретична частина. Актуальність науково-дослідницької діяльності вихованця / вихованки — члена Малої академії наук України. Академічна доброчесність. Порушення академічної доброчесності: плагіат, самоплагіат, фальсифікація, фабрикація, некоректне парафразування тощо. Моральна відповідальність вченого. Організаційні аспекти наукової діяльності. Основні етапи проведення наукових досліджень: визначення проблеми, формулювання теми, мети й завдань дослідження, аналіз наукових джерел, теоретичні й експериментальні дослідження, аналіз результатів, формулювання висновків, оформлення та представлення результатів дослідження, впровадження, визначення економічного ефекту. Опрацювання результатів експериментального дослідження: ранжування, групування. Методи графічної інтерпретації результатів експерименту. Похибки у хімічному аналізі, їх типи.

Практична частина. Семінар-тренінг з академічної доброчесності. Обрання теми індивідуального дослідницького проєкту. Розроблення плану роботи й визначення етапів виконання. Пошук інформації в бібліотеках та інтернеті: ознайомлення з науковими статтями, критичний аналіз зібраних даних, систематизація. Формування списку використаних джерел. Виконання експериментальної частини наукового дослідження. Опрацювання отриманих результатів, їх опис. Формулювання проміжних і загальних висновків.

3.2. Презентація результатів дослідницької роботи (27 год)

Теоретична частина. План захисту дослідницької роботи. Доповідь: структура, оформлення. Підготовка до презентації та представлення результатів дослідження. Сучасні комп'ютерні програми для створення презентацій і постерів. Публічний виступ, підготовка до нього. Дискусія: основні правила проведення. Постер як ефективний інструмент для представлення результатів наукового дослідження. Основні рекомендації щодо оформлення постера, вимоги до заголовків, шрифтів, ілюстрацій, розміру тексту для забезпечення ясності наукових досягнень й ефективної комунікації.

Практична частина. Підготовка доповіді, представлення, обговорення, виправлення помилок. Розроблення ескізів до презентації дослідницької роботи та постера. Робота в групах: проведення дискусій.

Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за навчальний рік.

Практична частина. Аналіз науково-дослідницьких досягнень вихованців / вихованок. Поради й рекомендації щодо подальшої науково-дослідницької діяльності.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна:* вміння використовувати знання із загальної та неорганічної хімії для виконання різноманітних технічних і прикладних завдань, таких як аналіз якості води, розробка нових функціональних матеріалів (скла, кераміки, антикорозійних матеріалів);
- *практична:* дослідження хімічних властивостей металів і неметалів та їх сполук; створення нових функціональних матеріалів; фіксування результатів, їх опис з використанням рівнянь хімічних реакцій; пошук альтернативних методів отримання водню;
- *творча:* розвиток творчих здібностей під час проведення пошукового, наукового дослідження в галузі загальної та неорганічної хімії; формування логічного й аналітичного мислення;
- *соціальна:* здатність ефективно спілкуватися під час обговорень, дискусій і рефлексій, співпрацювати в команді у процесі виконання практичних завдань і проєктів, конструктивно обмінюватись ідеями; набуття досвіду застосування знань із загальної та неорганічної хімії для виконання практичних завдань, пов'язаних із дослідженням і вдосконаленням реальних об'єктів природи та техніки.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ (на прикладі групи з 10 вихованців / вихованок)

Лабораторне обладнання і реактиви	Кількість, шт.
Комп'ютер	1
Мультимедійний проєктор	1
Шафа витяжна лабораторна	1
Шафа сушильна	1

Лабораторне обладнання і реактиви	Кількість, шт.
Мийка лабораторна з сушаркою	1
Лоток для реактивів	10
Пробірка хімічна	100
Штатив для пробірок	10
Тримач для пробірок	10
Пінцет	2
Шпатель	2
Окуляри захисні	10
Рукавички гумові кислотостійкі	10
Паличка скляна	15
Спиртівка	5
Прилад для електролізу	1
Вольтметр	2
pH-метр	3
Піпетка градуйована (різної місткості)	30
Колба мірна	10
Стакан хімічний	30
Посудина Дьюара	8
Термометр	2
Секундомір	5
U-подібна трубка	1
Електрод, з'єднаний з блоком живлення	1
Бюретка	10
Колба для титрування	30
Ваги	1
Плита нагрівальна	5
Апарат Сокслета	3
Прилад для седиментаційного аналізу (або мікроскоп для проведення ультрамікроскопії)	1
Набір хімічних реактивів (для дослідів протягом навчального року)	10

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академічна доброчесність: проблеми дотримання та пріоритети поширення серед молодих вчених : кол. моногр. / Н. Г. Сорокіна та ін. Дніпро : ДРІДУ НАДУ, 2017. 168 с.
2. Баранович Д. Б. Словник термінів з інтелектуальної власності, інноватики, організації наукових досліджень : навч. посіб. Львів : Левада, 2021. 128 с.
3. Березан О. Хімія елементів та їхніх сполук у перетвореннях. Тернопіль : Підручники і посібники, 2021. 160 с.
4. Бутенко А. Хімія : підручник для 8 класу (поглиблене вивчення хімії). Харків : Гімназія, 2021. 286 с.
5. Галушко С. М. Фізична і колоїдна хімія. Практикум : навч.-метод. посіб. Умань : АЛМІ, 2017. 102 с.
6. Гомонай В. І., Мільович С. С. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Вінниця : Нова Книга, 2016. 448 с.
7. Досліди. Екзо- та ендотермічні реакції / КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=6LdTd9RfRRg (дата звернення: 16.05.2026).
8. Експериментальні методи в координаційній хімії / В. В. Скопенко та ін. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2008. 448 с.
9. Єльцов С. В., Водолазька Н. О. Практикум з фізичної та колоїдної хімії : навч. посіб. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. 236 с.
10. Загальна та неорганічна хімія / В. А. Копілевич та ін. Київ : Фенікс, 2003. 752 с.
11. Загальна та неорганічна хімія. Частина ІІ : підручник / В. Б. Ємельянов та ін. Київ : Дорадо-Друк, 2014. 356 с.
12. Збірник задач та вправ з хімії / К. В. Теребіленко та ін. Київ : Компринт, 2021. 62 с.
13. Ісаєва Л. Є., Лев І. Ю. Хімія неметалів : навч. посіб. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2012. 78 с.
14. Історія хімії : навч. посіб. / О. М. Камінський та ін. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 198 с.
15. Ковальчук Є. П., Решетняк О. В. Фізична хімія. Львів : ВЦ ЛНУ імені І. Франка, 2007. 800 с.
16. Ковтун Г. О. Про хіміків. Київ : Академперіодика, 2006. 264 с.
17. Колесников О. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. 2-ге вид., випр. та доповн. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 144 с.
18. Корнет М. М., Перетятько В. В., Бражко О. А. Методологія та організація наукових досліджень в хімії : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 152 с.

19. Лебідь В. І. Фізична хімія. Харків : Фоліо, 2005. 476 с.
20. Левітін Є. Я., Бризицька А. М., Клюєва Р. Г. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студ. вищ. навч. закл. Харків : НФаУ, Золоті сторінки, 2017. 512 с.
21. Лекторій для юних хіміків. Заняття 11. Неметали. Що приховує «не»? Частина 1. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=_OA-N5NJMng&t=5s (дата звернення: 16.05.2025).
22. Лекторій для юних хіміків. Заняття 12. Неметали. Що приховує «не»? Частина 2. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=SYKrznWpJiw&t=5s (дата звернення: 16.05.2026).
23. Лекторій для юних хіміків. Заняття 14. Таємниці кислотно-основного балансу. Частина 1. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=td8g1BJYcxs&t=2s (дата звернення: 16.05.2026).
24. Лекторій для юних хіміків. Заняття 15. Таємниці кислотно-основного балансу. Частина 2. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=bsc-boPN3SI&t=5s (дата звернення: 16.05.2026).
25. Лекційні досліди. Неметали. Частина 1. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=La6SaeETKUA (дата звернення: 16.05.2026).
26. Лекційні досліди. Неметали. Частина 2. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=s0diyJj7aAY (дата звернення: 16.05.2026).
27. Мєшкова О. М. Хімія : збірник завдань. Харків : Основа, 2018. 224 с.
28. Неорганічна хімія : досліди з базового курсу. НТУ «Харківський політехнічний інститут». URL: https://www.youtube.com/@НеорганічнахіміяДослідизбазово (дата звернення: 16.05.2026).
29. Неорганічна хімія : навч.-метод. посіб. (зошит) / І. С. Ковальчук та ін. Київ : ВСВ «Медицина», 2017. 80 с.
30. Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія : підручник для 9 класу. Київ : ВЦ «Академія», 2017. 240 с.
31. Рижко О. М. Плагіат як соціально-комунікаційне явище : моногр. Київ : Паливода А. В., 2017. 388 с.
32. Роїк О. С., Усенко Н. І. Фізична хімія. Основи термодинаміки. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2010. 250 с.
33. Слободяник М. С., Колотілов С. В., Гавриленко К. С. Будова атомів і молекул, хімічний зв'язок : метод. посіб. Київ : Науковий світ, 2008. 24 с.
34. Теребіленко К. В. Окисно-відновні реакції. Київ : Компринт, 2015. 82 с.
35. Теребіленко К. В., Гуральский І. О. Хімія функціональних матеріалів. Київ : Ліра-К, 2021. 110 с.

36. Фізико-хімічні основи процесів очищення води : підручник / М. Д. Гомеля та ін. Київ : ВД «Кондор», 2019. 256 с.
37. Фізична та колоїдна хімія / Д. М. Брускова та ін. Київ : Університет «Україна», 2020. 530 с.
38. Хімія для підготовчих відділень / Р. Є. Слободнюк, Г. С. Маслак, Н. І. Цокур, Г. В. Долгіх. Херсон : Олді-Плюс, 2021. 402 с.
39. Хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. закл. (нехім. спец.) / В. О. Павленко та ін. Харків : Фоліо, 2014. 958 с.
40. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин. Практикум з аналітичної хімії : навч. посіб. для студентів хім. та фарм. спец. закл. вищ. освіти. Вид. 2-ге, доповн. та переробл. Херсон : Олді-Плюс, 2020. 304 с.
41. Atkins P. W., Overton T. L., Rourke J. P., Weller M. T. Shriver and Atkins' Inorganic Chemistry. 5th ed. New York : Oxford University Press, 2019. 850 p.
42. Baig N., Kammakakam I., Falath W. Nanomaterials : a Review of Synthesis Methods, Properties, Recent Progress, and Challenges. *Materials Advances*. 2021. Vol. 2. No. 6. P. 1821–1871.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академічна доброчесність: проблеми дотримання та пріоритети поширення серед молодих вчених : кол. моногр. / Н. Г. Сорокіна та ін. Дніпро : ДРІДУ НАДУ, 2017. 168 с.
2. Алексєєв С. О. Хімія координаційних сполук. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2010. 158 с.
3. Баранович Д. Б. Словник термінів з інтелектуальної власності, інноватики, організації наукових досліджень : навч. посіб. Львів : Левада, 2021. 128 с.
4. Барфілд М., Гамфрі Л. Елементарно! Науковий детектив. Досліджуємо атоми, з яких складається наша оселя. Харків : Жорж, 2020. 64 с.
5. Березан О. Хімія елементів та їхніх сполук у перетвореннях. Тернопіль : Підручники і посібники, 2021. 160 с.
6. Богданова В. Я. Хімічні реакції навколо нас. Харків : Ранок, 2024. 112 с.
7. Габ А. І., Шахнін Д. Б., Малишев В. В. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. Київ : Університет «Україна», 2018. 396 с.
8. Дослід. Взаємодія основного та кислотного оксидів з водою. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=-ZBLuqt2fFE (дата звернення: 16.05.2026).

9. Дослід. Несолетворний оксид: одержання та хімічні властивості. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=RhK-pe-IkUzY (дата звернення: 16.05.2026).
10. Дослід. Одержання та властивості кислої солі. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=kCX7fTWQoNc (дата звернення: 16.05.2026).
11. Дослід. Окисно-відновні реакції відновлення Mn^{+7} за різних значень pH. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=rH8iMCKI7fE (дата звернення: 16.05.2026).
12. Дослід. Основна сіль: одержання та властивості. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=NjrZEPrGbbg (дата звернення: 16.05.2026).
13. Дослід. Отримання амфотерних гідроксидів Zn і Cr та їх хімічні властивості. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=UqrLqb0OmvI (дата звернення: 16.05.2026).
14. Загальна та неорганічна хімія / В. А. Копілевич та ін. Київ : Фенікс, 2003. 752 с.
15. Загальна хімія : підручник / О. І. Панасенко та ін. Запоріжжя : Вид-во ЗДМУ, 2015. 422 с.
16. Збірник задач та вправ з хімії / К. В. Теребіленко та ін. Київ : Компринт, 2021. 62 с.
17. Комплексні технології сорбційного очищення води від йонів важких металів : моногр. / В. В. Галиш та ін. Київ : ВД «Кондор», 2020. 152 с.
18. Лабораторні досліди кафедри аналітичної хімії НУ «Львівська політехніка». URL: https://www.youtube.com/@%D0%A4%D0%90%D0%97%D0%A5%D0%9D%D0%A3%D0%9B%D0%9F/videos?app=desktop (дата звернення: 16.05.2026).
19. Левітін Є. Я., Бризицька А. М., Клюєва Р. Г. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студ. вищ. навч. закл. Харків : НФаУ, Золоті сторінки, 2017. 512 с.
20. Лекторій для юних хіміків. Заняття 2. Світ хімії. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=5p1JviYV3Go (дата звернення: 16.05.2026).
21. Лекторій для юних хіміків. Заняття 3. Таємниці будови атома. Частина 1. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=qibX3hcpyXU (дата звернення: 16.05.2026).
22. Лекторій для юних хіміків. Заняття 4. Таємниці будови атома. Частина 2. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=_x3CIchGO2s (дата звернення: 16.05.2026).
23. Лекторій для юних хіміків. Заняття 5. Хімічний зв'язок — мистецтво створення молекул. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=e3l8ECcbefI (дата звернення: 16.05.2026).

24. Лекторій для юних хіміків. Заняття 6. Що «приховує» хімічна реакція? Частина 1. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=oah_Y7US5is (дата звернення: 16.05.2026).
25. Лекторій для юних хіміків. Заняття 7. Що «приховує» хімічна реакція? Частина 2. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=qxrpkS1cIkk (дата звернення: 16.05.2026).
26. Лекторій для юних хіміків. Заняття 8. Розкриваємо таємниці кислотних і основних властивостей. Частина 1. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=fpgeYEEWixU (дата звернення: 16.05.2026).
27. Лекторій для юних хіміків. Заняття 9. Розкриваємо таємниці кислотних і основних властивостей. Частина 2. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=YFf_lFGsPNc (дата звернення: 16.05.2026).
28. Лекторій для юних хіміків. Заняття 10. Таємниці кислотних і основних властивостей. Частина 3. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=45vUcHF6faA (дата звернення: 16.05.2026).
29. Лекторій для юних хіміків. Заняття 13. Метали. Хто вони є? КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=uoqD8FVDwkc&t=2s (дата звернення: 16.05.2026).
30. Лекторій для юних хіміків. Заняття 21. Воднева енергетика: зелена та відновлювана. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=HE0A4iZPjBI (дата звернення: 16.05.2026).
31. Лекторій для юних хіміків. Заняття 22. Хроматографія: історія та сьогодення. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=L2sR8YhpA3g (дата звернення: 16.05.2026).
32. Лекторій для юних хіміків. Заняття 38. Нанохімія та нанотехнологія. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=eqaal1pIGrU (дата звернення: 16.05.2026).
33. Лекційні досліди. Таємниці кислотно-основного балансу. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: https://www.youtube.com/watch?v=zcs41rqUtN8 (дата звернення: 16.05.2026).
34. Леонтьєв Д. В., Кочергіна А. В. Світ алхімії. Велика ілюстрована енциклопедія. Харків : Веста, 2011. 272 с.
35. Максимов О. С., Шевчук Т. О. Історія хімії : підручник. Мелітополь : Люкс, 2010. 288 с.
36. Мєшкова О. М. Хімія : збірник завдань. Харків : Основа, 2018. 224 с.
37. Мислюк О. О. Основи хімічної екології. Київ : Кондор, 2012. 660 с.
38. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / М. О. Боровий та ін. Київ : Інтерсервіс, 2015. 350 с.

39. Неорганічна хімія : досліди з базового курсу. НТУ «Харківський політехнічний інститут». URL: https://www.youtube.com/@НеорганічнахіміяДослідизбазово (дата звернення: 16.05.2026).
40. Неорганічна хімія : навч.-метод. посіб. (зошит) / І. С. Ковальчук та ін. Київ : ВСВ «Медицина», 2017. 80 с.
41. Олійник М., Романенко Ю. Історія та методологія хімії : курс лекцій (метод. посіб.). Донецьк : ДонНУ, 2006. 158 с.
42. Панчук О. Е. Історія хімії : конспект лекцій. 2-ге вид., випр. і доповн. Чернівці : ЧНУ, 2010. 58 с.
43. Пономарьова В. В. Хімія. Основні класи неорганічних сполук. Київ : Ліра-К, 2022. 96 с.
44. Теребіленко К. В., Огенко В. М. Нанохімія та нанотехнологія : навч. посіб. Київ : Компринт, 2020. 146 с.
45. Функціональні наноматеріали : конспект лекцій / С. П. Панченко; НТУ «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2022. 48 с.
46. Хімія для підготовчих відділень / Р. Є. Слободнюк, Г. С. Маслак, Н. І. Цокур, Г. В. Долгіх. Херсон : Олді-Плюс, 2021. 402 с.
47. Цвєткова Л. Б. Загальна хімія: теорія і задачі. Львів : Новий світ — 2000, 2020. 400 с.
48. Шкільні експерименти з хімії / Лабораторія експериментальних досліджень ExLab. URL: https://www.youtube.com/playlist?app=desktop&list=PLH3TOFhoIb_m2zf4_XhhvEMesCwf4FuQL (дата звернення: 16.05.2026).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ БАЗ ДАНИХ

1. Chemical Entities of Biological Interest (ChEBI). URL: https://www.ebi.ac.uk/chebi/ (дата звернення: 16.05.2026).
2. ChemSpider. URL: https://www.chemspider.com (дата звернення: 16.05.2026).
3. Common Chemistry from Chemical Abstracts Service (CAS). URL: https://www.commonchemistry.org/ (дата звернення: 16.05.2026).
4. eMolecules. URL: https://www.emolecules.com/ (дата звернення: 16.05.2025).
5. NIST Chemistry WebBook. URL: https://webbook.nist.gov/chemistry/ (дата звернення: 16.05.2026).
6. PubChem. URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov (дата звернення: 16.05.2026).

О. Л. Толстов, О. В. Слісенко

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА БІОХІМІЯ»

ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ

«Схвалено для використання в освітньому процесі»
Рішення експертної комісії з позашкільної освіти від 31.08.2026 (протокол № 5)

Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам державної установи «Український інститут розвитку освіти» за № ПЗ-0016-26

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Сучасний стан розвитку освіти висуває підвищені вимоги щодо оновлення змісту й удосконалення науково-методичного забезпечення освітньої діяльності, спрямованої на формування в учнів і учениць цілісних знань про хімічні явища і роль хімії, навичок порівняння, узагальнення та виявлення зв'язків між будовою, властивостями та застосуванням речовин, а також професійне самовизначення. Важливим є залучення учнів і учениць до активного навчання в гуртках дослідницько-експериментального напряму закладів позашкільної освіти.

Навчальна програма «Органічна хімія та біохімія» розроблена з урахуванням законів «Про освіту», «Про позашкільну освіту», Положення про позашкільний навчальний заклад, Типових навчальних планів для організації навчально-виховного процесу в позашкільних навчальних закладах системи Міністерства освіти і науки України, Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, Основних орієнтирів виховання учнів 5–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів.

Укладання навчальної програми зумовлене необхідністю впровадження інноваційних форм і методів роботи з вихованцями / вихованками, які виявляють зацікавленість у поглибленому вивченні хімії.

Програма побудована на основі особистісно орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів.

Метою програми є формування у вихованців / вихованок ключових і предметних компетентностей у процесі пізнавальної, творчої, науково-дослідницької діяльності в гуртку дослідницько-експериментального напряму.

Основні **завдання** програми полягають у формуванні таких компетентностей:

пізнавальної: формувати науковий світогляд, розвивати пізнавальну ініціативність, навички планування та здійснення активної пізнавальної діяльності на основі інтегрованих знань, використання наукових методів для розв'язання прикладних, дослідницьких завдань у галузі хімії;

практичної: формувати навички виконання практичних завдань і творчих проєктів, поєднання фундаментальних знань із хімії та практичних навичок висувати гіпотези, аналізувати й оцінювати проблеми в науково-дослідницькій діяльності, знаходити способи й засоби їх розв'язування з дотриманням принципів академічної доброчесності та наукової етики;

творчої: розвивати вміння застосовувати творчий підхід до використання знань із хімії у процесі розв'язання практичних і дослідницьких завдань, навички генерування ідей, виявлення суперечностей, здатність до реалізації власних творчих здібностей;

соціальної: формувати повагу до наукової діяльності; розвивати навички ефективно співпрацювати для досягнення окреслених цілей, реалізації власних ініціатив, розв'язання визначених завдань; сприяти самореалізації та професійному самовизначенню.

Для забезпечення високого рівня освітньої діяльності зміст програми розроблено з урахуванням принципів науковості та доступності, свідомості й активності, зв'язку навчання з життям, поєднання теорії і практики. Їх дотримання забезпечує усвідомлення практичної значущості знань, сприяє розвитку пізнавальної самостійності, відповідального ставлення до ухвалення рішень, готує до участі в конкурсних заходах, олімпіадах із хімії.

Програма розрахована на один рік навчання на основному рівні й призначена для роботи з вихованцями / вихованками віком 15–17 років, які виявляють бажання долучитися до активної науково-дослідницької діяльності в галузі хімії. Загальна кількість навчального часу становить 288 год на рік (8 год на тиждень).

Програма охоплює низку тем шкільного курсу хімії з акцентом на їх прикладну спрямованість. Основний зміст навчання за програмою спрямований на удосконалення та поглиблення хімічних знань, докладне ознайомлення із сучасною науковою термінологією в галузі хімії, формами й методами, що використовуються в науково-дослідницькій діяльності, правилами роботи з джерелами інформації, вимогами щодо виконання індивідуального дослідницького проєкту.

Один із критеріїв розроблення змісту програми — урахування міжпредметних зв'язків для формування у вихованців / вихованок цілісної системи знань, поглиблення інтересу до опанування ґрунтовних знань у галузі хімії, їх використання для розв'язання завдань пізнавальної, прак-

тичної та науково-дослідницької діяльності й пов'язаних із хімією проблем у повсякденному житті.

Програмою передбачено інтерактивні, групові, індивідуальні форми роботи під час очного, дистанційного і змішаного навчання з використанням різноманітних навчальних платформ, інтерактивних застосунків, програмного забезпечення, відкритих освітніх ресурсів.

Визначення рівня знань і практичних навичок вихованців / вихованок здійснюється за результатами виконання тестових, творчих завдань, участі в диспутах, предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України, а також під час виступів на семінарах і конференціях.

Програма може використовуватися під час занять, які проводяться відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 № 1123).

Основний рівень
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Теоретичні основи органічної хімії	**7**	**14**	**21**
1.1. Органічні сполуки	3	6	9
1.2. Хімічна будова органічних сполук	2	4	6
1.3. Структура молекул органічних сполук	2	4	6
Розділ 2. Будова і класифікація органічних сполук	**19**	**38**	**57**
2.1. Атомні орбіталі	3	6	9
2.2. Хімічний зв'язок в органічних молекулах	3	6	9
2.3. Класифікація і номенклатура органічних сполук	4	8	12
2.4. Гомологічний ряд. Ізомерія	5	10	15
2.5. Функціональна група	4	8	12

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Розділ 3. Вуглеводні та їх функціональні похідні	**26**	**52**	**78**
3.1. Характеристики вуглеводнів	3	6	9
3.2. Алкани	3	6	9
3.3. Алкени	3	6	9
3.4. Алкіни	3	6	9
3.5. Алкадієни	3	6	9
3.6. Ароматичні вуглеводні	4	8	12
3.7. Джерела вуглеводнів	3	6	9
3.8. Галогенопохідні вуглеводнів	4	8	12
Розділ 4. Оксигеновмісні органічні сполуки	**33**	**66**	**99**
4.1. Характеристики оксигеновмісних органічних сполук	2	4	6
4.2. Одноатомні спирти	2	4	6
4.3. Дво- і багатоатомні спирти	2	4	6
4.4. Феноли	3	6	9
4.5. Етери	3	6	9
4.6. Альдегіди. Кетони	3	6	9
4.7. Монокарбонові кислоти	4	8	12
4.8. Ди- та полікарбонові кислоти	4	8	12
4.9. Естери. Жири	4	8	12
4.10. Вуглеводи. Моносахариди	2	4	6
4.11. Вуглеводи. Дисахариди	2	4	6
4.12. Вуглеводи. Полісахариди	2	4	6
Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність	**8**	**19**	**27**
5.1. Основи науково-дослідницької діяльності	3	3	6
5.2. Академічна доброчесність і наукова етика	1	2	3
5.3. Етапи виконання дослідження	4	14	18
Підсумок	—	3	3
Разом	**94**	**194**	**288**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка. Форми навчання в гуртку. Навчальні платформи й інтерактивні застосунки.

Внесок українських вчених у розвиток органічної хімії та біохімії.

Безпека життєдіяльності та поведінка в закладі освіти, кабінеті хімії, хімічній лабораторії.

Практична частина. Інтерактивна вправа «Знайомство». Обговорення організаційних питань роботи гуртка.

Розділ 1. Теоретичні основи органічної хімії (21 год)

1.1. Органічні сполуки (9 год)

Теоретична частина. Органічна хімія, етапи її становлення і розвитку.

Органічні й неорганічні сполуки, їх особливості. Хімічні елементи: складники більшості органічних сполук.

Вітчизняні й іноземні вчені-хіміки: внесок у розвиток органічної хімії.

Практична частина. Складання стрічки часу розвитку органічної хімії. Перегляд, обговорення відео про найвідоміших хіміків.

Створення порівняльної таблиці про органічні й неорганічні сполуки.

Виконання практичних завдань: «Визначення елементів», «Аналіз продукту».

1.2. Хімічна будова органічних сполук (6 год)

Теоретична частина. Валентність і послідовність атомів у молекулі органічної речовини. Взаємозв'язок послідовності атомів у молекулі та властивостей. Взаємний вплив атомів (груп атомів) на властивості органічних молекул.

Практична частина. Моделювання атомів хімічних елементів змінної валентності, зображення схеми їх сполучення в молекули. Обговорення результатів виконання творчого завдання на застосування теорії хімічної будови органічних сполук.

Інтерактивна вправа «Реальне проти нереального».

1.3. Структура молекул органічних сполук (6 год)

Теоретична частина. Брутто-формули. Різновиди структурних формул. Способи відображення просторової будови молекули органічної сполуки. Візуалізація молекул. Вимоги до застосування окремої структурної моделі. Перехід від однієї моделі до іншої.

Практична частина. Розв'язання завдань із використанням різних способів відображення структури молекул. Інтерактивна вправа «Від планарного до просторового, і навпаки».

Моделювання 3D-молекул у застосунку «Molecular Constructor».

Розділ 2. Будова і класифікація органічних сполук (57 год)

2.1. Атомні орбіталі (9 год)

Теоретична частина. Органічні сполуки. Атомні орбіталі. Форми атомних орбіталей. Концепція гібридизації атомних орбіталей. Метод молекулярних орбіталей.

Сучасні уявлення про стан атома Карбону в органічних сполуках.

Практична частина. Конструювання простих і складних атомних орбіталей.

Виконання завдання «Будуємо та змінюємо: від вільних орбіталей до зв'язаних» із використанням відеопосібника з гібридизації атомних орбіталей. Розв'язування задач на визначення типу гібридизації.

2.2. Хімічний зв'язок в органічних молекулах (9 год)

Теоретична частина. Електронегативність хімічних елементів. Електронні явища в органічній молекулі та взаємний вплив атомів у молекулі. Хімічний зв'язок як прояв взаємодії атомів у молекулі, σ- та π-зв'язки. Особливості утворення хімічних зв'язків. Типи хімічних зв'язків в органічних молекулах. Ковалентний зв'язок. Донорно-акцепторний зв'язок. Водневий зв'язок. Йонний зв'язок.

Практична частина. Інтерактивна вправа «Визначення типу хімічного зв'язку в молекулі». Виконання тестових завдань і логічних задач. Демонстрація «Хімічний зв'язок і властивості», обговорення результатів.

Робота в групах: «Відтвори невідоме».

2.3. Класифікація і номенклатура органічних сполук (12 год)

Теоретична частина. Класифікації органічних сполук: принципи й підходи. Номенклатура органічних сполук, її різновиди. Номенклатура IUPAC. Особливості та відмінності номенклатур органічних сполук у різних країнах. Тривіальні та систематичні назви органічних сполук.

Практична частина. Визначення належності органічних сполук до класу.

Інтерактивні вправи: «Як її назвати», «Знайди сполуку».

Мініпрезентація «Номенклатури органічних речовин: переваги й недоліки».

2.4. Гомологічний ряд. Ізомерія (15 год)

Теоретична частина. Гомологічний ряд. Гомологічна різниця. Взаємозв'язок між сполуками в гомологічному ряду.

Ізомерія та ізомери. Основні види ізомерії. Спільні ознаки та відмінності між молекулами-ізомерами.

Практична частина. Виконання завдань: «Визначити гомологи», «Продовжити ряд», «Установити закономірності». Створення порівняльної таблиці.

Робота в групах: створення схеми «Гомологічний ряд».

Творче завдання «Диво-ізомер». Розв'язування творчих і логічних задач.

2.5. Функціональна група (12 год)

Теоретична частина. Основні структурні фрагменти в органічних молекулах: прості та кратні зв'язки, вуглецевий скелет, радикали й функціональні групи.

Реакційна здатність органічних сполук.

Типи реакцій в органічній хімії.

Практична частина. Перегляд, обговорення відеоматеріалів «Функціональна група та реакційна здатність органічних сполук».

Створення порівняльної таблиці «Реакції неорганічних та органічних сполук». Виконання практичних завдань «Завершити рівняння», «Скласти перетворення», «Обчислити за рівнянням».

Демонстрація «Реакції та реакційна здатність органічних сполук».

Творчі завдання: розроблення колажу «Екологія і хімічні реакції», створення інфографіки «Реакції приєднання, заміщення, відщеплення».

Дослідницький мініпроєкт «Одна речовина і різні типи реакцій».

Розділ 3. Вуглеводні та їх функціональні похідні (78 год)

3.1. Характеристики вуглеводнів (9 год)

Теоретична частина. Вуглеводні: класифікація, склад, особливості хімічної будови. Взаємозв'язок між окремими класами вуглеводнів.

Практична частина. Демонстраційний експеримент «Дивовижні вуглеводні».

Виконання завдань: «Ланцюжок перетворень», «Якісні реакції», «Визначити формули», «Відновити пропуски».

Складання порівняльної таблиці. Обчислення об'єму газу і масової частки.

Робота в групах: створення інфографіки «Екологія: горіння і продукти неповного згоряння», розроблення схеми «Клас вуглеводнів», створення колажу «Використання вуглеводнів».

Мініпроєкт «Вуглеводні в енергетиці».

3.2. Алкани (9 год)

Теоретична частина. Електронна та просторова будова молекул насичених вуглеводнів (алканів і циклоалканів). Гомологічний ряд, номенклатура й ізомерія насичених вуглеводнів. Природні джерела алканів і циклоалканів, способи їх штучного одержання.

Фізичні й хімічні властивості насичених вуглеводнів. Гомолітичний розрив зв'язків у молекулах алканів. Алкільні радикали. Механізм ланцюгових радикальних реакцій заміщення в алканах.

Промислове значення насичених вуглеводнів. Найвідоміші сполуки класу алканів.

Практична частина. Демонстрація «Фізичні та хімічні властивості алканів». Інтерактивна вправа «У пошуках радикалів».

Створення схеми «Гомологічний ряд». Розв'язування розрахункових задач. Виконання завдань: «Порівняння реакційності», «Реакція заміщення».

Робота в малих групах: написання стислого повідомлення про склад, властивості та використання природного газу.

3.3. Алкени (9 год)

Теоретична частина. Алкени — ненасичені вуглеводні з подвійним зв'язком. Електронна будова молекул, гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алкенів.

Фізичні й хімічні властивості алкенів. Алкени в природі, методи їх одержання.

Реакція полімеризації. Промислове значення алкенів. Найвідоміші сполуки класу алкенів.

Практична частина. Демонстрація «Хімічні властивості алкенів». Проведення експерименту «Ідентифікація ненасичених сполук».

Виконання завдань на обчислення за рівняннями реакцій.

Робота в малих групах: створення таблиці «Алкени й побутові явища».

Написання тез «Алкени: негативний вплив на довкілля».

3.4. Алкіни (9 год)

Теоретична частина. Алкіни: гомологічний ряд, номенклатура й ізомерія. Методи одержання алкінів.

Фізичні й хімічні властивості алкінів. Кислотні властивості термінальних алкінів. Найвідоміші сполуки класу алкінів.

Промислове значення алкінів.

Практична частина. Виконання тестових завдань. Демонстрація «Хімічні властивості алкінів».

Обчислення за рівняннями реакцій.

Розроблення схеми «Гомологічний ряд алкінів та реакції».

Створення інфографіки «Застосування алкінів».

3.5. Алкадієни (9 год)

Теоретична частина. Кон'югація — спряження подвійних зв'язків. Класифікація та ізомерія алкадієнів. 1,3-Алкадієни, методи їх одержання.

Хімічні властивості алкадієнів.

Реакція полімеризації 1,3-алкадієнів та її промислове значення.

Практична частина. Розв'язування розрахункових задач. Створення колажу «Алкадієни: будова, властивості, застосування».

Написання плану повідомлення про шкідливий вплив продуктів перероблення алкадієнів на довкілля. Міні-проєкт «Способи захисту довкілля».

3.6. Ароматичні вуглеводні (12 год)

Теоретична частина. Електронна будова ароматичних вуглеводнів (аренів). Поняття ароматичності. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія аренів. Методи одержання аренів.

Фізичні й хімічні властивості аренів. Механізм електрофільного заміщення. Електронні ефекти та реакційна здатність аренів. Реакції приєднання.

Промислове значення аренів.

Практична частина. Демонстрація «Фізичні й хімічні властивості ароматичних вуглеводнів».

Пошук в інтернеті, опрацювання інформації про ароматичні вуглеводні, заповнення таблиці «Властивості ароматичних вуглеводнів».

Виконання завдання «Визначити ароматичний вуглеводень за описом».

Складання плану визначення ароматичних вуглеводнів за допомогою реакцій.

Виконання творчого завдання «Хімічний портрет».

Створення колажу «Ароматичні вуглеводні в нашому житті».

Розв'язування розрахункових задач.

3.7. Джерела вуглеводнів (9 год)

Теоретична частина. Природні джерела насичених і ненасичених вуглеводнів. Способи видобування вуглеводнів. Промислове перероблення вуглеводнів. Нафтохімічна промисловість. Природні джерела і зелена енергетика. Основні напрями застосування вуглеводнів.

Практична частина. Пошук в інтернеті, аналіз інформації про джерела вуглеводнів, написання стислого повідомлення, обговорення результатів.

Виконання тестових завдань. Складання кросвордів.

Робота з атласами та картами «Енергомісткі корисні копалини».

Виконання розрахунків за рівняннями реакцій.

Обговорення проблеми «Традиційні й альтернативні джерела енергії».

3.8. Галогенопохідні вуглеводнів (12 год)

Теоретична частина. Галогенопохідні аліфатичних вуглеводнів: номенклатура та ізомерія. Поняття «стереохімія органічних сполук». Методи одержання галогенопохідних вуглеводнів. Утворення зв'язків C–F та C–I. Хімічні властивості галогеналканів. Правило Зайцева. Механізми реакцій S_{N1}, S_{N2}, E_1 та $E_{2.}$ Найвідоміші сполуки класу галогенопохідних вуглеводнів.

Практична частина. Демонстрація «Хімічні властивості галогенопохідних вуглеводнів», «Якісні реакції галогенопохідних вуглеводнів».

Виконання завдань: «Реакції одержання галогенопохідних вуглеводнів», «Хімія і медицина».

Створення інфографіки «Ланцюжок перетворень».

Обчислення за рівняннями реакцій.

Розділ 4. Оксигеновмісні органічні сполуки (99 год)

4.1. Характеристики оксигеновмісних органічних сполук (6 год)

Теоретична частина. Основні класи оксигеновмісних сполук. Склад і хімічна будова оксигеновмісних сполук. Номенклатура оксигеновмісних сполук.

Практична частина. Робота в групах: виконання завдань на розрізнення оксигеновмісних органічних сполук за допомогою якісних реакцій.

Виконання практичних робіт і дослідів.

Мініпроєкт «Значення оксигеновмісних органічних сполук».

Розв'язування розрахункових задач.

4.2. Одноатомні спирти (6 год)

Теоретична частина. Електронна і просторова будова молекул одноатомних спиртів. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія одноатомних спиртів. Первинні, вторинні та третинні одноатомні спирти. Природні й синтетичні методи одержання одноатомних спиртів.

Водневий зв'язок. Фізичні й хімічні властивості одноатомних спиртів.

Промислове значення одноатомних спиртів. Найвідоміші сполуки класу одноатомних спиртів.

Практична частина. Демонстрація «Окиснення одноатомних спиртів». Виконання експерименту «Хімічні властивості одноатомних спиртів». Дослід з біотехнології «Спиртове бродіння», розрахунки, обговорення результатів.

Розв'язування розрахункових задач.

Підготовка доповіді «Одноатомні спирти»: написання плану й тексту повідомлення, виступи, обговорення.

4.3. Дво- і багатоатомні спирти (6 год)

Теоретична частина. Електронна й просторова будова молекул багатоатомних спиртів. Номенклатура та ізомерія багатоатомних спиртів. Основні методи одержання багатоатомних спиртів.

Фізичні й хімічні властивості багатоатомних спиртів.

Промислове значення багатоатомних спиртів, найвідоміші представники.

Практична частина. Демонстрація «Кислотні властивості багатоатомних спиртів». Виконання експериментів: «Хімічні властивості багатоатомних спиртів», «Методи ідентифікації багатоатомних спиртів на прикладі гліцеролу».

Розв'язування розрахункових задач.

Індивідуальні завдання: розроблення мініпрезентацій «Багатоатомні спирти навколо нас».

4.4. Феноли (9 год)

Теоретична частина. Електронна і просторова будова молекул фенолів. Класифікація, номенклатура та ізомерія фенолів. Основні методи одержання фенолів.

Фізичні й хімічні властивості фенолів.

Промислове значення фенолів, найвідоміші представники.

Практична частина. Робота в малих групах: опрацювання інформаційних джерел, створення інфографіки «Електронна і просторова будова молекул фенолів».

Виконання експериментів: «Хімічні властивості фенолів», «Методи ідентифікації фенолів».

Творче завдання «Фенол чи ні».

Розв'язування розрахункових задач.

4.5. Етери (9 год)

Теоретична частина. Електронна і просторова будова молекул етерів. Номенклатура й основні методи одержання етерів.

Фізичні та хімічні властивості етерів.

Промислове значення етерів.

Практична частина. Виконання експерименту «Одержання етерів». Розв'язування розрахункових задач.

Складання порівняльної таблиці «Фізичні й хімічні властивості етерів».

Робота в малих групах: написання плану й тексту повідомлення «Промислове значення етерів», виступи, обговорення.

4.6. Альдегіди. Кетони (9 год)

Теоретична частина. Електронна і просторова будова оксосполук (альдегідів, кетонів), її зв'язок з реакційною здатністю. Номенклатура й основні методи одержання альдегідів і кетонів.

Фізичні й хімічні властивості оксосполук. Нуклеофільні реакції. Кето-енольна таутомерія. Циклоолігомеризація та полімеризація альдегідів.

Промислове значення оксосполук.

Практична частина. Проведення експерименту «Одержання альдегідів і кетонів, визначення їх хімічних властивостей». Розв'язування розрахункових задач. Виконання вправи «Ланцюжок перетворень».

Створення інфографіки «Що ти знаєш про оксосполуки».

4.7. Монокарбонові кислоти (12 год)

Теоретична частина. Електронна будова карбоксильної групи. Номенклатура й основні методи одержання монокарбонових кислот. Вищі карбонові кислоти.

Фізичні й хімічні властивості монокарбонових кислот. Кислотно-основні властивості монокарбонових кислот.

Промислове значення монокарбонових кислот, найвідоміші представники. Мила́ — методи одержання й застосування.

Практична частина. Пошук в інтернеті, опрацювання інформації про монокарбонові кислоти. Виконання тестових завдань.

Проведення експерименту «Хімічні властивості карбонових кислот, методи одержання», досліду з хімічної технології «Одержання мила, визначення його властивостей». Виконання вправи «Ланцюжок перетворень».

4.8. Ди- та полікарбонові кислоти (12 год)

Теоретична частина. Номенклатура й основні методи одержання ди- та полікарбонових кислот.

Фізичні й хімічні властивості ди- та полікарбонових кислот.

Промислове значення ди- та полікарбонових кислот, найвідоміші представники.

Практична частина. Опрацювання літератури про ди- та полікарбонові кислоти, виконання тестових завдань.

Проведення експерименту «Хімічні властивості полікарбонових кислот».

Перегляд матеріалів про значення ди- та полікарбонових кислот, обговорення. Мініпроєкт «Використання полікарбонових кислот: користь і ризики».

4.9. Естери. Жири (12 год)

Теоретична частина. Електронна будова молекул естерів. Номенклатура й основні методи одержання естерів. Природні та синтетичні естери. Жири.

Фізичні й хімічні властивості естерів.

Промислове значення естерів, у тому числі жирів. Найвідоміші представники естерів.

Практична частина. Проведення експерименту «Одержання та хімічні властивості естерів», досліду «Гідроліз жирів і хімічна ідентифікація продуктів». Виконання вправи «Ланцюжок перетворень».

Створення інфографіки «Жири в природі та побуті».

Написання стислих повідомлень про застосування жирів у промисловості, техніці, фармацевтиці, енергетиці, виступи, обговорення.

Розроблення презентації про виробництво біодизелю.

4.10. Вуглеводи. Моносахариди (6 год)

Теоретична частина. Електронна і просторова будова молекул моносахаридів. Класифікація, номенклатура та ізомерія моносахаридів. Способи зображення молекул моносахаридів. Природні джерела моносахаридів і промислові методи їх одержання.

Фізичні й хімічні властивості моносахаридів.

Промислове значення моносахаридів, найвідоміші представники цього класу вуглеводів.

Практична частина. Інтерактивна вправа «Таємниці перетворень». Проведення експерименту «Хімічні властивості моносахаридів. Якісні реакції». Виконання творчого завдання «Інформація з етикетки» (визначення вмісту вуглеводів у харчових продуктах).

Розв'язування розрахункових задач.

4.11. Вуглеводи. Дисахариди (6 год)

Теоретична частина. Класифікація, номенклатура та ізомерія дисахаридів. Способи зображення молекул дисахаридів. Природні джерела дисахаридів і промислові методи їх одержання.

Фізичні й хімічні властивості дисахаридів.

Промислове значення дисахаридів, найвідоміші представники цього класу вуглеводів.

Практична частина. Робота в малих групах: опрацювання інформації про дисахариди. Перегляд відеоматеріалів про природні джерела дисахаридів і промислові методи їх одержання, обговорення. Виконання тестових завдань.

Створення інфографіки «Молекули дисахаридів».

Проведення експерименту «Хімічні властивості дисахаридів». Мінідослідження «Виділення лактози з молока». Розв'язування розрахункових задач.

4.12. Вуглеводи. Полісахариди (6 год)

Теоретична частина. Класифікація та номенклатура полісахаридів. Основні природні джерела полісахаридів, промислові методи їх одержання.

Фізичні й хімічні властивості полісахаридів.

Промислове значення полісахаридів, найвідоміші представники цього класу вуглеводів.

Практична частина. Пошук в інтернеті, аналіз інформації про вуглеводи, обговорення результатів. Виконання практичних і тестових завдань.

Проведення експерименту «Хімічні властивості полісахаридів». Складання таблиці «Методи ідентифікації окремих полісахаридів». Мінідослідження «Гідроліз полісахаридів та ідентифікація продуктів реакції».

Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність (27 год)

5.1. Основи науково-дослідницької діяльності (6 год)

Теоретична частина. Наукове дослідження. Організація дослідницької діяльності. Традиційний підхід і сучасні допоміжні інструменти для організації та проведення досліджень з хімії. Актуальність і новизна наукових досліджень.

Джерела наукової інформації: монографії, статті, патенти, матеріали конференцій тощо.

Електронні повнотекстові й реферативні бази даних: DOAJ, «Google Scholar», «Scopus», «Web of Science», «Chemical Abstracts», «PubMed». Відкриті науково-популярні вебресурси.

Практична частина. Організація дослідницької діяльності у формі мініпроєктів: індивідуальна і командна робота, дискусія про зручні та спірні аспекти кожного способу організації. Перегляд відеоматеріалів про результати новітніх досліджень; обговорення актуальності, новизни й значущості наукових досліджень. Тренінг «Наукова творчість: пошук новизни».

Здійснення пошуку в базах даних і опрацювання інформації. Складання стислого огляду літератури.

5.2. Академічна доброчесність і наукова етика (3 год)

Теоретична частина. Основні принципи академічної доброчесності. Різновиди порушень академічної доброчесності. Наукова етика — правила поведінки в науковій спільноті.

Штучний інтелект і наукове дослідження.

Практична частина. Опрацювання чинних положень про академічну доброчесність і наукову етику. Написання стислих повідомлень, обговорення прикладів порушень академічної доброчесності та їх наслідків.

Аналіз проблеми «Штучний інтелект і наукове дослідження: етика використання», обговорення.

Розроблення правил для вихованців / вихованок «Кодекс честі юного науковця».

5.3. Етапи виконання дослідження (18 год)

Теоретична частина. Мала академія наук України: структура, мета і завдання діяльності.

Науково-дослідницька робота учнів і учениць, її особливості. Основні вимоги до тематики досліджень.

Етапи виконання дослідження: постановка проблеми, обрання теми дослідження, опрацювання ідеї, визначення мети й завдань, об'єкта і предмета дослідження.

Способи представлення результатів. Науковий світ і комунікаційна етика.

Практична частина. Опрацювання літератури і визначення наукової проблеми.

Робота над індивідуальним дослідженням: обрання теми дослідження, пошук і опрацювання інформації про стан вивчення обраної проблеми, визначення мети й завдань, обрання методів дослідження, розроблення структури дослідницької роботи.

Складання термінологічного словника ключових понять власного дослідження. Формування списку джерел з тематики дослідницької роботи.

Робота над змістом і текстом дослідницької роботи.

Участь у конференціях, конкурсах, інших заходах у системі МАН України.

Підсумок (3 год)

Практична частина. Дискусія «Наукова діяльність: успіхи й невдачі».

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна*: володіння знаннями та практичними навичками здійснення активної пізнавальної діяльності, застосування інтегрованих знань, аналізу, використання наукових методів для планування, генерування ідей для реалізації визначених завдань пізнавальної та науково-дослідницької діяльності в галузі хімії;

- *практична*: застосування фундаментальних знань із хімії й практичних навичок для розв'язання розрахункових, експериментальних і екологічних задач; здійснення аналізу засобів і способів реалізації завдань науково-дослідницької діяльності з дотриманням принципів академічної доброчесності та наукової етики;
- *творча*: виявлення творчої активності, втілення творчих задумів щодо використання знань із хімії для розв'язування завдань творчих проєктів і дослідницької роботи; висвітлення результатів наукового дослідження, обстоювання своєї позиції під час обговорень і дискусій;
- *соціальна*: володіння навичками висування ідей, усвідомлення відповідальності за їх втілення; розуміння важливості досягнення визначених цілей у різних видах освітньої діяльності та повсякденному житті; використання власного потенціалу для самореалізації та професійного самовизначення.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ
(на прикладі групи з 10 вихованців / вихованок)

Лабораторне обладнання і реактиви	Кількість, шт.
Комп'ютер	1
Мультимедійний проєктор	1
Шафа витяжна лабораторна	1
Шафа сушильна	1
Мийка лабораторна з сушаркою	1
Лоток для реактивів	10
Пробірка хімічна	100
Штатив для пробірок	10
Тримач для пробірок	10
Пінцет	10
Шпатель	10
Піпетка Пастера	300
Окуляри захисні	10
Рукавички гумові кислотостійкі	100
Паличка скляна	15
Спиртівка	5
Гальваностат (блок живлення) регульований	1

Лабораторне обладнання і реактиви	Кількість, шт.
pH-метр / кондуктометр	3
Піпетка градуйована (різної місткості)	30
Мірний циліндр 100 мл	10
Колба мірна	10
Стакан хімічний	30
Скло предметне	30
Скло покривне	200
Термометр електронний занурювальний	5
Секундомір	5
U-подібна трубка	10
Холодильник скляний	5
Бюретка	10
Штатив лабораторний комплектний	10
Колба конічна	30
Лійка для фільтрування	20
Трубка газовідвідна з корком	10
Ваги електронні	5
Плита нагрівальна електрична	5
Апарат Сокслета	2
Світловий мікроскоп з CCD-камерою	1
Набір хімічних реактивів (для дослідів упродовж навчального року)	10

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Березан О. Органічна хімія : навч. посіб. Київ : Підручники і посібники, 2020. 208 с.
2. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Львів : Львівська політехніка, 2021. 488 с.
3. Збірник задач та вправ з хімії / К. В. Теребіленко та ін. Київ : Компринт, 2021. 62 с.
4. Корнет М. М., Перетятько В. В., Бражко О. А. Методологія та організація наукових досліджень в хімії : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 152 с.
5. Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія : підручник для 9 класу. Київ : ВЦ «Академія», 2017. 240 с.

6. Слободяник М. С., Колотілов С. В., Гавриленко К. С. Будова атомів і молекул, хімічний зв'язок : метод. посіб. Київ : Науковий світ, 2008. 24 с.
7. Хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. закл. (нехім. спец.) / В. О. Павленко та ін. Харків : Фоліо, 2014. 958 с.
8. Хімія для підготовчих відділень / Р. Є. Слободнюк, Г. С. Маслак, Н. І. Цокур, Г. В. Долгіх. Херсон : Олді-Плюс, 2021. 402 с.
9. Черно Н. К., Антіпіна О. О., Малинка О. В., Вікуль С. І. Основи хімії та методи аналізу харчової продукції. Одеса : ВД «Гельветика», 2019. 360 с.
10. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин. Практикум з аналітичної хімії : навч. посіб. для студентів хім. та фарм. спец. закл. вищ. освіти. Вид. 2-ге, допов. та переробл. Херсон : Олді-Плюс, 2020. 304 с.
11. Brock W. H. Chemical Tree: a History of Chemistry. Boston : Norton & Company, Inc., 2000. 784 p.
12. Clayden J., Greeves N., Warren S. Organic Chemistry. Oxford : Oxford University Press, Inc., 2012. 1260 p.
13. Liu X. Organic Chemistry. Vancouver : Kwantlen Polytechnic University, 2021. 560 p.
14. McMurry J. Organic Chemistry. 10th edition. Houston : OpenStax, 2023. 468 p.
15. Satyanarayana U., Chakrapani U. Biochemistry. Elsevier, 2013. 808 p.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академічна доброчесність: проблеми дотримання та пріоритети поширення серед молодих вчених : кол. моногр. / Н. Г. Сорокіна та ін. Дніпро : ДРІДУ НАДУ, 2017. 168 с.
2. Баранович Д. Б. Словник термінів з інтелектуальної власності, інноватики, організації наукових досліджень : навч. посіб. Львів : Левада, 2021. 128 с.
3. Богданова В. Я. Хімічні реакції навколо нас. Харків : Ранок, 2024. 112 с.
4. Збірник задач та вправ з хімії / К. В. Теребіленко та ін. Київ : Компринт, 2021. 62 с.
5. Ковтун Г. О. Про хіміків. Київ : Академперіодика, 2006. 264 с.
6. Колесников О. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. 2-ге вид., випр. та допов. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 144 с.
7. Леонтьєв Д. В., Кочергіна А. В. Світ алхімії. Велика ілюстрована енциклопедія. Харків : Веста, 2011. 272 с.

8. Максимов О. С., Шевчук Т. О. Історія хімії : підручник. Мелітополь : Люкс, 2010. 288 с.
9. Мєшкова О. М. Хімія : збірник завдань. Харків : Основа, 2018. 224 с.
10. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / М. О. Боровий та ін. Київ : Інтерсервіс, 2015. 350 с.
11. Пилипчук Л. Л., Близнюк В. М. Наноматеріали в хімії та фармації : навч. посіб. Одеса : ВД «Гельветика», 2020. 168 с.
12. Рижко О. М. Плагіат як соціально-комунікаційне явище : моногр. Київ : Паливода А. В., 2017. 388 с.
13. Hudson J. The History of Chemistry. New York : Springer, 2012. 296 p.
14. The Chemistry Book : Big Ideas Simply Explained. London : Dorling Kindersley Publishing, 2022. 336 p.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ БАЗ ДАНИХ

1. PubChem. URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov (дата звернення: 16.03.2026).
2. Common Chemistry from Chemical Abstracts Service (CAS). URL: https://www.commonchemistry.org/ (дата звернення: 20.03.2026).
3. ChemSpider by RSC. URL: https://www.chemspider.com (дата звернення: 20.03.2026).
4. NIST Chemistry WebBook. URL: https://webbook.nist.gov/chemistry/ (дата звернення: 20.03.2026).
5. LibreTexts Chemistry. Organic Chemistry. URL: https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/ (дата звернення: 20.03.2026).
6. MSU Virtual Textbook of Organic Chemistry. URL: https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/virttxtjml/intro1.htm (дата звернення: 20.03.2026).

О. Л. Толстов, О. В. Слісенко

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА БІОХІМІЯ»

ВИЩИЙ РІВЕНЬ

«Схвалено для використання в освітньому процесі»
Рішення експертної комісії з позашкільної освіти від 31.08.2026 (протокол № 5)

Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам державної установи «Український інститут розвитку освіти» за № ПЗ-0017-26

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Сьогодні вивчення органічної хімії та біохімії є надзвичайно актуальним, оскільки допомагає розуміти хімічну основу життя, досліджувати процеси перетворення речовин у живих організмах, розробляти нові екологічно безпечні матеріали й способи їх отримання, ліки, засоби захисту рослин і тварин, забезпечувати якість харчування та ресурси для очищення й збереження довкілля. Вивчення цих розділів хімічної науки формує науковий світогляд і розуміння причинно-наслідкових зв'язків — залежності властивостей молекули від найменших змін у її будові.

Навчальна програма розроблена з урахуванням необхідності створювати умови для формування предметної та дослідницької компетентностей вихованців / вихованок через їх залучення до науково-дослідницької діяльності, поглибленого вивчення органічної хімії та біохімії, розвитку навичок наукового пізнання, критичного аналізу інформації, планування й проведення досліджень, інтерпретації результатів і представлення власних наукових здобутків.

Програма спрямована на послідовне опанування теоретичного матеріалу, формування цілісного розуміння взаємозв'язку будови, властивостей і функцій хімічних сполук, розвиток логічного, критичного та дослідницького мислення, а також здатності застосовувати набуті знання й уміння для розв'язання навчальних, практичних і науково-дослідницьких завдань.

Навчальна програма «Органічна хімія та біохімія» укладена відповідно до законів України «Про освіту» та «Про позашкільну освіту», Положення про позашкільний навчальний заклад, Типових навчальних планів для організації освітнього процесу в закладах позашкільної освіти, Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в закладах позашкільної освіти, державних стандартів загальної середньої освіти,

Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) та інших нормативно-правових актів у сфері освіти.

Програма ґрунтується на інноваційних методах навчання (контекстному, імітаційному, проблемному тощо), технологіях (групових, мультимедійних, мережевих, ігрових, інтерактивних), індивідуалізації процесу навчання, а також на міжпредметних зв'язках.

Метою програми є формування у вихованців / вихованок предметних і дослідницьких компетентностей у галузі органічної хімії та біохімії під час освітньої діяльності за дослідницько-експериментальним напрямом.

Основні **завдання** програми полягають у формуванні таких компетентностей:

пізнавальної: формувати науковий світогляд; розширювати та поглиблювати знання з органічної хімії та біохімії для розуміння природних явищ і процесів; формувати уявлення про сутність і етапи наукового пізнання; розвивати навички планування, здійснення, аналізування та оцінювання пізнавальної діяльності на основі інтеграції знань із природничих наук;

практичної: формувати вміння аналізувати наукові проблеми, визначати шляхи їх розв'язання, формулювати гіпотези, планувати та проводити дослідження; розвивати навички безпечного виконання експериментів, опрацювання й інтерпретації результатів досліджень, аналізування наукової інформації та застосування отриманих даних для виконання дослідницьких проєктів;

творчої: розвивати логічне, критичне й аналітичне мислення; формувати здатність до генерування нових ідей, пошуку нестандартних рішень, виявлення суперечностей та їх подолання; підтримувати мотивацію до творчої діяльності в процесі розв'язання освітніх і дослідницьких завдань;

соціальної: стимулювати інтерес до поглибленого вивчення органічної хімії, біохімії та пов'язаних із ними професійних напрямів; розвивати навички ефективної комунікації, співпраці та командної взаємодії в освітній і дослідницькій діяльності; формувати екологічне мислення, усвідомлення значення принципів зеленої хімії, відповідального використання хімічних речовин і технологій, оцінювання їх впливу на здоров'я людини й довкілля.

Програма розроблена на засадах міждисциплінарної інтеграції та передбачає поєднання знань, що ґрунтуються на фундаментальних ідеях, законах і теоріях хімії, фізики, біології, екології, медицини, інженерії та інформатики, із застосуванням математичного інструментарію для аналізу, моделювання й інтерпретації результатів досліджень. Такий

підхід забезпечує формування цілісного наукового світогляду, розвиток дослідницького мислення та відповідає сучасним вимогам до організації освітнього процесу в закладах позашкільної освіти.

Програма призначена для вихованців / вихованок віком 13–18 років і реалізується протягом двох років:

1-й рік — вищий рівень — 324 год на рік (9 год на тиждень);

2-й рік — вищий рівень — 324 год на рік (9 год на тиждень).

У перший рік навчання передбачається: розширення знань з окремих розділів органічної хімії, зокрема про сполуки Нітрогену та гетероциклічні сполуки, важливі для фармацевтичної хімії та біохімії; засвоєння базових знань про елементоорганічні сполуки, що активно впроваджені в сучасну промисловість і побут, а також високомолекулярні сполуки, що є ключовими для матеріалознавства й інженерії; докладний розгляд основних складників наукової діяльності, який охоплює різні аспекти проєктної роботи — від ідеї до проведення наукового дослідження й написання дослідницької роботи.

На другий рік навчання заплановано набуття ґрунтовних знань з органічної хімії та біохімії, вивчення сучасних класів сполук і перспективних напрямів їх застосування, а також складних і багаторівневих біохімічних процесів життєдіяльності. Вихованці ознайомляться зі складом живих організмів, біохімічними реакціями, що забезпечують їх існування, основами біохімічної термодинаміки й кінетики, закономірностями впливу різних речовин; зрозуміють, наскільки складним і непередбачуваним є процес існування будь-яких форм життя, навіть найдрібніших; опанують деякі аспекти функціонування травної та дихальної систем, а також базові підходи до створення біологічно активних сполук та ліків. Останнім етапом навчання буде розгляд питань, пов'язаних із завершенням дослідницького проєкту: різних типів презентаційних матеріалів, важливих порад щодо підготовки доповіді та публічного виступу за результатами дослідницької діяльності.

Окрему увагу приділено застосуванню сучасних матеріалів і технологій, що свідчить про поступ української хімічної науки, її інтеграцію у світову наукову спільноту, а також внесок вітчизняних хіміків у розвиток галузей економіки, де хімічні знання відіграють важливу роль.

Програма реалізує українознавчий компонент через ознайомлення з діяльністю хімічних і біохімічних наукових шкіл на теренах України, дослідженнями науковців з органічної хімії, біохімії, полімерного матеріалознавства, фармації, агрохімії та біотехнологій. Зміст програми охоплює вивчення ролі хімії у протидії викликам сьогодення, зокрема у сферах екологічної безпеки, очищення води, відновлення довкілля, розвитку медичних технологій, енергоефективності та сталого розвитку громад.

Освітній процес за програмою ґрунтується на компетентнісному, дослідницькому та міждисциплінарному підходах і передбачає використання різноманітних класичних та інноваційних форм і методів навчання. Інтеграція знань із природничих наук, технологій та інженерії сприяє формуванню цілісного розуміння природних явищ і процесів, розвитку критичного мислення, дослідницької культури та здатності застосовувати наукові знання для розв'язання актуальних освітніх, практичних і суспільно значущих завдань.

Навчальна програма передбачає поєднання теоретичної підготовки й практичної діяльності, що забезпечує усвідомлення закономірностей органічної хімії та біохімії, формування дослідницьких умінь і навичок використання набутих знань не лише у навчанні, а й у повсякденному житті.

У освітньому процесі застосовують різноманітні форми занять і освітні методи, такі як мінілекції, практичні й лабораторні роботи, виконання дослідницьких завдань, проєктна діяльність, аналіз наукових джерел, моделювання, проведення дискусій, робота в малих групах. Під час навчання використовують навчальну й наукову літературу, цифрові освітні ресурси, мультимедійні матеріали, спеціалізовані програмні засоби та віртуальні лабораторії.

Активне використання можливостей сучасних інформаційно-комунікаційних технологій сприяє розвитку дослідницької компетентності вихованців / вихованок, формуванню навичок критичного аналізу інформації, опрацювання отриманих даних, їх візуалізації та представлення результатів власної наукової діяльності.

Практичний складник програми реалізується через лабораторні роботи, демонстраційні експерименти, дослідницькі практикуми, проєктну діяльність, моделювання хімічних і біохімічних процесів, а також застосування цифрових інструментів для досліджень. Використання спеціального лабораторного обладнання, приладів і програмних засобів забезпечує набуття вихованцями / вихованками досвіду проведення наукових досліджень, дотримання принципів безпечної дослідницької діяльності та підготовки до виконання власних наукових проєктів.

Теми, пов'язані з токсичними, біологічно активними, вибухонебезпечними, легкозаймистими, радіоактивними речовинами, сильнодійними окисниками, відновниками й іншими потенційно небезпечними сполуками, вивчаються виключно з освітньою та дослідницькою метою. Практичне опрацювання таких тем здійснюється у формі аналізу наукових джерел, моделювання, демонстрацій, віртуальних лабораторій або під керівництвом педагога з дотриманням вимог законодавства України з охорони праці, безпеки життєдіяльності та хімічної безпеки. Самостійне

проведення вихованцями / вихованками дослідів із такими речовинами не допускається.

Програма може реалізовуватися в очному, дистанційному або змішаному форматі навчання. За потреби для організації освітнього процесу використовуються платформи для дистанційної взаємодії та управління навчанням (зокрема «Zoom», «Google Meet», «Microsoft Teams», «Google Classroom» та ін.), а також цифрові освітні ресурси, віртуальні лабораторії, симулятори хімічних експериментів і онлайн-сервіси для створення інтерактивних завдань, опрацювання даних, моделювання та візуалізації результатів досліджень.

Використання цифрових інструментів сприяє розвитку дослідницької компетентності, навичок роботи з науковою інформацією, критичного мислення та ефективної наукової комунікації. Визначення рівня знань вихованців / вихованок відбувається за результатами виконання пізнавальних, творчих і дослідницьких завдань, тестового контролю, участі у конкурсних заходах і Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України. Під час підготовки вихованців / вихованок до заходів проводяться консультації з окремих питань науково-дослідницької діяльності.

Програма може бути використана для організації індивідуальної роботи відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 № 1123).

Вищий рівень, перший рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Нітрогеновмісні органічні сполуки	**21**	**48**	**69**
1.1. Класифікація, номенклатура й особливості будови нітрогеновмісних органічних сполук	3	3	6
1.2. Аліфатичні аміни	3	9	12
1.3. Ароматичні аміни	3	9	12
1.4. Аміди. Іміди	3	6	9

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
1.5. Нітрили	3	6	9
1.6. Азосполуки	3	6	9
1.7. Нітросполуки й органічні нітрати	3	9	12
Розділ 2. Хімія гетероциклів	**21**	**42**	**63**
2.1. Гетероциклічні сполуки	4	8	12
2.2. Три- й чотиричленні гетероциклічні сполуки	4	8	12
2.3. П'ятичленні гетероциклічні сполуки	4	8	12
2.4. Шестичленні гетероциклічні сполуки	4	8	12
2.5. Багаточленні гетероцикли	5	10	15
Розділ 3. Елементоорганічні сполуки	**20**	**40**	**60**
3.1. Класифікація, будова, методи одержання елементоорганічних сполук	2	4	6
3.2. Елементоорганічні сполуки елементів IA–IIIA груп	3	6	9
3.3. Елементоорганічні сполуки перехідних металів	3	6	9
3.4. Силіційорганічні сполуки	3	6	9
3.5. Органічні сполуки Фосфору	3	6	9
3.6. Сульфурорганічні сполуки	3	6	9
3.7. Органічні сполуки Флуору	3	6	9
Розділ 4. Високомолекулярні сполуки	**21**	**42**	**63**
4.1. Основні поняття та класифікація високомолекулярних сполук	4	8	12
4.2. Пластичні маси	5	10	15
4.3. Каучуки й гуми	5	10	15
4.4. Композиційні полімерні матеріали	5	10	15
4.5. Застосування полімерів	2	4	6
Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність учнів — членів Малої академії наук України	**21**	**42**	**63**

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
5.1. Науковий проєкт і його реалізація	5	10	15
5.2. Наукова інформація	5	10	15
5.3. Робота над індивідуальним дослідницьким проєктом	11	22	33
Підсумок	—	3	3
Разом	**105**	**219**	**324**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Організаційні питання роботи гуртка. Правила безпечної поведінки й вимоги щодо безпеки життєдіяльності під час навчальної, дослідницької та експериментальної діяльності.

Мала академія наук України як середовище для розвитку дослідницької компетентності учнівської молоді. Особливості науково-дослідницької діяльності вихованців / вихованок — членів МАН України. Значення органічної хімії та біохімії для науки, технологій, медицини, екології та забезпечення сталого розвитку суспільства.

Практична частина. Ознайомлення із засобами очного та дистанційного навчання в межах роботи гуртка.

Обговорення значення органічної хімії та біохімії для створення матеріальної бази сучасного світу.

Розділ 1. Нітрогеновмісні органічні сполуки (69 год)

1.1. Класифікація, номенклатура й особливості будови нітрогеновмісних органічних сполук (6 год)

Теоретична частина. Основні класи нітрогеновмісних сполук, їх номенклатура. Склад і хімічна будова нітрогеновмісних сполук. Порівняльний аналіз з оксигеновмісними сполуками.

Практична частина. Робота в групах: виконання завдань на порівняння будови молекул нітрогеновмісних органічних сполук.

Здійснення порівняльного аналізу: схожість і відмінності O- і N-вмісних органічних сполук.

Визначення номенклатури N-вмісних органічних сполук.

Міні-проєкт «Нітрогеновмісні органічні сполуки та їх значення».

Розв'язування розрахункових задач.

1.2. Аліфатичні аміни (12 год)

Теоретична частина. Класифікація та номенклатура аліфатичних амінів. Первинні, вторинні й третинні аміни: особливості будови та її вплив на фізичні й хімічні властивості аліфатичних амінів. Методи одержання аліфатичних амінів. Практична цінність аліфатичних амінів. Представники цього класу сполук. Аліфатичні аміни в природі.

Практична частина. Лабораторний практикум «Хімічні властивості аліфатичних амінів».

Визначення основності амінів різної будови: від розрахунків до практичного підтвердження отриманих результатів.

Розв'язування розрахункових задач.

Груповий тренінг з опрацювання номенклатури аліфатичних амінів.

Написання мінідоповіді «Аліфатичні аміни в природі», виступи, обговорення.

1.3. Ароматичні аміни (12 год)

Теоретична частина. Ароматичні аміни: класифікація, номенклатура, особливості будови. Первинні, вторинні та третинні ароматичні аміни: фізичні й хімічні властивості. Методи одержання ароматичних амінів. Практичне значення ароматичних амінів. Найважливіші представники цього класу.

Практична частина. Робота в групах: порівняльний аналіз властивостей аліфатичних і ароматичних амінів.

Лабораторний практикум «Полімеризація аніліну та вивчення властивостей продуктів реакції».

Розв'язування розрахункових задач. Груповий тренінг з опрацювання номенклатури ароматичних амінів.

Написання мінідоповіді «Ароматичні аміни в природі», виступи, обговорення.

Аналіз структури молекул ароматичних амінів із використанням програмних продуктів.

1.4. Аміди. Іміди (9 год)

Теоретична частина. Аміди й іміди: класифікація, особливості будови. Вплив хімічної будови на властивості амідів та імідів. Методи одержання і практичне використання. Найважливіші представники сполук. Аміди та іміди у природі.

Практична частина. Створення колажу «Синтез ацетаміду та вивчення його властивостей».

Обговорення проблеми «Сюрпризи хімічної будови: аміди проти імідів».

Круглий стіл «Відомі незнайомці. У пошуках амідів».

Розв'язування розрахункових задач.

1.5. Нітрили (9 год)

Теоретична частина. Нітрили: класифікація, особливості будови. Вплив хімічної будови на властивості нітрилів. Методи одержання, практичне значення, використання нітрилів у промисловості. Найважливіші представники нітрилів. Природні представники, що містять нітрильну функціональність.

Практична частина. Демонстраційний експеримент «Природні нітрили».

Написання стислих повідомлень «Функціональна група –C≡N: історичні кроки — від неорганічної до органічної матерії».

Розв'язування розрахункових задач.

Мініпроєкт «Нітрили в нашому житті».

1.6. Азосполуки (9 год)

Теоретична частина. Азосполуки: класифікація, особливості будови. Фізичні й хімічні властивості азосполук. Методи одержання, практичне значення азосполук та їх використання в промисловості. Найважливіші представники азосполук.

Практична частина. Опрацювання наукової статті, написання тез.

Лабораторний практикум «Синтез азосполуки та вивчення її властивостей».

Складання плану повідомлень «Азосполуки як хімічні індикатори».

Написання стислої доповіді «Азосполуки: існування біологічного життя», виступи, обговорення.

Розв'язування розрахункових задач.

1.7. Нітросполуки й органічні нітрати (12 год)

Теоретична частина. Нітросполуки й органічні нітрати. Взаємозв'язок хімічної будови та властивостей нітросполук і органічних нітратів.

Методи їх одержання і практичне використання. Найважливіші представники нітросполук.

Практична частина. Перетворення текстового матеріалу на інфографіку «Синтез нітросполуки та вивчення її хімічних властивостей».

Демонстраційне заняття «Високоенергетичні матеріали: взаємозв'язок будови та властивостей».

Обговорення вимог щодо хімічної безпеки, екологічних ризиків і відповідального використання хімічних технологій.

Розв'язування розрахункових задач.

Опрацювання номенклатури нітросполук.

Інтерактивна вправа «Ротаційні трійки»: опрацювання й аналіз інформації про структурні особливості нітросполук і органічних нітратів.

Мінідоповідь «Нітросполуки: сфери їх промислового застосування».

Розділ 2. Хімія гетероциклів (63 год)

2.1. Гетероциклічні сполуки (12 год)

Теоретична частина. Гетероциклічні сполуки: класифікація, номенклатура. Особливості хімічної та просторової будови молекул із гетероциклічними фрагментами. Структурна стабільність, реакційна здатність і властивості гетероциклічних сполук.

Практична частина. Порівняльний аналіз будови й властивостей гетероциклічних сполук ароматичної та неароматичної природи.

Виконання тестових завдань з теми «Номенклатура гетероциклічних сполук».

Проблемне завдання «Вплив природи гетероатома в гетероциклічній сполуці».

Міні проєкт «Найкорисніша гетероциклічна сполука».

Опрацювання номенклатури гетероциклічних сполук, виконання вправ.

2.2. Три- й чотиричленні гетероциклічні сполуки (12 год)

Теоретична частина. Три- й чотиричленні гетероциклічні сполуки: класифікація, номенклатура, особливості будови.

Три- і чотиричленні гетероциклічні сполуки з різними гетероатомами.

Властивості три- й чотиричленних гетероциклічних сполук, взаємозв'язок між хімічною будовою та властивостями.

Методи одержання три- й чотиричленних гетероциклічних сполук, їх практичне використання.

Трічленні гетероциклічні сполуки в промисловості. Найважливіші представники три- і чотиричленних гетероциклічних сполук та їх похідних.

Практична частина. Опрацювання літератури про властивості трічленних гетероциклічних сполук.

Моделювання просторової будови гетероциклів, обговорення їх стабільності.

Аналіз структури молекул гетероциклічних сполук із використанням спеціалізованих програмних продуктів.

Розв'язування розрахункових задач.

Розроблення мультимедійної презентації «Біологічне значення та застосування гетероциклічних сполук».

2.3. П'ятичленні гетероциклічні сполуки (12 год)

Теоретична частина. П'ятичленні гетероциклічні сполуки: класифікація, номенклатура, особливості будови. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з різними гетероатомами.

Властивості п'ятичленних гетероциклічних сполук. Природні та синтетичні сполуки, що містять п'ятичленні гетероцикли.

Методи одержання і застосування п'ятичленних гетероциклічних сполук.

Практична частина. Складання порівняльної таблиці «Властивості п'ятичленних гетероциклів».

Створення інфографіки «Ланцюжок перетворень».

Робота в малих групах: опрацювання номенклатури п'ятичленних гетероциклів та їх похідних.

Мініпроєкт «Найбільш корисна сполука з п'ятичленним гетероциклом у її структурі».

2.4. Шестичленні гетероциклічні сполуки (12 год)

Теоретична частина. Шестичленні гетероциклічні сполуки: класифікація, номенклатура, особливості будови. Шестичленні гетероциклічні сполуки з різними гетероатомами, їх властивості.

Природні й синтетичні шестичленні гетероциклічні сполуки. Методи їх одержання й використання.

Практична частина. Виконання завдань із визначення назви гетероциклічного фрагмента за описом його структури.

Заповнення порівняльної таблиці «Основні властивості шестичленних гетероциклічних сполук».

Написання тез до статей про властивості сполук, що містять шестичленні гетероцикли, обговорення результатів.

Розв'язування розрахункових задач і виконання проблемних завдань.

Інтерактивна вправа «Ланцюжок перетворень».

Мініконференція «Гетероциклічні сполуки навколо нас: етичні аспекти».

2.5. Багаточленні гетероцикли (15 год)

Теоретична частина. Багаточленні гетероцикли: класифікація, номенклатура, особливості будови. Багаточленні гетероциклічні сполуки з різними гетероатомами.

Природні й синтетичні сполуки з багаточленними гетероциклічними фрагментами. Методи їх одержання та практична цінність.

Практична частина. Написання стислого повідомлення «Властивості комплексних сполук металів і багаточленних гетероциклів».

Розв'язування розрахункових задач і виконання тестових завдань.

Підготовка доповіді «Багаточленні гетероциклічні сполуки та їх похідні».

Створення інфографіки «Макроциклічні сполуки й сучасна промисловість».

Розділ 3. Елементоорганічні сполуки (60 год)

3.1. Класифікація, будова, методи одержання елементоорганічних сполук (6 год)

Теоретична частина. Класифікація елементоорганічних сполук. Особливості хімічної будови молекул елементоорганічних сполук.

Методи одержання елементоорганічних сполук, їх реакційна здатність.

Практична частина. Складання картотеки елементоорганічних сполук промислового призначення.

Робота в парах: опрацювання номенклатури елементоорганічних сполук.

Створення колажу «Взаємозв'язок між будовою та властивостями елементоорганічних сполук».

Міні-проєкт «Елементоорганічні сполуки: користь чи небезпека».

3.2. Елементоорганічні сполуки елементів IA–IIIA груп (9 год)

Теоретична частина. Елементоорганічні сполуки елементів IA–IIIA груп: класифікація, номенклатура, фізичні й хімічні властивості.

Особливості будови елементоорганічних сполук лужних і лужноземельних металів, бору й алюмінію.

Природні елементоорганічні сполуки елементів IA–IIIA груп.

Методи одержання та практичне значення елементоорганічних сполук елементів IA–IIIA груп.

Практична частина. Опрацювання інформації про синтез і властивості елементоорганічних сполук елементів IA–IIIA груп.

Розв'язування розрахункових задач.

Створення візуальної інструкції щодо методів одержання елементоорганічних сполук елементів IA–IIIA груп.

Міні-проєкт «Застосування елементоорганічних сполук елементів IA–IIIA груп».

3.3. Елементоорганічні сполуки перехідних металів (9 год)

Теоретична частина. Елементоорганічні сполуки перехідних металів: класифікація, номенклатура, особливості будови.

Фізичні й хімічні властивості елементоорганічних сполук перехідних металів. Методи їх одержання та значення. Природні елементоорганічні сполуки перехідних металів.

Практична частина. Демонстраційний експеримент «Властивості елементоорганічних сполук перехідних металів».

Виконання тестових завдань і розв'язування розрахункових задач.

Написання повідомлення «Елементоорганічні сполуки перехідних металів».

Розроблення мультимедійної презентації «Світ металоорганічних сполук».

Міні-проєкт «Екологія виробництва чистих металів: спроможності та перспективи».

3.4. Силіційорганічні сполуки (9 год)

Теоретична частина. Органічні сполуки Силіцію: номенклатура, особливості будови, фізичні й хімічні властивості.

Методи одержання силіційорганічних сполук, їх основні представники. Силсесквіоксани та полісилоксани.

Галузі застосування органічних сполук Силіцію.

Практична частина. Демонстраційний експеримент «Хімічні властивості силіційорганічних сполук».

Інтерактивна вправа «Ланцюжок перетворень».

Розв'язування розрахункових задач і виконання тестових завдань.

Написання повідомлення «Українські розробки у сфері полімерних і силіційорганічних матеріалів».

Міні-проєкт «Силіційорганічні сполуки: критична ланка промисловості».

Розроблення еколого-промислового кейсу «Зелене будівництво й утилізація матеріалів».

3.5. Органічні сполуки Фосфору (9 год)

Теоретична частина. Органічні сполуки Фосфору: класифікація, номенклатура, особливості будови, фізичні й хімічні властивості.

Природні та синтетичні фосфорорганічні сполуки. Методи їх одержання і застосування.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів про органічні сполуки Фосфору, обговорення.

Екологічний слід: виявлення причин «цвітіння» водойм і способи боротьби.

Виконання проблемного завдання «Екологія: органічні сполуки Фосфору і фермерське господарство». Розв'язування розрахункових задач.

Вікторина «Що я знаю про фосфорорганічні сполуки».

3.6. Сульфурорганічні сполуки (9 год)

Теоретична частина. Органічні сполуки Сульфуру: класифікація, номенклатура, особливості будови, фізичні та хімічні властивості.

Методи одержання органічних сполук Сульфуру й галузі їх застосування.

Сульфурорганічні сполуки в природі.

Практична частина. Опрацювання наукової літератури з визначеної тематики, виконання тестових завдань.

Міні-проєкт-дослідження «Сульфур в органічних сполуках: від користі до небезпеки».

Лабораторний експеримент «Визначення наявності сульфуровмісних функціональних груп у складі білка».

Виконання творчого завдання «Сульфурорганічні сполуки: прихована реальність».

3.7. Органічні сполуки Флуору (9 год)

Теоретична частина. Органічні сполуки Флуору: класифікація, номенклатура, особливості будови, фізичні та хімічні властивості.

Методи одержання флуорорганічних сполук й галузі їх застосування.

Практична частина. Демонстраційний експеримент «Властивості флуорорганічних сполук».

Опрацювання номенклатури органічних сполук Флуору.

Виконання тестових завдань і розв'язування розрахункових задач.

Міні-проєкт «Флуорорганічні сполуки».

Розроблення екологічного кейсу «Інтенсивне використання пестицидів і добрив: наслідки для довкілля й біорізноманіття».

Квест «У пошуках елементоорганічного дива».

Розділ 4. Високомолекулярні сполуки (63 год)

4.1. Основні поняття та класифікація високомолекулярних сполук (12 год)

Теоретична частина. Основні поняття та класифікація високомолекулярних сполук (полімерів). Мономери, олігомери, полімери, полімерні матеріали. Особливості просторової та хімічної будови молекул високомолекулярних сполук.

Вплив будови й властивостей полімерів на способи їх одержання. Основні методи синтезу полімерів: полімеризація, поліконденсація, поліприєднання. Взаємозв'язок між молекулярною і надмолекулярною будовою полімерів та їх фізичними, механічними й експлуатаційними властивостями. Високоеластичний і склоподібний стан полімерів. Розчинність і розчини полімерів.

Сучасні полімерні матеріали та напрями їх застосування. Біорозкладні полімери й принципи сталого використання полімерних матеріалів.

Практична частина. Складання словника термінів. Перегляд відеоматеріалів про різновиди полімерів.

Виконання завдань «Зразки полімерів: вчимося їх розрізняти».

Тестові завдання з теми «Основні поняття і номенклатура високомолекулярних сполук».

Розроблення візуалізацій у вигляді коміксів: «Будова і властивості високомолекулярних сполук», «Анатомія речовини: піролітичний метод визначення типу полімеру».

Виконання завдань на знання будови та властивостей високомолекулярних сполук.

Створення колажу «Мої знання про полімери».

Розроблення інфографіки «Процеси полімеризації, поліконденсації, поліприєднання».

Мініпроєкт «Полімери в нашому житті».

4.2. Пластичні маси (15 год)

Теоретична частина. Пластичні маси: класифікація, особливості будови. Термопласти й термореактопласти.

Методи одержання пластичних мас та їх промислове значення. Перероблення пластичних мас.

Первинні й вторинні полімери. Відходи й способи їх переробки.

Практична частина. Опрацювання інформації про методи синтезу пластичних мас, перевірка їх властивостей.

Складання порівняльної таблиці «Головні переваги пластичних мас».

Аналіз кейсів про використання полімерних матеріалів для відновлення інфраструктури та енергоефективних рішень в Україні.

Виконання завдань на знання будови й властивостей пластичних мас.

Проведення експериментів «Пластичність і термостійкість пластмаси», «Ідентифікація промислових пластиків».

Мініпроєкти: «Вторинні полімери: використання перероблених пластичних мас», «Альтернативи для подолання “пластикової кризи”».

4.3. Каучуки й гуми (15 год)

Теоретична частина. Каучуки й гуми: класифікація, особливості будови, визначення спільних і відмінних ознак. Термопластичні еластомери.

Методи одержання каучуків і гум, промислове значення та напрями їх використання.

Перероблення каучуків. Відходи від виробництва гум, способи їх переробки.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів про різновиди й властивості гуми, обговорення.

Проведення експериментів: «Молекулярна структура гуми», «Вулканізація: перетворення каучуку в гуму».

Розроблення інфографіки «Будова, методи одержання і властивості каучуків і гум».

Створення стрічки часу «Життєвий цикл гуми».

4.4. Композиційні полімерні матеріали (15 год)

Теоретична частина. Полімери, полімерні матеріали, композиційні полімерні матеріали: взаємозв'язок між ними. Класифікація та методи одержання композиційних полімерних матеріалів.

Основні представники композиційних полімерних матеріалів, їх промислове значення та напрями використання.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів, розроблення інфографіки «Одержання композиційного полімерного матеріалу».

Міні-проєкт «Сучасні композиційні матеріали українських наукових установ і підприємств».

Проведення експерименту «Дослідження впливу наповнювача на міцність полімерного матеріалу».

Виконання технологічного завдання «Оптимізація ваги конструкції».

Робота в групах: тестування біорозкладного композиту.

Міні-проєкт «Композиційний полімерний матеріал: погляд на його унікальність».

4.5. Застосування полімерів (6 год)

Теоретична частина. Полімерні матеріали для високотехнологічного застосування. Конструкційні пластики. Полімери для адитивних технологій. Електропровідні полімери. Суперабсорбенти, гідрогелі та ліогелі. Полімери для тканинної інженерії. Високоенергетичні полімери.

Полімерні матеріали з властивістю самовідновлення.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів про полімери з унікальними властивостями, обговорення.

Огляд українських розробок у сфері медичних полімерів, біоматеріалів і адитивних технологій.

Створення постера «Полімерні матеріали як альтернатива іншим матеріалам».

Виконання тестових завдань «Високомолекулярні сполуки».

Міні-проєкт «Сучасні полімери: перспективи застосування».

Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність учнів — членів Малої академії наук України (63 год)

5.1. Науковий проєкт і його реалізація (15 год)

Теоретична частина. Наукова діяльність. Науковий проєкт: ідея, способи її реалізації. Сучасна методологія втілення наукового задуму.

Основні напрями сучасних наукових досліджень у галузі хімії та біохімії.

Тема дослідження, обґрунтування її актуальності. Мета і завдання дослідження.

Практична частина. Обговорення тематики дослідницьких робіт із хімії, визначення їх актуальності.

Опрацювання інформації про методи наукового дослідження.

Мініпроєкт «Від наукової ідеї до її реалізації».

5.2. Наукова інформація (15 год)

Теоретична частина. Джерела наукової інформації: енциклопедії, підручники, періодичні видання, електронні бази даних. Етика використання даних.

Цифрові технології, штучний інтелект і комп'ютерне моделювання в сучасних хімічних дослідженнях.

Аналіз наукової інформації. Перехресна перевірка. Систематизація наукової інформації: від узагальнення до деталізації.

Основи медіаграмотності.

Академічна доброчесність у наукових дослідженнях. Цитування, запобігання плагіату.

Практична частина. Мініпроєкт «Етичні норми роботи з інформацією».

Створення колажу «Достовірність інформації».

Опрацювання наукових джерел, написання тез до статей, обговорення результатів.

Практикум з оформлення посилань та бібліографічних описів джерел.

5.3. Робота над індивідуальним дослідницьким проєктом (33 год)

Теоретична частина. Індивідуальний дослідницький проєкт: науково-дослідницька робота і висвітлення результатів.

Дослідницька робота, її основні структурні елементи. Тема, предмет, об'єкт дослідження. Етапи виконання дослідження.

Індивідуальний дослідницький проєкт, його складники.

Порядок реалізації завдань дослідження. Оптимізація способів їх виконання.

Вимоги до оформлення висновків: чіткість, обґрунтованість фактів і даних.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів про Малу академію наук України (МАНУ).

Обрання теми, складання плану дослідження.

Робота над індивідуальним дослідницьким проєктом: виконання завдань дослідження. Удосконалення композиційної будови, дотримання логічності та чіткості у викладі інформації.

Обговорення етапів роботи над експериментальною частиною, проміжних результатів.

Аналіз результатів дослідження, формулювання висновків.

Опрацювання змісту дослідницької роботи.

Підсумок (3 год)

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів про участь вихованців / вихованок у конкурсах дослідницького спрямування, обговорення.

Презентування власних результатів дослідження.

Створення стрічки часу «Етапи роботи у процесі дослідження», обговорення.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна:* здійснення активної пізнавальної діяльності в галузі хімії; застосування інтегрованих знань і використання наукових методів дослідження в процесі розв'язування пізнавальних завдань;
- *практична:* дослідження хімічних властивостей основних класів органічних сполук; фіксування результатів, описування їх за допомогою рівнянь хімічних реакцій; розуміння впливу перебігу реакцій на будову молекул органічних сполук, а також впливу будови молекул на властивості речовини; формулювання гіпотези, складання плану роботи над науковим дослідженням; застосовування інтегрованих знань, набуття досвіду використання наукових методів у дослідницькій роботі з обраної теми;
- *творча:* використання творчих підходів до генерування нових ідей і виконання окреслених завдань; виявлення творчої активності в процесі розв'язання освітніх і дослідницьких завдань;
- *соціальна:* комунікування для досягнення мети освітньої, творчої та дослідницької діяльності, здійснення активної співпраці під час виконання практичних завдань, лабораторних досліджень; зацікавлення розробкою нових високотехнологічних матеріалів та інноваційних способів їх одержання, впровадження підходів «зеленої» хімії.

Вищий рівень, другий рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Біохімія	**9**	**18**	**27**
1.1. Історія розвитку біохімії	3	3	6
1.2. Хімічні елементи у складі живих організмів	3	9	12
1.3. Біомолекули	3	6	9
Розділ 2. Основні класи біоорганічних сполук	**29**	**58**	**87**
2.1. Амінокислоти	4	8	12
2.2. Білки	3	9	12
2.3. Ферменти	3	6	9
2.4. Ліпіди	4	8	12
2.5. Вуглеводи в біологічних системах	4	8	12
2.6. Вітаміни	2	4	6
2.7. Гормони	2	4	6
2.8. Нуклеотиди та нуклеїнові кислоти	4	8	12
2.9. Алкалоїди й токсини	3	3	6
Розділ 3. Основні біохімічні процеси	**25**	**44**	**69**
3.1. Біологічне окиснення й енергетичний обмін	6	9	15
3.2. Хімічні основи дихання	5	7	12
3.3. Травлення та засвоєння поживних речовин	5	13	18
3.4. Водно-сольовий і кислотно-основний баланс у біологічних рідинах	5	7	12
3.5. Молекулярна організація та саморегуляція біохімічних систем	4	8	12
Розділ 4. Обмін речовин	**27**	**51**	**78**
4.1. Обмін речовин у живих організмах	3	6	9
4.2. Метаболізм вуглеводів	5	7	12
4.3. Метаболізм жирів і ліпідів	5	10	15

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
4.4. Метаболізм амінокислот і білків	5	10	15
4.5. Інтеграція метаболічних шляхів поживних речовин	3	6	9
4.6. Обмін мінеральних речовин	3	6	9
4.7. Метаболізм нуклеотидів	3	6	9
Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність учнів — членів Малої академії наук України	**19**	**38**	**57**
5.1. Результати роботи над дослідженням	15	30	45
5.2. Перспективи хімічних досліджень	4	8	12
Підсумок	—	3	3
Разом	**110**	**214**	**324**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Організаційні питання роботи гуртка. Правила поведінки в закладі позашкільної освіти. Вітчизняні й міжнародні конкурсні заходи для учнів — членів Малої академії наук України.

Практична частина. Пошук інформації, обговорення правил і умов участі у вітчизняних і міжнародних конкурсних заходах для учнів — членів Малої академії наук України.

Обрання офлайнових й онлайнових застосунків для роботи в межах гуртка.

Розділ 1. Біохімія (27 год)

1.1. Історія розвитку біохімії (6 год)

Теоретична частина. Біохімія: термінологія, наукові напрями.

Історія розвитку біохімії. Українська біохімічна школа. Внесок українських вчених у розвиток галузі.

Основні наукові центри біохімічних досліджень України та їх значення для світової науки.

Практична частина. Складання словника термінів. Віртуальна екскурсія до Меморіального музею академіка О. В. Палладіна.

Створення стрічки часу «Ключові віхи розвитку біохімії». Інтерактивна вправа «Інтерв'ю крізь час».

Квест «Таємниці живої природи».

1.2. Хімічні елементи у складі живих організмів (12 год)

Теоретична частина. Хімічний склад організму. Склад та будова біомолекул.

Макро- і мікроелементи. Функції металів у живих організмах.

Біохімічні процеси із залученням хімічних елементів-неорганогенів.

Практична частина. Опрацювання літератури, виконання тестових завдань.

Створення інфографіки «Хімічний аналіз у біохімії».

Розв'язування розрахункових задач.

Мініпроєкт «Хімічні елементи життя».

1.3. Біомолекули (9 год)

Теоретична частина. Біомолекули: різновиди, характеристики, будова, функції.

Окремі класи неорганічних і органічних сполук у живих організмах: функції, особливості перетворень.

Практична частина. Експериментальний марафон «Дослідження хімічного складу клітини», «Жирні кислоти в рослинних оліях».

Лабораторний практикум «Якісні реакції на окремі класи біоорганічних сполук». Розв'язування розрахункових задач.

Квест «Слідами біомолекул».

Розділ 2. Основні класи біоорганічних сполук (87 год)

2.1. Амінокислоти (12 год)

Теоретична частина. Амінокислоти й α-амінокислоти. Роль амінокислот у живих організмах.

Особливості будови амінокислот. Замінні та незамінні амінокислоти. Загальні шляхи перетворення вільних амінокислот.

Практична частина. Складання порівняльної таблиці «Загальні та специфічні якісні реакції на амінокислоти».

Розв'язування розрахункових задач.

Мініпроєкт «Моделювання амінокислот».

Виконання проблемного завдання «Будова молекул амінокислот: випадковість чи закономірність».

2.2. Білки (12 год)

Теоретична частина. Характеристика білків як класу біоорганічних сполук. Структурна організація білків, їх фізико-хімічні й хімічні властивості. Класифікація та функції білків. Буферні властивості білків. Роль білків в окремих біологічних системах організму. Тканинні білки.

Практична частина. Опрацювання наукової літератури. Створення колажу «Властивості білків».

Лабораторні практикуми: «Виділення білків з природної сировини. Якісні реакції на білки», «Визначення ізоелектричної точки білків».

Розв'язування розрахункових задач, виконання логічних і тестових завдань.

Міні-проєкт «Білкова феєрія».

Робота в малих групах: створення відеоконтенту «Біохімічний детектив: білки на кухні», перегляд, обговорення.

2.3. Ферменти (9 год)

Теоретична частина. Ферменти: загальна характеристика, класифікація, номенклатура. Прості й складні ферменти.

Структурні особливості молекули ферменту. Властивості ферментів як каталізаторів.

Ізоферменти, їх використання. Активність ферментів. Кінетика ферментативних реакцій, вплив різних чинників на швидкість ферментативних реакцій (температура, pH середовища, кількість ферменту та субстрату, наявність активаторів чи інгібіторів). Регуляція ферментативних процесів (алостерична і мембранна регуляція, частковий протеоліз, ковалентна модифікація ферменту).

Небілкова частина складних ферментів (кофактор, простетична група, кофермент). Роль металів у функціонуванні ферментів.

Практична частина. Лабораторний практикум «Хімічний і ферментативний гідроліз крохмалю».

Круглий стіл «Ензимологія: що треба знати про ферменти».

Робота в групах: міні-проєкт «Таємниці ферментів», еко-проєкт «Ферменти рятують планету».

2.4. Ліпіди (12 год)

Теоретична частина. Ліпіди: характеристика, класифікація, функції в організмі людини. Жирні кислоти й триацилгліцероли: будова, функції. Катаболізм і біосинтез триацилгліцеролів, їх регуляція. Складні ліпіди: характеристика, функції в організмі. Фосфоліпіди, сфінголіпіди та ліпопротеїни: склад, будова, функції. Біосинтез фосфоліпідів у тканинах людини. Холестерол: біосинтез, шляхи біотрансформації в організмі. Ліпотропні фактори.

Практична частина. Практикум «Виділення ліпідів з природної сировини та їх ідентифікація методом тонкошарової хроматографії». Лабораторний практикум «Гідроліз жирів та аналіз кінцевих продуктів».

Проєкт-інфографіка «"Зелена" хімія»: отримання біорозкладного мила з відпрацьованих кулінарних жирів.

2.5. Вуглеводи в біологічних системах (12 год)

Теоретична частина. Вуглеводи: класифікація, будова, функції в організмі.

Енергетична роль глюкози та інших вуглеводів.

Загальна характеристика полісахаридів: гомо- і гетерополісахариди, їх функції в організмі.

Специфічні вуглеводи в окремих біологічних системах організму. Глікоген як форма збереження глюкози в організмі людини. Глікогенез і глікогеноліз: функція й регуляція.

Глюконеогенез: утворення глюкози в організмі з невуглеводних субстратів.

Практична частина. Опрацювання наукової літератури, виконання тестів.

Лабораторні практикуми: «Хімічні методи ідентифікації вуглеводів», «Розділення вуглеводів методом тонкошарової хроматографії».

Складання порівняльної таблиці «Вуглеводи та їх таємниці».

Квест «Вуглеводне коло».

Робота в групах: створення детективного коміксу «Вершкове масло: рослинні стерини й пальмова олія».

2.6. Вітаміни (6 год)

Теоретична частина. Вітаміни: класифікація, функції, номенклатура.

Біохімічна характеристика окремих водорозчинних вітамінів (B_1, B_2, B_3, B_6, B_{12}): хімічна будова, біологічна роль, утворення коферментних форм, добова потреба, основні джерела, метаболізм, механізм дії, наслідки нестачі.

Біохімічна характеристика жиророзчинних вітамінів (A, D, E, K): хімічна будова, біологічні властивості, добова потреба, джерела, роль в обміні речовин, метаболізм, механізм дії, наслідки дефіциту споживання.

Гіпо- та гіпервітамінози.

Вітаміноподібні речовини: будова, роль у обміні речовин.

Антивітаміни.

Практична частина. Виконання дослідницького завдання «Аналіз аскорбінової кислоти у фруктах і овочах».

Розв'язування розрахункових задач.

Дослідження внеску українських учених у розвиток біохімії харчування та фармацевтичних технологій.

Підготовка доповіді «Вітаміни — впливові біомолекули»: написання плану й тексту повідомлення, виступи, обговорення.

Мініпроєкт «Улюблені вітаміни: чи є межі вживання».

Виконання творчого завдання «Інжиніринг кулінарних рецептів».

2.7. Гормони (6 год)

Теоретична частина. Гормони: класифікація, характеристика, номенклатура. Роль гормонів та інших біорегуляторів у системі міжклітинної інтеграції функцій організму.

Механізми дії гормонів. Реакція клітин-мішеней на дію гормонів. Біохімічні системи внутрішньоклітинного передавання гормональних сигналів. Регуляція синтезу та секреції.

Гормони білково-пептидної природи та катехоламіни: класифікація, біохімічні механізми дії.

Гормони щитоподібної залози.

Стероїдні гормони та ейкозаноїди: характеристика, номенклатура, біологічні функції.

Практична частина. Створення інфографіки «Гормональна регуляція життєдіяльності».

Дослідницький мініпроєкт «Гормони як лікарські засоби».

Розроблення візуальної карти «Молекула холестеролу: шлях перетворення».

Виконання творчого завдання: написання і представлення текстів до батлу «Гормони й моє здоров'я».

2.8. Нуклеотиди та нуклеїнові кислоти (12 год)

Теоретична частина. Нуклеотиди: будова, класифікація, біологічна роль. Біосинтез пуринових і піримідинових мононуклеотидів.

Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Молекулярна організація ДНК еукаріотів.

Механізми й біологічне значення реплікації та репарації ДНК. Синтез РНК. Посттранскрипційна модифікація РНК. Антибіотики: інгібітори реплікації та транскрипції.

Мутації: геномні, хромосомні, генні (точкові). Генна інженерія (технологія рекомбінантних ДНК): поняття, характеристика, біомедичне значення.

Практична частина. Опрацювання термінів, складання кросвордів.

Лабораторні практикуми: «Виділення ДНК із рослинної сировини», «Визначення вмісту нуклеїнових кислот у зразку матеріалу методом спектрофотометричного аналізу».

Перегляд відеоматеріалів про механізм синтезу нуклеїнових кислот.

Розв'язування розрахункових і логічних задач.

Виконання дослідницького проєкту «Термодинаміка денатурації ДНК» із застосуванням відкритих баз даних.

2.9. Алкалоїди й токсини (6 год)

Теоретична частина. Алкалоїди й токсини: загальна характеристика. Алкалоїди: номенклатура, будова, природні функції, біологічна роль та активність. Токсини: класифікація, номенклатура, будова, природні функції, біологічна роль та активність. Особливості біологічної дії природних токсинів. Питання біобезпеки, профілактики отруєнь та відповідального використання біологічно активних речовин.

Практичне застосування фізіологічно активних сполук у сучасній медицині, фармацевтиці, інших сферах життя.

Практична частина. Аналіз наукових кейсів щодо впливу природних токсинів на організм людини та принципів надання домедичної допомоги у разі отруєнь.

Проведення досліду «Виділення кофеїну з природної сировини», аналіз результатів. Демонстраційний експеримент «Цитолітична дія окремих фізіологічно активних сполук».

Розв'язування розрахункових задач.

Круглий стіл «Користь та небезпека алкалоїдів і токсинів».

Інтерактивний квіз «Фізіологічно активні сполуки».

Розділ 3. Основні біохімічні процеси (69 год)

3.1. Біологічне окиснення й енергетичний обмін (15 год)

Теоретична частина. Біоенергетика: перетворення і використання енергії в живих організмах.

Макроергічні сполуки. АТФ: характеристика, функції, шляхи синтезу в організмі людини (субстратне та окиснювальне фосфорилювання). Тканинне дихання.

Будова і функціонування дихального ланцюга мітохондрій. Хеміосмотичний механізм синтезу АТФ у мітохондріях. Інгібітори та роз'єднувачі окиснення та фосфорилювання.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів про особливості енергетичного обміну, виконання тематичних завдань.

Обговорення проблеми «Окисно-відновні процеси у живих організмах». Розв'язування розрахункових задач.

Перегляд відеоконтенту «Біологічне окиснення».

Створення плаката «Енергетичний обмін в організмі».

Мініпроєкт «Біологічне окиснення: як це відбувається».

3.2. Хімічні основи дихання (12 год)

Теоретична частина. Дихання: ключовий біохімічний процес життєдіяльності організму.

Транспортування газів кровоносною системою. Хімічні основи зв'язування та перенесення кисню і вуглекислого газу компонентами крові.

Інгібітори процесу перенесення електронів. Інгібітори біохімічних процесів як інструмент наукових досліджень, медицини та біотехнологій. Біобезпека під час роботи з біологічно активними речовинами. Особливості кислотно-основного балансу крові в процесі дихання. Основні закономірності клітинного дихання: гліколіз, цитратний цикл, окиснювальне фосфорилювання.

Практична частина. Демонстраційний експеримент «Інгібітори перенесення електронів (процесу дихання) і їх дія».

Моделювання впливу інгібіторів на перебіг біохімічних процесів із використанням цифрових моделей і навчальних кейсів.

Розв'язування розрахунково-логічної задачі «Математика метаболізму».

Міні-проєкт «Хімічні основи дихання».

Інтерактивний квіз «Процес дихання і кислотно-основний баланс крові».

3.3. Травлення та засвоєння поживних речовин (18 год)

Теоретична частина. Поживні речовини (нутрієнти). Базова характеристика складників харчування людини. Добова потреба організму в поживних речовинах.

Біохімічні процеси перетравлювання білків у окремих відділах травного каналу. Біохімія перетравлювання вуглеводів і ліпідів у ШКТ.

Біохімічні основи перетравлювання нуклеїнових кислот.

Порушення процесів перетравлювання та всмоктування основних нутрієнтів.

Практична частина. Перегляд відеоконтенту про біохімію процесу травлення.

Лабораторний практикум «Дослідження кінетики процесу травлення з використанням модельних ферментних систем».

Виконання творчих завдань: «Меню в ресторані», хімічний детектив «Кисломолочні продукти проти молока».

Міні-проєкт «Травна система живих організмів та її біохімічні ознаки».

3.4. Водно-сольовий і кислотно-основний баланс у біологічних рідинах (12 год)

Теоретична частина. Біологічні рідини. Фізіологічні та біохімічні функції крові. Метаболізм у клітинах крові — еритроцитах. Дихальна функція еритроцитів.

Кислотно-основний стан (КОС) організму людини. Механізми регуляції та підтримки КОС: буферні системи крові, функція легень і нирок.

Біохімічні особливості обміну речовин у нирках. Роль нирок у регуляції електролітного складу та pH біологічних рідин організму. Біохімічний склад сечі.

Практична частина. Опрацювання наукової літератури.

Лабораторний практикум «Буферна ємність білків».

Кейс-дослідження «Якість питної води та сучасні технології її очищення в Україні».

Написання стислого повідомлення про біохімічний склад плазми крові.

Розроблення порівняльної таблиці «Складники біологічних рідин: від А до Я».

Розв'язування розрахунково-логічних задач.

Мініпроєкт «Баланс у біологічних системах і наслідки його відхилення».

3.5. Молекулярна організація та саморегуляція біохімічних систем (12 год)

Теоретична частина. Молекулярна організація, термодинамічні основи, специфічний результат.

Клітинна мембрана: характеристика, склад, будова, біологічні й біохімічні функції.

Фізико-хімічні основи молекулярної організації білків і ліпідів клітинної мембрани. Зміни молекулярної організації під час дії зовнішніх чинників.

Практична частина. Демонстраційний експеримент «Досліди з мембраною: вивчаємо процес дифузії».

Лабораторний практикум «Базові процеси молекулярної організації: досліджуємо міцелоутворення».

Створення презентації «Зимова адаптація мешканців водойм з погляду біохімії».

Квест «Молекулярна організація у повсякденному житті».

Розділ 4. Обмін речовин (78 год)

4.1. Обмін речовин у живих організмах (9 год)

Теоретична частина. Обмін речовин: загальні відомості. Основні закономірності обміну речовин і енергії. Анаболізм і катаболізм.

Гормональна регуляція обміну поживних речовин. Цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса).

Регуляція обміну речовин.

Практична частина. Складання картотеки термінів, виконання тестових завдань.

Квест «Таємниці живої природи».

Створення інфографіки «Речовини та їх взаємоперетворення в організмі».

Інтерактивний квіз «Регуляція обміну речовин».

4.2. Метаболізм вуглеводів (12 год)

Теоретична частина. Біохімічні основи метаболізму вуглеводів.

Гліколіз в аеробних і анаеробних умовах.

Альтернативні шляхи обміну вуглеводів.

Метаболізм фруктози й галактози, пентозофосфатний шлях окиснення глюкози.

Гормональна регуляція обміну вуглеводів у організмі людини, роль інсуліну та глюкагону.

Практична частина. Опрацювання наукової літератури. Розв'язування розрахунково-логічних задач.

Перегляд відеоматеріалів, виконання тематичних завдань.

Лабораторний практикум «Дослідження кінетики ферментативного перетворення вуглеводів та ідентифікація продуктів реакції».

Створення коміксу «Метаболізм фруктози й галактози».

Обговорення проблеми «Харчуємося правильно».

Мініпроєкт «Харчування народів світу. Вуглеводи».

4.3. Метаболізм жирів і ліпідів (15 год)

Теоретична частина. Метаболізм жирних кислот і триацилгліцеролів.

Окиснення та синтез жирних кислот, біохімічна регуляція процесу.

Метаболізм кетонових тіл.

Метаболізм сфінголіпідів.

Метаболізм холестеролу та його порушення. Біосинтез і біотрансформація холестеролу в організмі.

Гормональна регуляція ліпідного обміну. Ліпотропні фактори.

Порушення метаболізму ліпідів і біохімія ожиріння.

Практична частина. Лабораторний практикум «Дослідження енергетичної цінності жирів».

Обговорення проблеми «Жири й наше харчування».

Інтерактивний квіз «Холестерол: користь чи небезпека».

Розв'язування розрахунково-логічних задач.

Мініпроєкт «Жири: харчування народів світу».

4.4. Метаболізм амінокислот і білків (15 год)

Теоретична частина. Дезамінування, трансамінування та декарбоксилювання вільних амінокислот.

Азотистий баланс, його типи. Перетворення безазотистих залишків амінокислот.

Біохімічні основи утворення аміаку в організмі: токсичність, механізм знешкодження.

Біосинтез сечовини: біологічна роль, регуляція.

Утворення та роль амонійних солей.

Спеціалізовані шляхи обміну амінокислот різної будови: ациклічних та циклічних, сульфуровмісних, з розгалуженим ланцюгом.

Синтез гемоглобіну.

Практична частина. Інтерактивний квіз «Обмін амінокислот різної будови».

Лабораторний практикум «Дослідження вмісту білків у харчових продуктах».

Складання меню для себе та членів родини «Харчуємося правильно. Білки».

Написання стислого повідомлення «Основи спортивного харчування».

Створення мультимедійної презентації «Білковий раціон: харчування народів світу».

4.5. Інтеграція метаболічних шляхів поживних речовин (9 год)

Теоретична частина. Біохімічний взаємозв'язок між окремими класами поживних речовин.

Спільні шляхи перетворення вуглеводів, ліпідів, білків: особливості, механізми, функції.

Ключові етапи інтегрованих метаболічних шляхів. Біохімія регуляції та інтеграції метаболічних шляхів.

Практична частина. Опрацювання наукової літератури, виконання тестів.

Перегляд відеоматеріалів, обговорення.

Проведення експерименту з розщеплення складних вуглеводів.

Мініпроєкт «Схеми метаболічних шляхів».

Розроблення стрічки часу «Обмін поживних речовин».

Розв'язування розрахунково-логічних задач і виконання тестових завдань.

4.6. Обмін мінеральних речовин (9 год)

Теоретична частина. Мінеральні сполуки в окремих біологічних системах організму: класифікація, номенклатура, функції.

Біохімія мінералізації, ремінералізації та резорбції кісток: регуляція процесу.

Гормональна регуляція водно-мінерального обміну. Гормональна регуляція обміну Ca^{2+}.

Практична частина. Опрацювання наукових статей про мінеральні сполуки у живих організмах. Інтерактивний квіз «Мінеральні сполуки».

Лабораторний практикум «Визначення вмісту окремих мінеральних речовин у харчових продуктах».

Створення інфографіки «Харчуємося правильно. Мінеральні складники їжі». Розв'язування розрахункових задач.

Міні-проєкт «Макро- і мікроелементи в щоденному раціоні».

4.7. Метаболізм нуклеотидів (9 год)

Теоретична частина. Анаболізм і катаболізм нуклеотидів. Біохімія синтезу та розпаду пуринових, піримідинових і дезоксирибонуклеотидів.

Загальна характеристика метаболітів нуклеотидів. Утворення сечової кислоти, її властивості.

Метаболізм нуклеотидів і наслідки його порушення.

Практична частина. Опрацювання наукової літератури, виконання тестів. Складання кросвордів. Перегляд відеоматеріалів, аналіз інформації.

Обговорення проблеми «Нуклеотиди — важливе джерело поживних речовин чи супутні нутрієнти».

Розрахунково-логічна задача «Мій енергетичний баланс».

Хакатон «Ідеальне меню учня».

Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність учнів — членів Малої академії наук України (57 год)

5.1. Результати роботи над дослідженням (45 год)

Теоретична частина. Різновиди демонстраційних матеріалів для оприлюднення: спільні ознаки та відмінності. Базові вимоги до представлення результатів дослідницького проєкту.

Постер на основі результатів дослідницької роботи. Принципи структурування постера та презентації.

Презентація для участі в науковій конференції.

Оприлюднення результатів дослідницького проєкту: підготовка доповіді.

Правила поведінки під час публічного виступу.

Основи ораторського мистецтва й управління увагою аудиторії.

Успіхи та помилки доповідача.

Практична частина. Робота над дослідницьким проєктом. Опрацювання змісту дослідницької роботи.

Розроблення постера та презентації. Обговорення результатів роботи.

Круглий стіл «Приховані секрети демонстрацій».

Міні-проєкт на основі відеодемонстрації «Моя перша презентація». Обговорення публічних виступів і презентацій.

Виконання завдань з ораторського мистецтва, аналіз результатів.

Підготовка до захисту власного дослідницького проєкту.

5.2. Перспективи хімічних досліджень (12 год)

Теоретична частина. Розвиток наукової галузі. Ключові напрями хімічної науки.

Сучасні дослідження в галузі хімії та глобальні виклики.

«Зелена» хімія. Мінімізація використання шкідливих речовин і відновлювана біосировина.

Нанотехнології та «розумні» матеріали. Хімія і наномедицина.

Етика наукових досліджень у галузі хімії. Інтеграція штучного інтелекту в наукові відкриття.

Пріоритетні напрями розвитку органічної хімії та біохімії в Україні. Роль хімії в повоєнному відновленні держави, екологічній безпеці, розвитку фармацевтичної галузі, аграрного сектору та створенні інноваційних матеріалів.

Лідери наукових досліджень в Україні. Інтеграція української науки в ЄС. Гранти для молодих українських учених.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів, обговорення. Віртуальні екскурсії до музеїв науки. Опрацювання наукових статей, написання тез.

Робота над власною науковою статтею.

Круглий стіл «Хімія для відновлення України: виклики та перспективи».

Виконання творчих завдань: «Хімічні процеси й кулінарія», «Хімічні процеси та штучні продукти».

Створення коміксу «День без побутової хімії».

Розроблення презентації «Матеріали майбутнього».

Аналіз дослідницьких перспектив у хімічній галузі в Україні.

Підсумок (3 год)

Практична частина. Обговорення результатів роботи гуртка за рік. Круглий стіл «Підсумовуємо успіхи й аналізуємо промахи».

Генерування ідей «Дослідницькі плани на майбутнє».

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна:* використання знань про наукові методи дослідження для розв'язування дослідницьких і пізнавальних завдань; активізація пізнавальної діяльності; посилення мотивації до дослідницької діяльності в галузі органічної хімії та біохімії;
- *практична:* здійснення досліджень хімічних і біологічних властивостей сполук, фіксування результатів, описування їх за допомогою рівнянь хімічних реакцій та біохімічних процесів; виконання окреслених завдань лабораторних досліджень, використання сучасних технологій під час дослідницької діяльності й презентування результатів;

- *творча:* застосування творчих підходів у процесі генерування обґрунтованих ідей і формулювання висновків, осмислення інформації для виявлення розбіжностей і ухвалення доцільних рішень під час виконання завдань науково-дослідницької діяльності;
- *соціальна:* дотримання принципів академічної доброчесності у разі використання результатів досліджень, виконаних іншими; комунікування з дотриманням етичних норм; вибудовування наукового спілкування з урахуванням толерантного ставлення до опонента; виявлення національної ідентичності.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ (на прикладі групи з 10 вихованців / вихованок)

Лабораторне обладнання та реактиви	Кількість, шт.
Комп'ютер	1
Мультимедійний проєктор	1
Шафа витяжна лабораторна	1
Шафа сушильна	1
Мийка лабораторна з сушаркою	1
Лоток для реактивів	10
Пробірка хімічна	100
Штатив для пробірок	10
Тримач для пробірок	10
Пінцет	10
Шпатель	10
Піпетка Пастера	300
Окуляри захисні	10
Рукавички гумові кислотостійкі	100
Паличка скляна	15
Спиртівка	5
pH-метр / кондуктометр	3
Піпетка градуйована (різної місткості)	30
Колба мірна	10
Стакан хімічний	30
Скло предметне	30
Скло покривне	200
Термометр електронний занурювальний або пірометр	2

Лабораторне обладнання та реактиви	Кількість, шт.
Тепловізор портативний або ІЧ-камера для смартфона	1
Секундомір	5
U-подібна трубка	10
Холодильник скляний	5
Бюретка	10
Лійка для бюретки	10
Штатив лабораторний комплектний	10
Колба конічна	30
Флакон скляний, 10 мл	50
Лійка для фільтрування	20
Трубка силіконова, 6 мм	10
Трубка газовідвідна з корком, 6 мм	10
Ваги електронні	5
Плита нагрівальна електрична	5
Апарат Сокслета	4
Мікроскоп оптичний з CCD-камерою	1
Динамометр ручний (200 Н)	2
Набір хімічних реактивів (для дослідів протягом навчального року)	10

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Березан О. Органічна хімія : навч. посіб. Київ : Підручники і посібники, 2020. 208 с.
2. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Львів : Львівська політехніка, 2021. 488 с.
3. Галушко С. М. Фізична і колоїдна хімія. Практикум : навч.-метод. посіб. Умань : АЛМІ, 2017. 102 с.
4. Збірник задач та вправ з хімії / К. В. Теребіленко та ін. Київ : Компринт, 2021. 62 с.
5. Карп'як В. В., Обушак В. Д. Хімія гетероциклічних сполук. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 268 с.
6. Колесников О. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. 2-ге вид., випр. та доповн. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 144 с.
7. Корнет М. М., Перетятько В. В., Бражко О. А. Методологія та організація наукових досліджень в хімії : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 152 с.

8. Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія : підручник для 9 класу. Київ : ВЦ «Академія», 2017. 240 с.
9. Про затвердження переліку типів позашкільних навчальних закладів і Положення про позашкільний навчальний заклад : постанова Кабінету Міністрів України від 06.05.2001 № 433 зі змінами й доповненнями. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/433-2001-%D0%BF#Text (дата звернення: 18.05.2026).
10. Про затвердження Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах : наказ Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 № 651 зі змінами й доповненнями. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1036-04#Text (дата звернення: 18.05.2026).
11. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII зі змінами й доповненнями. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text (дата звернення: 18.05.2026).
12. Про позашкільну освіту : Закон України від 22.06.2000 № 1841-III зі змінами й доповненнями. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14#Text (дата звернення: 18.05.2026).
13. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text (дата звернення: 18.05.2026).
14. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія : підручник. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2008. 384 с.
15. Слободяник М. С., Колотілов С. В., Гавриленко К. С. Будова атомів і молекул, хімічний зв'язок : метод. посіб. Київ : Науковий світ, 2008. 24 с.
16. Хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. закл. (нехім. спец.) / В. О. Павленко та ін. Харків : Фоліо, 2014. 958 с.
17. Хімія для підготовчих відділень / Р. Є. Слободнюк, Г. С. Маслак, Н. І. Цокур, Г. В. Долгіх. Херсон : Олді-Плюс, 2021. 402 с.
18. Черно Н. К., Антіпіна О. О., Малинка О. В., Вікуль С. І. Основи хімії та методи аналізу харчової продукції. Одеса : ВД «Гельветика», 2019. 360 с.
19. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин. Практикум з аналітичної хімії : навч. посіб. для студентів хім. та фарм. спец. закл. вищ. освіти. Вид. 2-ге, доповн. та переробл. Херсон : Олді-Плюс, 2020. 304 с.
20. Brock W. H. Chemical Tree: a History of Chemistry. Boston : Norton & Company, Inc., 2000. 784 p.

21. Clayden J., Greeves N., Warren S. Organic Chemistry. Oxford : Oxford University Press, Inc., 2012. 1260 p.
22. Crabtree R. H. Organometallic Chemistry of the Transition Metals. John Wiley & Sons Inc., 2014. 528 p.
23. Gupta R. K., Kumar A. Fundamentals of Polymer Engineering. Third edition. Taylor & Francis Group, 2018. 616 p.
24. Jacobi P. A. Introduction to Heterocyclic Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., 2018. 272 p.
25. McMurry J. Organic Chemistry. 10th edition. Houston : OpenStax, 2023. 468 p.
26. Molecular Biology Practicals / B. M. Sharga, U. I. Chromiak, D. B. Pylypiv, V. P. Feketa. Uzhhorod : PE Sabov A. M., 2022. 102 p.
27. Satyanarayana U., Chakrapani U. Biochemistry. Elsevier, 2013. 808 p.
28. The Chemistry Book. Big Ideas Simply Explained. Dorling Kindersley Publishing, 2022. 336 p.
29. Verma D. K., Aslam J. Organometallic Compounds: Synthesis, Reactions, and Applications. First edition. WILEY-VCH GmbH, 2023. 448 p.
30. Young R. J., Lovell P. A. Introduction to Polymers. Taylor & Francis Group, 2011. 688 p.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академічна доброчесність: проблеми дотримання та пріоритети поширення серед молодих вчених : кол. моногр. / Н. Г. Сорокіна та ін. Дніпро : ДРІДУ НАДУ, 2017. 168 с.
2. Баранович Д. Б. Словник термінів з інтелектуальної власності, інноватики, організації наукових досліджень : навч. посіб. Львів : Левада, 2021. 128 с.
3. Барфілд М., Гамфрі Л. Елементарно! Науковий детектив. Досліджуємо атоми, з яких складається наша оселя. Харків : Жорж, 2020. 64 с.
4. Богданова В. Я. Хімічні реакції навколо нас. Харків : Ранок, 2024. 112 с.
5. Збірник задач та вправ з хімії / К. В. Теребіленко та ін. Київ : Компринт, 2021. 62 с.
6. Ковтун Г. О. Про хіміків. Київ : Академперіодика, 2006. 264 с.
7. Леонтьєв Д. В., Кочергіна А. В. Світ алхімії. Велика ілюстрована енциклопедія. Харків : Веста, 2011. 272 с.
8. Мєшкова О. М. Хімія : збірник завдань. Харків : Основа, 2018. 224 с.
9. Мигалина Ю. В., Козарь О. П. Основи хімії та фізико-хімії полімерів : підручник. Київ : Кондор, 2024. 326 с.
10. Мислюк О. О. Основи хімічної екології. Київ : Кондор, 2012. 660 с.

11. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / М. О. Боровий та ін. Київ : Інтерсервіс, 2015. 350 с.
12. Пилипчук Л. Л., Близнюк В. М. Наноматеріали в хімії та фармації : навч. посіб. Одеса : ВД «Гельветика», 2020. 168 с.
13. Рижко О. М. Плагіат як соціально-комунікаційне явище : моногр. Київ : Паливода А. В., 2017. 388 с.
14. Hudson J. The History of Chemistry. New York : Springer, 2012. 296 p.
15. Joule J. A., Mills K. Heterocyclic Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., 2000. 608 p.
16. Lodish H., Berk A., Kaiser C. A., et al. Molecular Cell Biology. New York : Macmillan Learning, 2016. 1248 p.
17. Murray R. K., Bender D. A., Botham K. M., et al. Harper's Illustrated Biochemistry. McGraw-Hill Companies, Inc., 2009. 704 p.
18. Rehahn M., Voit B., Ritter H., Cherdron H., Braun D. Polymer Synthesis: Theory and Practice: Fundamentals, Methods, Experiments. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 404 p.
19. Silverman R. B., Holladay M. W. Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action. Elsevier Science & Technology, 2014. 536 p.
20. Spessard G. O., Miessler G. L. Organometallic Chemistry. Oxford University Press, Inc., 2015. 800 p.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ БАЗ ДАНИХ

1. Common Chemistry from Chemical Abstracts Service (CAS). URL: https://www.commonchemistry.org/ (дата звернення: 20.03.2026).
2. ChemSpider by RSC. URL: https://www.chemspider.com (дата звернення: 20.03.2026).
3. LibreTexts Chemistry. Organic Chemistry. URL: https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/ (дата звернення: 20.03.2026).
4. MSU Virtual Textbook of Organic Chemistry. URL: https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/virttxtjml/intro1.htm (дата звернення: 20.03.2026).
5. NIST Chemistry WebBook. URL: https://webbook.nist.gov/chemistry/ (дата звернення: 20.03.2026).
6. PubChem. URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov (дата звернення: 16.03.2026).

Н. О. Войтович

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «БОТАНІКА»

ОСНОВНИЙ І ВИЩИЙ РІВНІ

«Схвалено для використання в освітньому процесі»
Рішення експертної комісії з позашкільної освіти від 09.07.2025 (протокол № 2)

Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам державної установи «Український інститут розвитку освіти» за № ПЗ-0003-25

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Позашкільна освіта відіграє важливу роль у формуванні гармонійно розвинутої особистості, дає можливість поглиблювати й розширювати знання, розвивати практичні навички та реалізовувати науково-дослідницькі проєкти, сприяє розвитку творчого потенціалу, критичного мислення та забезпечує саморозвиток і самовдосконалення. Важливу роль у цьому процесі відіграє Мала академія наук України, яка залучає учнів і вихованців закладів загальної середньої та позашкільної освіти до активної дослідницької діяльності в гуртках і секціях науково-дослідницького напряму.

Сьогодні стан позашкільної освіти потребує: удосконалення змісту освітнього процесу в закладах позашкільної освіти; обґрунтування його на сучасних наукових засадах, що можливо за умови впровадження інноваційних педагогічних технологій і підходів у діяльність; оновлення навчально-дидактичних матеріалів, форм і методів навчання, спрямованих не лише на поглиблення, розширення, набуття нових знань, а й на розвиток практичних умінь і навичок, необхідних для розв'язання дослідницьких завдань, визначення майбутньої професійної діяльності.

Тому актуальним є розроблення навчальних програм, зміст яких забезпечує розв'язання зазначених завдань засобами науково-дослідницької діяльності.

Навчальна програма «Ботаніка» розроблена з урахуванням законів України «Про освіту», «Про позашкільну освіту», Положення про позашкільний навчальний заклад, Типових навчальних планів для організації навчально-виховного процесу в позашкільних навчальних закладах системи Міністерства освіти і науки України, Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, Концепції розвитку природничо-математичної

освіти (STEM-освіти) й ґрунтується на інноваційних педагогічних методах і технологіях та міжпредметних зв'язках.

Програма побудована з урахуванням сучасних наукових досягнень у галузі ботаніки, екології й агробіології. У її змісті поєднується використання класичних методів навчання (проведення лабораторних експериментів і польових досліджень) та інноваційних цифрових інструментів для аналізу рослинного світу. Завдяки застосуванню сучасних технологій реалізується робота з інтерактивними ботанічними атласами, цифровими мікроскопами, спеціалізованими програмами для моделювання процесів росту та розвитку рослин з метою глибшого засвоєння навчального матеріалу, удосконалення критичного мислення, навичок науково-дослідницької роботи й екологічного прогнозування.

У межах програми використовуються методи дослідження, застосовні в різних наукових галузях, зокрема екологічний моніторинг, геоботанічний аналіз, картографування місцевих екосистем, лабораторні дослідження фізіологічних процесів у рослинах. Це сприятиме формуванню комплексного бачення природних явищ і опануванню навичок самостійної наукової роботи, що є важливим етапом підготовки майбутніх дослідників і спеціалістів у сфері природничих наук.

Програма спрямована на формування цілісного уявлення про рослинний світ, його взаємозв'язки з навколишнім природним середовищем та вплив зовнішніх факторів на розвиток рослин. Також в освітньому процесі передбачається інтеграція знань з біології, географії та екології під час дослідження природних процесів, аналіз впливу біотичних й абіотичних чинників на флору, розв'язування завдань науково-дослідницької діяльності. Окреме місце відведено практичним заняттям, на яких заплановано вирощування та догляд за рослинами, — такий вид робіт допоможе розвинути екологічне мислення і відповідальне ставлення до довкілля.

Мета програми — формування у вихованців дослідницьких і базових компетентностей у процесі активної участі в освітній діяльності в гуртку дослідницько-експериментального напряму позашкільної освіти.

Основні **завдання** полягають у формуванні таких компетентностей:

пізнавальної: розвивати пізнавальну активність на основі інтеграції знань з ботаніки, екології, хімії, географії та практичних умінь дослідницької роботи; формувати науковий світогляд, сучасне наукове мислення, розуміння зв'язку ботаніки з іншими природничими науками, навички виявлення взаємозв'язків між рослинними організмами, середовищем їх існування та екологічними процесами; розвивати пізнавальний інтерес до дослідницької діяльності: аналіз наукових джерел, оцінювання отриманої інформації для прийняття обґрунтованих рішень, проведення

спостережень за рослинами, їх життєвими циклами та реакцією на вплив природних і антропогенних екологічних факторів;

практичної: формувати навички пошуку, аналізу і застосування інформації для розв'язання освітніх, пізнавальних, практичних і дослідницьких завдань; удосконалювати навички використання спеціального обладнання й інструментарію для дослідження будови рослин, проведення лабораторних і польових досліджень, створення гербаріїв за їх результатами, застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій і цифрових інструментів для аналізу й класифікації рослин, ведення фенологічних спостережень, записів у польових щоденниках і опрацювання отриманих даних;

творчої: розвивати здатність генерувати нестандартні ідеї, шукати способи розв'язання наукових, дослідницьких, практичних і екологічних завдань, застосовувати творчі підходи до дослідження рослинного світу, створення гербаріїв, опису рідкісних рослин, розроблення тематичних колажів і екологічних проєктів, втілювати креативні ідеї для вирішення екологічних проблем і збереження рослинного біорізноманіття; формувати навички планування й реалізації завдань дослідницької діяльності, спрямованих на охорону навколишнього середовища, представлення наукових досягнень у креативній формі;

соціальної: удосконалювати навички ефективно взаємодіяти в команді для досягнення визначеної мети й реалізації завдань дослідницької та проєктної діяльності, співпрацювати та конструктивно обговорювати наукові проблеми, дотримуватись етики наукової дискусії, виявляти інтерес і обстоювати власні ідеї; розвивати ініціативність у вирішенні завдань, толерантність, відповідальність, громадянську активність; формувати екологічну свідомість під час участі у волонтерських і просвітницьких заходах; розвивати навички організації екологічних акцій, генерування природоохоронних ініціатив, застосування принципів сталого розвитку для розв'язання екологічних і науково-дослідницьких проблем у галузі ботаніки, збереження біорізноманіття і раціонального природокористування.

У змісті програми акцентовано на здійсненні наукових досліджень з метою удосконалення наявних способів і засобів збереження природи, розроблення нових екологічно безпечних технологій і методів відновлення природних екосистем, мінімізації негативного антропогенного впливу, впровадження сталих рішень у природокористуванні, а також на усвідомленні важливості збереження природи й раціонального використання ресурсів.

Навчальна програма спрямована на докладне вивчення методів і методик дослідницької роботи, що допоможе зрозуміти важливість

рослин для екосистем, охорони навколишнього природного середовища та забезпечення сталого розвитку нашої планети.

Навчальна програма призначена для роботи з вихованцями віком 13–17 років і передбачає два роки навчання:

1-й рік — основний рівень — 216 год на рік (6 год на тиждень);

2-й рік — вищий рівень — 324 год на рік (9 год на тиждень).

На першому році навчання заплановано поглиблення й розширення знань з ботаніки, удосконалення навичок спостереження й аналізу природних явищ, а також практичних умінь, необхідних для проведення досліджень. Увагу зосереджено на розвитку пізнавальної активності, формуванні ґрунтовних знань про рослини, їх будову, різноманіття, екологічну роль у природних екосистемах. Вихованці ознайомляться з методами ботанічного дослідження, особливостями взаємодії рослин із навколишнім середовищем, що сприятиме набуттю навичок оцінювати інформацію критично і висувати науково обґрунтовані ідеї.

На другому році навчання діяльність вихованців спрямована на розвиток дослідницьких навичок, опанування складніших методів аналізу рослин, застосування сучасних технологій та інструментів для збирання й опрацювання даних, набуття здатності формулювати наукові гіпотези, проводити експерименти, обґрунтовувати й представляти результати. Важливим аспектом є підготовка й оформлення дослідницьких проєктів, виконання завдань дослідницької роботи для підтвердження високого рівня знань, володіння науковими підходами для розв'язання дослідницьких проблем.

Навчальною програмою передбачено застосування міжпредметних зв'язків з біологією, хімією, екологією, географією й іншими науками, що забезпечує формування у вихованців комплексного розуміння значення ботаніки в контексті всіх природничих наук і цілісного бачення екологічних процесів.

Зміст теоретичної та практичної частин забезпечує розширення знань з ботаніки, розвиває навички виконання дослідницьких завдань, що сприяє не лише глибокому засвоєнню теоретичного матеріалу, а й отриманню досвіду самостійного проведення експериментів, спостережень і польових робіт.

У освітньому процесі за програмою застосовується широкий спектр навчальних матеріалів: посібники, відео- і мультимедійні матеріали, що стосуються ботаніки, різноманіття рослин, їх будови, екологічних взаємодій і сучасних методів дослідження. Також використовуються сучасні можливості інтернету — ресурси, платформи й застосунки, зокрема «Google Classroom», «Zoom», «Microsoft Teams» (для організації відеоконференцій), «PhET Interactive Simulations», «Labster» (для

роботи у віртуальних лабораторіях), «Padlet» (для створення інтерактивної дошки під час колективної роботи над завданнями), «iNaturalist», «Flora Incognita» (для ідентифікації рослин і збирання даних у польових умовах), «Google Earth» (для вивчення географічних особливостей екосистем), «Prezi», «Canva» (для створення презентацій), «Trello», «Tinkercad» (для роботи над проєктами), «Google Expeditions», «YouTube» (для здійснення віртуальних турів, наукових прогулянок ботанічними садами та природними заповідниками).

Контролювання знань і навичок вихованців здійснюється під час виконання практичних і творчих завдань, підготовки й захисту проєктів і науково-дослідницьких робіт, за результатами участі в тематичних заходах, семінарах, конференціях і конкурсах, зокрема Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів — членів Малої академії наук України.

Програма гуртка реалізується також під час індивідуальних занять, які проводяться відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 № 1123). Індивідуальні заняття забезпечують диференційований підхід з урахуванням віку, можливостей і здібностей вихованців, дають змогу використовувати різні організаційні форми роботи під час проведення досліджень.

Перелік обладнання надано як орієнтовний — згідно з можливостями навчального закладу.

Основний рівень, перший рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Ботаніка: історія і методи дослідження	**5**	**10**	**15**
1.1. Ботаніка: історія науки	3	3	6
1.2. Методи дослідження рослин	2	7	9
Розділ 2. Клітинна будова рослин	**6**	**12**	**18**
2.1. Органели, клітинна стінка	3	6	9
2.2. Мікроскопічна будова рослинної клітини	3	6	9

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Розділ 3. Тканини рослин	**6**	**9**	**15**
3.1. Покривні тканини	3	6	9
3.2. Провідні тканини	3	3	6
Розділ 4. Органи рослин	**9**	**18**	**27**
4.1. Типи кореневих систем	3	6	9
4.2. Листок як основний орган рослини	3	6	9
4.3. Квітка, плід і насіння	3	6	9
Розділ 5. Систематика рослин	**9**	**24**	**33**
5.1. Класифікація рослин	3	6	9
5.2. Водорості й мохоподібні	3	6	9
5.3. Покритонасінні рослини	3	12	15
Розділ 6. Екологія рослин	**6**	**15**	**21**
6.1. Рослини України	3	6	9
6.2. Рослини й зміна клімату	3	9	12
Розділ 7. Науково-дослідницька діяльність	**19**	**62**	**81**
7.1. Основи науково-дослідницької діяльності	4	8	12
7.2. Польові дослідження	3	9	12
7.3. Науково-дослідницька робота учнів — членів Малої академії наук України	12	45	57
Підсумок	—	3	3
Разом	**61**	**155**	**216**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета, завдання і план роботи гуртка на рік. Організаційні питання. Безпека життєдіяльності. Інформаційні ресурси, наукові джерела й основні принципи роботи з ними.

Практична частина. Інтерактивні вправи для знайомства і згуртування. Перегляд, обговорення відеоматеріалів.

Розділ 1. Ботаніка: історія і методи дослідження (15 год)

1.1. Ботаніка: історія науки (6 год)

Теоретична частина. Ботаніка. Основні напрями сучасної ботаніки: морфологія, фізіологія, систематика, екологія. Ботаніка і глобальні виклики: зміни клімату, охорона біорізноманіття.

Роль давньогрецьких філософів (Гіппократ, Теофраст) у становленні знань про рослини. Ботаніка в епоху Середньовіччя: використання рослин у медицині та господарстві. Етапи розвитку ботаніки в епоху Відродження (поява перших гербаріїв, формування систематики).

Наукові дослідження Миколи Холодного: вивчення фізіології рослин, відкриття теорії фітогормональної регуляції тропізмів. Володимир Вернадський: рослини й біосфера.

Практична частина. Виконання вправи «Складання карти природоохоронних об'єктів України». Інтерактивна гра «Класифікація рослин за використанням». Створення презентації «Ботанічні терміни в старовинних джерелах». Робота з гербарієм «Історія рослинних зразків». Обговорення значення ботаніки у сучасному світі.

1.2. Методи дослідження рослин (9 год)

Теоретична частина. Основні методи ботанічних досліджень. Сучасні технології в ботаніці. Використання дронів для моніторингу рослин. Геоінформаційні системи (ГІС) в ботанічних дослідженнях.

Практична частина. Дослідження будови листка за допомогою мікроскопа. Ідентифікування рослин у природі з використанням GPS-застосунку. Аналіз зразків рослин: визначення типу листків, стебел і коренів за морфологічними ознаками.

Розділ 2. Клітинна будова рослин (18 год)

2.1. Органели, клітинна стінка (9 год)

Теоретична частина. Загальна будова рослинної клітини. Особливості плазматичної мембрани рослин. Клітинна стінка: компоненти (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін), її роль у підтримці форми клітини. Пластиди. Велика центральна вакуоль. Мітохондрії. Унікальні функції органел.

Практична частина. Мікроскопічне дослідження клітини цибулі: створення тимчасового препарату епідерми, визначення основних компонентів клітини (клітинна стінка, цитоплазма, ядро). Вивчення будови клітини (з використанням інтерактивного симулятора «PhET Interactive Simulations»). Аналіз розташування органел у клітині (за допомогою віртуальної лабораторії «Labster»).

2.2. Мікроскопічна будова рослинної клітини (9 год)

Теоретична частина. Методи створення тимчасових препаратів: використання барвників (метиленовий синій, йод). Епідермальні клітини, клітини основної тканини. Залежність будови клітини від її функцій.

Практична частина. Виготовлення тимчасових прижиттєвих препаратів клітин кореня, дослідження їх за допомогою мікроскопа. Створення 3D-моделі рослинної клітини (у «Tinkercad»), графічного постера (у «Canva») із зазначенням всіх органел і їх функцій. Презентація, обговорення результатів роботи.

Розділ 3. Тканини рослин (15 год)

3.1. Покривні тканини (9 год)

Теоретична частина. Типи покривних тканин: епідерма, корок, перидерма. Анатомічні особливості покривних тканин. Функції покривних тканин. Захист рослини від зневоднення, ушкоджень, патогенів. Регуляція газообміну через продихи. Роль волосків у захисті від перегрівання та випаровування води. Адаптація покривних тканин до різних умов в Україні: ксерофіти (ковила, чебрець) — зменшення випаровування у степах; гігрофіти (очерет, осока) — водоутримувальні структури в болотних зонах; мезофіти (клен, береза) — звичні лісові умови.

Практична частина. Робота в групах: дослідження епідерми листка елодеї, обговорення результатів. Експеримент «Вплив воскового нальоту на випаровування води» (пояснення значення воскового покриття в умовах степу, болота). Дослідження рослинної адаптації на відкритій місцевості, розроблення плану виступу, обговорення результатів дослідження.

3.2. Провідні тканини (6 год)

Теоретична частина. Провідні тканини рослин, їх функції. Ксилема: судини й трахеїди, особливості будови для транспорту води й розчинених у ній мінеральних речовин. Флоема: ситоподібні трубки й клітини-супутники, їх роль у транспортуванні органічних речовин. Розміщення провідних тканин у корені, стеблі й листках. Підіймання води ксилемою: капілярні сили, транспіраційний потік, кореневий тиск.

Практична частина. Робота в групах: спостереження за водним транспортом у ксилемі, обговорення результатів. Моделювання будови провідних тканин: створення моделі будови ксилеми та флоеми (судини, трахеїди, ситоподібні трубки), презентація, обговорення результатів.

Розділ 4. Органи рослин (27 год)

4.1. Типи кореневих систем (9 год)

Теоретична частина. Кореневий чохлик, зони кореня. Провідна система кореня, анатомічна будова. Стрижнева і мичкувата кореневі системи. Видозміни коренів. Особливості кореневої системи залежно від середовища.

Практична частина. Виготовлення поперечного зрізу кореня, дослідження його за допомогою світлового мікроскопа чи стереомікроскопа. Виконання дослідницького завдання «Будова кореневих систем рослин із різних екосистем України». Інтерактивний проєкт «Моделювання будови кореневої системи різних рослин» (з використанням «Canva» або «Tinkercad»).

4.2. Листок як основний орган рослини (9 год)

Теоретична частина. Листок: епідерма, продихи, мезофіл, жилкування. Асиміляційна тканина: будова, функції. Фотосинтез як основна функція листка. Фази фотосинтезу. Залежність фотосинтезу від зовнішніх чинників (світло, вологість, температура).

Ксерофіти, гігрофіти, мезофіти: приклади з флори України. Видозміни листків (колючки, ловчі апарати).

Практична частина. Лабораторна робота «Дослідження продихів і жилкування листків». Аналізування впливу світла на інтенсивність фотосинтезу (експеримент із використанням листків елодеї), представлення, обговорення результатів. Творче завдання «Створення інтерактивної моделі листка: анатомія та функції» (з використанням «Tinkercad» або «Canva»).

4.3. Квітка, плід і насіння (9 год)

Теоретична частина. Квітка: будова, функції. Типи запилення: самозапилення, перехресне запилення; приклади. Плід і насіння. Види плодів: зернівка (пшениця), сім'янка (соняшник), кістянка (слива), багатокістянка (малина). Будова насіння пшениці й соняшника: зародок, ендосперм, насінна шкірка. Загальна характеристика й особливості культурних рослин України. Історія вирощування соняшника й пшениці на українських теренах, їх біологічне, економічне і культурне значення.

Практична частина. Робота в «Google Expeditions»: віртуальний огляд українських полів соняшника, пшениці. Написання стислого повідомлення про особливості вирощування соняшника і пшениці у різних регіонах України. Лабораторні роботи: «Розтин квітки соняшника для вивчення її частин», «Аналіз плодів і насіння пшениці, кукурудзи, соняшника

під мікроскопом» (результати оформлюються як замітки на платформі «Padlet»). Моделювання процесу запилення квітки (з використанням «PhET Interactive Simulations» або «Labster»). Створення інфографіки «Шлях насінини: від квітки до хлібного колосу» (у «Canva»).

Розділ 5. Систематика рослин (33 год)

5.1. Класифікація рослин (9 год)

Теоретична частина. Основні таксономічні одиниці: родина, рід, вид. Ключові етапи розвитку систематики від Карла Ліннея до наших днів.

Сучасні методи систематики. ДНК-профілювання різних видів і сортів рослин. Застосування ГІС для аналізу ареалів видів.

Внесок українських учених у розвиток ботаніки. Роль Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного у класифікації рослин.

Практична частина. Дослідження гербарних зразків: класифікація рослин за основними таксономічними категоріями. Інтерактивна вправа «Склади класифікацію» (об'єднання рослин у таксономічні групи з використанням підказок на «Google Jamboard»). Проєкт «Українські ботаніки» (у «Canva»).

5.2. Водорості й мохоподібні (9 год)

Теоретична частина. Водорості: їх будова і життєвий цикл. Роль водоростей у водних екосистемах (кисневий баланс, основа харчового ланцюга). Мохоподібні та їх екологічна роль. Будова мохоподібних і їх життєвий цикл. Роль мохоподібних у регуляції водного балансу в екосистемах. Використання водоростей і ціанобактерій у харчовій промисловості (агар, спіруліна). Значення мохів для ґрунтоутворення й очищення води.

Практична частина. Дослідження мохоподібних у природних екосистемах (з використанням «Google Expeditions»). Мікроскопія водоростей (виготовлення препаратів, дослідження клітинної будови). Експеримент із мохами «Вологоутримувальні властивості сфагнуму» (польові умови або лабораторний експеримент). Віртуальна подорож «Болота України».

5.3. Покритонасінні рослини (15 год)

Теоретична частина. Покритонасінні рослини: особливості. Подвійне запліднення, утворення плоду та насіння. Типи плодів: сухі, соковиті. Лікарські рослини України. Біологічна характеристика лікарських рослин різних екологічних зон (ромашка, звіробій, м'ята). Використання лікарських рослин у медицині. Декоративні рослини України. Види декоративних рослин (троянди, барвінок, тюльпани), їх значення у ландшафтному дизайні.

Практична частина. Лабораторна робота «Аналіз лікарських рослин» (оформлення таблиці лікувальних властивостей). Проєкт «Декоративні рослини України» (з використанням «Canva»). Екскурсія «Вивчення лікарських рослин у природі». Інтерактивна лабораторія: складання гербарію. Мінідослідження «Вплив лікарських рослин на ріст бактерій». Віртуальна подорож «Рослинний світ України» (у «Google Expeditions»).

Створення інфографіки для візуалізації інформації про подорож (у «Canva»).

Розділ 6. Екологія рослин (21 год)

6.1. Рослини України (9 год)

Теоретична частина. Роль рослин у біоценозах. Продуценти як основа харчових ланцюгів. Захисна і ґрунтоутворювальна роль рослин. Загальна характеристика екосистем України. Лісові екосистеми: дубові, букові, соснові ліси. Степові екосистеми: ковила, типчак. Водно-болотні угіддя: латаття, очерет. Ендемічні рослини України. Приклади рідкісних видів: ясенець білий, тюльпан Шренка, гірчак вузьколистий; їх роль у стабільності екосистем.

Практична частина. Віртуальна подорож «Екосистеми України» (у «Google Expeditions»), обговорення результатів. Створення інтерактивної карти екосистем у «Google Maps». Проєкт «Ендемічні рослини України» (з використанням «Canva»). Експеримент «Роль рослин у збереженні ґрунту». Інтерактивна гра «Рослинні харчові ланцюги». Мінідослідження «Вплив антропогенних факторів на рослинність».

6.2. Рослини й зміна клімату (12 год)

Теоретична частина. Кліматичні зміни та їх вплив на рослини: зменшення опадів, підвищення температури, посухи. Ризики для степових і лісових екосистем України. Адаптація рослин до посушливих умов. Морфологічна адаптація: маленькі листки, восковий наліт, довге коріння. Фізіологічна адаптація: CAM-фотосинтез, уповільнення транспірації. Роль степів у збереженні біорізноманіття. Ковила, полин, чебрець у степових екосистемах. Вплив людини на степи.

Практична частина. Експеримент «Утримання вологи рослинами». Польове дослідження «Рослини українських степів». Моделювання змін екосистем (у «PhET Interactive Simulations»). Моделювання кліматичних змін за допомогою «Labster». Інтерактивна вправа «Захистимо степ». Проєкт «Майбутнє українських степів».

Розділ 7. Науково-дослідницька діяльність (81 год)

7.1. Основи науково-дослідницької діяльності (12 год)

Теоретична частина. Наука і наукове дослідження. Методи наукового пізнання. Основні етапи організації наукового дослідження. Загальна структура наукового дослідження. Наукова інформація і способи її представлення. Відповідність теми дослідження сучасній науковій проблематиці.

Наукові дослідження в ботаніці. Використання сучасних цифрових інструментів: «PlantNet» (для визначення рослин); «Google Earth» (для дослідження ареалів). Наукові публікації, гербарії. Методи дослідження (спостереження, експеримент, аналіз даних).

Інтегрування українських дослідників у світову систему наукової комунікації.

Академічна доброчесність: цінності й принципи. Порушення академічної доброчесності: академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація.

Практична частина. Обговорення принципів академічної доброчесності, важливості їх дотримання. Пошук інформації за запитом, оформлення результатів. Виконання творчих завдань на опрацювання наукових текстів. Спільна робота над пошуком наукових джерел з визначеної теми й оформлення списку. Мозковий штурм «Які рослини варто досліджувати». Робота у групах: використання «Google Jamboard» для фіксації ідей, їх аналіз.

7.2. Польові дослідження (12 год)

Теоретична частина. Польові дослідження, їх важливість для науки.

Методи збирання даних у польових умовах. Складання плану експедиції. Використання мобільних застосунків («PlantNet», «iNaturalist») для ідентифікації рослин. Фіксація й аналіз даних. Методи ведення польових записів. Використання таблиць програми «Excel» для опрацювання даних. Техніка безпеки й екологічна етика. Правила збирання матеріалів і поводження у природному середовищі. Польові дослідження без екологічної шкоди.

Практична частина. Польова експедиція. Опрацювання даних (аналіз зібраних матеріалів: створення таблиць, графіків). Використання «Google Sheets» або програм для аналізу даних («Excel», «Tableau»). Віртуальне доповнення: симуляція польових умов. Використання «Labster» для симуляції польових досліджень у віртуальному середовищі. Порівняння даних реальних і симуляційних досліджень.

7.3. Науково-дослідницька робота учнів — членів Малої академії наук України (57 год)

Теоретична частина. Мала академія наук і науково-дослідницька робота учнів — членів МАН України. Наукові секції.

Тематика досліджень учнів — членів МАН у галузі ботаніки, їх актуальність. Основні вимоги до досліджень і оформлення дослідницької роботи.

Науково-дослідницька робота. Проблема і тема, мета і завдання, об'єкт і предмет дослідження. Етапи роботи. Способи представлення результатів.

Культура й етика проведення наукового дослідження. Цитати й посилання у наукових роботах.

Практична частина. Робота з науковими джерелами в галузі ботаніки: пошук інформації про дослідження, визначення їх актуальності для розвитку ботаніки, обговорення результатів. Обрання напряму дослідження і теми дослідницької роботи. Робота з інформаційними джерелами з обраної теми для визначення рівня розроблення наукової проблеми, упорядкування інформації. Обговорення ідей, опрацювання аргументації до власного дослідження. Визначення об'єкта і предмета, формулювання мети та завдань дослідження. Обрання методів наукового дослідження. Складання плану роботи. Робота над змістом. Оформлення цитат і посилань із дотриманням принципів академічної доброчесності.

Підсумок (3 год)

Практична частина. Підбиття підсумків роботи за рік. Визначення перспектив наукових досліджень з обраних тем.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна:* володіння термінологією; здійснення пошукової та евристичної діяльності, застосування навичок поглиблення знань; розуміння основних методів класифікації та розпізнавання рослин, використання гербарних зразків; усвідомлення екологічної ролі рослин в екосистемах, особливостей адаптації до змін клімату, зокрема в умовах України; виявлення взаємозв'язків між рослинними організмами, середовищем існування й екологічними процесами; оцінювання інформації для прийняття обґрунтованих рішень; використання методів збирання й аналізу даних у ботанічних дослідженнях; застосування набутих знань із ботаніки, екології, хімії, географії для розв'язування дослідницьких завдань;
- *практична:* використання методів дослідження рослин, зокрема мікроскопії, фенологічних спостережень, польових досліджень і лабораторних експериментів; здійснення аналізу будови та функцій клітин, тканин і органів рослин за допомогою довідкової літератури й мобільних застосунків; планування й виконання дослідницьких завдань,

спрямованих на охорону навколишнього середовища; вирощування рослин у різних умовах (ґрунт, вода, лабораторія), ведення спостережень за їх розвитком; проведення дослідницької роботи: збирання польових даних, їх аналіз, оформлення висновків; здійснення польових спостережень за екосистемами, ведення щоденника досліджень; створення колекцій рослинних зразків; застосування екологічно безпечних методів догляду за рослинами; використання сучасних цифрових технологій для дослідження рослин (цифрові мікроскопи, програми для ідентифікації рослин);

- *творча:* генерування нестандартних ідей і підходів до розв'язання наукових, дослідницьких, практичних і екологічних завдань; застосування творчих підходів до дослідження рослинного світу, створення гербаріїв, опису рослин, розроблення тематичних колажів і екологічних проєктів; висування креативних ідей для вирішення екологічних проблем і збереження рослинного біорізноманіття; представлення результатів досліджень у форматі проєктів, звітів, презентацій із використанням сучасних інформаційних технологій;
- *соціальна:* досягнення цілей дослідницьких й екологічних проєктів у співпраці; застосування навичок розподілу обов'язків, аргументованого обговорення наукових питань, дотримання етичних норм дискусії; обстоювання власної думки в науковій і дослідницькій діяльності, прояв лідерських якостей, відповідальності, толерантності, активної громадянської позиції; розроблення природоохоронних заходів та активна участь у них; усвідомлення значення рослин для біосфери та життя людини; ініціювання екологічних проєктів для захисту та збереження природи.

Вищий рівень, другий рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Сучасний етап розвитку ботаніки	**5**	**10**	**15**
1.1. Новітні дослідження у ботаніці	2	4	6
1.2. Методи дослідження рослин	3	6	9
Розділ 2. Генетика й еволюція рослин	**21**	**48**	**69**
2.1. Генетична мінливість	3	12	15
2.2. Молекулярні основи еволюції рослин	6	12	18

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
2.3. Методи філогенетичних досліджень	6	9	15
2.4. Аналіз спорідненості рослин за молекулярними маркерами	6	15	21
Розділ 3. Систематика рослин	**20**	**49**	**69**
3.1. Сучасні підходи до класифікації рослин	4	11	15
3.2. Рідкісні рослини України	5	13	18
3.3. Дихотомні ключі й визначники	5	16	21
3.4. Червона книга України	6	9	15
Розділ 4. Рослинні угруповання й екологія	**24**	**57**	**81**
4.1. Структура і динаміка рослинних угруповань	3	9	12
4.2. Польові дослідження екосистем	12	27	39
4.3. Вплив антропогенних факторів на рослинні угруповання	9	21	30
Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність	**23**	**61**	**84**
5.1. Об'єкти рослинного світу і дослідження	3	6	9
5.2. Проведення експериментів у різних умовах	8	22	30
5.3. Параметри оцінювання рослин	6	9	15
5.4. Індивідуальний дослідницький проєкт	6	24	30
Підсумок	1	2	3
Разом	**95**	**229**	**324**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка на рік. Організаційні питання. Планування часу: режим дня і дослідницька діяльність.

Практична частина. Виконання інтерактивних вправ. Обговорення планів наукових досліджень.

Розділ 1. Сучасний етап розвитку ботаніки (15 год)

1.1. Новітні дослідження у ботаніці (6 год)

Теоретична частина. Сучасні напрями досліджень: молекулярна ботаніка, екологічні дослідження, фітотерапія. Новітні досягнення у ботаніці: генна інженерія, використання ботанічних знань у медицині, створення нових сортів рослин.

Практична частина. Робота з літературою про історію розвитку ботаніки. Розроблення історичного графіка розвитку ботаніки. Створення презентації про наукові досягнення видатних біологів (Г. Мендель, М. Холодний, І. Шмальгаузен). Дискусія «Ботаніка й екологія: актуальні проблеми».

1.2. Методи дослідження рослин (9 год)

Теоретична частина. Основи морфологічного і фізіологічного аналізу рослин. Класичні методи: морфологічний аналіз, анатомічні зрізи, опис видів. Методи польових і лабораторних досліджень. Інноваційні методи: ДНК-аналіз, мікроскопія високої роздільної здатності, комп'ютерне моделювання. Основні інструменти й обладнання для ботанічних досліджень. Принципи польових досліджень: вивчення рослин у природному середовищі.

Практична частина. Вивчення будови рослинних тканин та/або клітин під мікроскопом. Виготовлення мікропрепаратів. Робота з гербарними колекціями. Екскурсія до парку, ботанічного саду для ознайомлення з методами польових досліджень. Порівняльний аналіз рослин різних екосистем. Проведення спостережень у природних умовах.

Розділ 2. Генетика й еволюція рослин (69 год)

2.1. Генетична мінливість (15 год)

Теоретична частина. Типи генетичної мінливості: мутаційна, комбінативна, модифікаційна. Роль мінливості у природному доборі й адаптації рослин. Приклади адаптації рослин до різних умов середовища (посуха, засолення, затінення).

Практична частина. Екскурсія: вивчення адаптивних особливостей рослин у місцевих екосистемах. Проведення експерименту: вплив зовнішніх факторів (світло, вода, температура) на проростання насіння. Аналіз мутацій рослин (наприклад, зміна кольору квітів).

2.2. Молекулярні основи еволюції рослин (18 год)

Теоретична частина. Основи генетичної еволюції: мутації, генетичний дрейф, потік генів. Поліплоїдія у рослин, її значення для еволюції.

Геномні зміни, їх роль у формуванні нових видів. Самоподвоєння молекул ДНК та етапи біосинтезу білків.

Практична частина. Аналіз еволюційних змін на прикладі рослин різних екосистем. Проведення експерименту з клонування рослин (наприклад, розмноження живцями). Вивчення поліплоїдних рослин: аналіз зернових культур, садових квітів. Використання генетичних баз даних для аналізу геному рослин.

2.3. Методи філогенетичних досліджень (15 год)

Теоретична частина. Основи філогенетики: еволюційні дерева, поняття монофілетичної групи. Методи аналізу філогенії: морфологічний, молекулярний, біоінформатичний. Використання ДНК як маркера для визначення спорідненості видів.

Практична частина. Побудова філогенетичних дерев (з використанням навчальних програм). Вивчення спорідненості рослин за морфологічними ознаками. Демонстрація роботи лабораторного обладнання для молекулярних досліджень.

2.4. Аналіз спорідненості рослин за молекулярними маркерами (21 год)

Теоретична частина. Молекулярні маркери: мікросателіти, SNP (однонуклеотидні поліморфізми). Молекулярні маркери для визначення спорідненості та відмінності між рослинами.

Практична частина. Дослідження геномної структури різних видів рослин за допомогою баз даних. Порівняння молекулярно-генетичних маркерів різних рослин: теоретичне моделювання на основі даних. Проведення лабораторного експерименту з виділення ДНК рослин (за можливості). Складання таблиць і графіків для візуалізації генетичної спорідненості.

Розділ 3. Систематика рослин (69 год)

3.1. Сучасні підходи до класифікації рослин (15 год)

Теоретична частина. Систематика рослин, принципи й правила класифікації. Молекулярно-генетичні та морфологічні методи класифікації рослин. Таксони: вид, рід, родина, порядок тощо. Міжнародний кодекс номенклатури водоростей, грибів і рослин: основні положення.

Практична частина. Визначення рослин за основними морфологічними ознаками (зразки місцевих видів). Використання електронних баз даних для аналізу таксономії (наприклад, GBIF або «PlantList»). Створення класифікаційного дерева для кількох місцевих видів. Дискусія «Чи змінить ДНК-аналіз традиційні підходи до класифікації?».

3.2. Рідкісні рослини України (18 год)

Теоретична частина. Рідкісні й майже зниклі види рослин України. Основні причини зникнення рослин. Колекції природної флори. Збереження та охорона рослин. Просвітницькі акції, спрямовані на збереження флори. Раціональне використання рослинних угруповань людиною.

Практична частина. Пошук, опрацювання інформації про рідкісні й майже зниклі види рослин України. Вивчення рідкісних рослин у найближчій місцевості. Розроблення й реалізація просвітницького заходу про природу рідного краю. Розроблення проєкту «Рідкісні рослини нашого краю» (опис, фото, значення, способи охорони). Створення презентації «Збереження біорізноманіття».

3.3. Дихотомні ключі й визначники (21 год)

Теоретична частина. Дихотомні ключі й визначники як інструменти для визначення видів. Структура дихотомного ключа: дихотомічні ознаки, визначальні характеристики. Основи роботи з визначниками рослин. Сучасні застосунки для ідентифікації рослин («PlantNet», «iNaturalist»).

Практична частина. Робота з дихотомними ключами й визначниками (на прикладі регіональних рослин). Проведення польових досліджень із використанням дихотомних ключів (екскурсія до парку або природної зони). Використання мобільних застосунків для ідентифікації видів у реальному часі. Створення польового щоденника із записами про досліджені рослини.

3.4. Червона книга України (15 год)

Теоретична частина. Червона книга України як офіційний державний документ. Структура та значення Червоної книги України. З історії створення Червоної книги України. Визначники рідкісних рослин, що ростуть на окремих територіях. Законодавчі ініціативи та природоохоронні програми в Україні.

Практична частина. Робота з науковою літературою, написання плану доповіді про результати роботи. Дослідження рідкісних рослин (екскурсія або аналіз матеріалів). Робота з електронною версією Червоної книги України. Інтерактивна вправа «Сторінками Червоної книги України». Створення проєкту «Збереження рідкісних рослин» (опис, фото, значення, способи охорони). Створення буклета «Червонокнижні рослини». Розроблення мультимедійної презентації «Мій внесок у збереження біорізноманіття», представлення й обговорення результатів.

Розділ 4. Рослинні угруповання й екологія (81 год)

4.1. Структура і динаміка рослинних угруповань (12 год)

Теоретична частина. Рослинне угруповання: фітоценоз і його структура. Основні типи рослинних угруповань: ліси, луки, степи, болота. Динаміка угруповань: первинна і вторинна сукцесії. Екологічні чинники, що впливають на угруповання (вологість, освітленість, склад ґрунту).

Практична частина. Екскурсія: ознайомлення зі структурою рослинного угруповання. Визначення домінантних і супутніх видів рослин у локальному біоценозі. Побудова схеми динамічних змін рослинності на заданій території. Робота у групах: складання стислого опису структури угруповання (висновки, таблиці).

4.2. Польові дослідження екосистем (39 год)

Теоретична частина. Характеристика основних екосистем: лука, степ, ліс. Роль рослинності в стабілізації екосистем і забезпеченні біорізноманіття. Методи польових досліджень: опис рослинності, оцінювання біомаси, визначення щільності популяцій. Основні типи екологічних пірамід: біомаса, енергія, чисельність.

Практична частина. Проведення польових досліджень у лісовій, степовій, лучній екосистемах. Оцінювання щільності рослинності на обраних ділянках. Вимірювання висоти рослин, облік видового складу. Визначення ґрунтових умов за допомогою індикаторних рослин. Складання польового щоденника: запис результатів досліджень, фотозвіти, малюнки. Аналіз ролі ключових видів у стабільності екосистеми. Порівняння досліджених екосистем (луки, степи, ліси) на основі отриманих даних. Підготовка виступів про результати роботи, обговорення.

4.3. Вплив антропогенних факторів на рослинні угруповання (30 год)

Теоретична частина. Види антропогенних впливів: урбанізація, сільське господарство, забруднення середовища. Втрата біорізноманіття внаслідок вирубування лісів, розорювання степів, меліорації. Інвазивні види рослин як наслідок людської діяльності. Роль охоронних заходів: створення заповідників, збереження природних територій.

Практична частина. Дослідження місцевих антропогенних факторів і їх впливу на рослинність: аналіз забруднених територій (сміттєзвалища, забруднення води), оцінювання змін рослинного складу на територіях із різним ступенем антропогенного впливу. Складання карт змін рослинності на досліджених ділянках. Проведення спостережень за інвазивними видами рослин і оцінювання їх впливу на екосистему. Робота в групах: розроблення проєктів заходів для зменшення антропогенного впливу (плакати, буклети, презентації).

Розділ 5. Науково-дослідницька діяльність (84 год)

5.1. Об'єкти рослинного світу і дослідження (9 год)

Теоретична частина. Об'єкти рослинного світу для дослідження. Критерії вибору об'єкта дослідження: доступність, значущість, можливість здійснення спостережень.

Характеристики виживання рослин: стійкість до забруднення, посухи, затінення.

Практична частина. Мозковий штурм «Обрання об'єкта дослідження». Обстеження території для обрання об'єктів рослинного світу для проведення досліджень. Створення списку рослин для вивчення. Робота в групах: аналізування обраних об'єктів рослинного світу, презентація, обговорення результатів.

5.2. Проведення експериментів у різних умовах (30 год)

Теоретична частина. Особливості умов середовища: підвищена температура, забруднення повітря, вплив пилу, вихлопних газів і промислових викидів, обмежений доступ до води, швидке висихання ґрунту, потреба в організації поливу. Фактори, що впливають на ріст рослин: місце росту, умови освітлення, доступ до мінеральних речовин і води.

Методи спостережень і експериментів: контролювання параметрів вологості, температури, освітлення. Роль різних видів рослин у штучних біоценозах: посухостійкі рослини (сукуленти, кактуси) для дахів і балконів; декоративні культури (петунії, герані) для прикрашання простору; овочеві рослини (томати, зелень) для міського садівництва.

Практична частина. Підготовка місця для культивування досліджуваних екземплярів (балкон, прибудинкова ділянка, дах). Висаджування рослин і догляд за ними (поливання, підживлення, записування змін). Захист від шкідників і погодних факторів (укриття від вітру, дощу). Проведення вимірювань (висота, кількість листків, зовнішній стан). Фіксування змін у польовому щоденнику (фотографії, графіки, таблиці).

5.3. Параметри оцінювання рослин (15 год)

Теоретична частина. Параметри оцінювання рослин: швидкість росту, площа листкової поверхні, стан кореневої системи. Основи фотосинтезу: залежність від освітлення, доступу вуглекислого газу, води. Штучні умови культивування, їх вплив на ріст і розвиток рослин. Методи дослідження довжини кореня і пагона, енергії проростання насіння тощо.

Практична частина. Проведення вимірювань росту рослин за тижнями, фіксування в таблицях і графіках. Вимірювання площі листкової поверхні із застосуванням методу обведення або програмного моделювання.

Дослідження впливу штучних умов проростання на швидкість росту і будову кореневої системи рослин. Вивчення процесу фотосинтезу за допомогою простих експериментів (вплив затінення, підвищеної вологості, температури). Узагальнення отриманих даних у таблицях і діаграмах.

5.4. Індивідуальний дослідницький проєкт (30 год)

Теоретична частина. Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН. Індивідуальний дослідницький проєкт, його складники: дослідницька робота, постерний захист, виступ на науковій конференції.

Результати дослідницької роботи, їх представлення у вигляді таблиць, графіків, схем.

Презентація: структура, використання мультимедійних інструментів.

Наукова доповідь: структура, вимоги до написання і оформлення.

Постер: правила створення. Постерний захист.

Практична частина. Виконання завдань індивідуального дослідницького проєкту.

Оформлення отриманих результатів. Створення презентації для виступу про результати роботи над дослідженням (у «PowerPoint», «Canva» тощо). Розроблення постера за результатами дослідницької роботи, підготовка до постерного захисту. Рольова гра «Результати наукового дослідження». Представлення результатів дослідницької роботи на учнівських конференціях, наукових фестивалях і конкурсах тощо.

Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків роботи за рік.

Практична частина. Обговорення результатів, досягнень. Визначення перспективних напрямів наукових досліджень. Зустріч із вихованцями попередніх років.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна:* орієнтування в історії розвитку ботаніки, її сучасних напрямах, усвідомлення її значення для розв'язання глобальних екологічних проблем; застосування знань про генетичну мінливість, розуміння молекулярних механізмів еволюції рослин, їх адаптаційної ролі; аналізування особливостей виживання рослин у міському середовищі; встановлення взаємозв'язків між рослинами й іншими компонентами екосистем; усвідомлення екологічного значення зелених насаджень у містах, їх впливу на якість життя людей; дотримання етапів розроблення науково-дослідницького проєкту;

- *практична:* використання методів молекулярно-генетичних та інших видів лабораторних досліджень; здійснення спостережень за рослинами в природному і штучному середовищах; застосування сучасних методів класифікації рослин, робота з дихотомічними ключами й польовими визначниками для з'ясування видів; оцінювання впливу людської діяльності на рослинні угруповання, розроблення заходів для його зменшення; дослідження зміни клімату, її впливу на рослинність у природних умовах; планування та реалізація дослідницьких проєктів: обрання об'єктів вивчення, проведення експериментів, оформлення результатів; створення гербарних зразків, ведення польових щоденників, підготовка звітів; презентація результатів досліджень;
- *творча:* генерування й обґрунтування ідей з використанням творчого підходу; розроблення креативних екологічних проєктів, інформаційних матеріалів, ілюстрацій, описів видів; застосування нестандартних методів у проведенні експериментів та аналізі отриманих даних; втілення креативних ідей у розв'язання екологічних проблем зі збереження біорізноманіття; використання нестандартних підходів до розв'язання дослідницьких завдань, представлення дослідницьких досягнень;
- *соціальна:* комунікування для реалізації дослідницьких і проєктних завдань; обстоювання власних гіпотез та ідей з дотриманням етичних норм і вимог; виявлення ініціативи стосовно моніторингу стану локальних зелених зон; розроблення пропозицій щодо покращення стану зелених насаджень або створення нових озеленених територій; залучення до волонтерської діяльності та просвітницьких екологічних ініціатив, співпраця з однолітками й дорослими для обміну знаннями та досвідом дослідницької роботи у галузі ботаніки; проведення природоохоронних заходів; відповідальне ставлення до природи та популяризація здорового способу життя.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Обладнання, прилади, інструменти	Кількість, шт.
Мікроскоп лабораторний	за кількістю вихованців
Посуд лабораторний (відповідно до застосовуваних методик досліджень)	5–10 комплектів
Хімічні реактиви (відповідно до застосовуваних методик досліджень)	5–10 комплектів
Лупа ручна (10–20-кратне збільшення)	за кількістю вихованців

Обладнання, прилади, інструменти	Кількість, шт.
Скло предметне / покривне	20 кожного типу
Лабораторний пінцет	10–15
Пробірка з тримачем	20
Чашка Петрі	10–15
Мірний циліндр	5–6
Лабораторний штатив для закріплення зразків	3–5
Мірна склянка, стакан, піпетка, мірна ложка	5–10 кожного типу
Ступка і товкач	10–15
Пластикова або скляна паличка	20–30
Флакон або баночка з кришкою	20–30
Прес для гербаріїв	3–5
Центрифуга	1–2
Канцелярське приладдя	за кількістю вихованців
Наочність і навчальні матеріали	
Спеціальна і наукова література	у разі потреби
Тематичні довідники й визначники	у разі потреби
Електронні карти, атласи, тематичні матеріали	у разі потреби
Атлас рослин	5–7 примірників
Дихотомні ключі для визначення рослин	5–10 примірників
Схеми будови рослинних клітин і тканин	3–5 наборів
Таблиці з морфології рослин	5 комплектів
Фотографії або плакати із зображенням рідкісних рослин України	5–7 комплектів
Зразки гербаріїв (готові колекції)	10–15
Електронне та цифрове обладнання	
Стаціонарний або портативний комп'ютер з доступом до мережі Інтернет і встановленим програмним забезпеченням для роботи у програмах «Microsoft Office»	10
Принтер	1
Мультимедійні технічні засоби	1 комплект
Сканер	1

Обладнання, прилади, інструменти	Кількість, шт.
Фотоапарат, відеокамера (для фіксації досліджень і фотографування гербарних зразків)	1–2
Мобільні застосунки для ідентифікації рослин	перелік наведено після списку рекомендованих джерел
Польове обладнання	
Польовий ніж або секатор для збирання зразків	5–10
Рулетка вимірювальна	5
Контейнер для збирання зразків рослин	10
Зошит для польових записів	15
Картка для етикеток гербарних зразків	50–100
Сітка для визначення щільності рослинності	2–3
Спорядження для польових експедицій	на групу та індивідуальне у разі потреби

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артем'єва О. О., Литвинчова Г. А., Лихота С. О. Програми з позашкільної освіти. Дослідницько-експериментальний напрям. Основи науково-дослідницької діяльності. Київ : НЦ «МАНУ», 2019. 50 с.
2. Грицай Н. Б. Методика позакласної роботи з біології. Дистанційний курс : навч. посіб. Рівне : Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, 2010. 164 с.
3. Новіков А., Барабаш-Красни Б. Сучасна систематика рослин. Загальні питання : навч. посіб. Львів : Ліга-Прес, 2015. 686 с.
4. Поліхун Н. І. Як стати дослідником : навч.-метод. посіб. для учнів / відп. за вип. О. Лісовий. 2-ге вид., доповн. Київ : ТОВ «Праймдрук», 2012. 224 с.
5. Про організацію освітньої діяльності в закладах позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році : лист Міністерства освіти і науки України від 23.08.2023 № 1/12609-23. URL: https://osvita.ua/documents/files/98370.pdf (дата звернення: 23.12.2025).
6. Терехова Л. Путівник з академічної доброчесності для позашкілля. Київ : Academic IQ, 2022. 86 с.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григора І. М. Курс загальної ботаніки. Київ : Фітосоціоцентр, 2013. 536 с.
2. Григора І. М. Польовий практикум. Київ : Арістей, 2005. 260 с.
3. Дячук П. В., Перфільєва Л. П. Ботаніка. Умань : ФОП Жовтий О. О., 2015. 206 с.
4. Зелена книга України / за заг. ред. Я. П. Дідуха. Київ : Альтерпрес, 2009. 448 с.
5. Ковалевський С. Б., Демченко О. О., Курдюк О. М. Інтродукція рослин : навч. посіб. Київ : Компринт, 2017. 172 с.
6. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин : підручник / за ред. М. М. Макрушина. Вінниця : Нова книга, 2016. 416 с.
7. Марчишин С. М., Нечай Р. Є., Шанайда М. І. Ботаніка. Навчально-польова практика. Тернопіль : ТДМУ, 2006. 200 с.
8. Машевська А. С., Єрмейчук Т. М., Іванців О. Я. Ботаніка : навч. посіб. для вступників до закладів вищої освіти. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2020. 182 с.
9. Машковська С. П., Шабарова С. І., Якубенко Б. Є. Ботанічна термінологія латинською мовою : методичні рекомендації для самостійної роботи студентів. Київ : Вид-во НАУ, 2008. 102 с.
10. Миколайчук В. Г. Ботаніка. Короткий курс лекцій. Частина 1 : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во МНАУ, 2017. 68 с.
11. Миколайчук В. Г. Ботаніка. Короткий курс лекцій. Частина 2 : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во МНАУ, 2017. 128 с.
12. Мінарченко В. М., Махиня Л. М., Середа П. І. Медична ботаніка : підручник / Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, Київський медичний університет. Київ : Медицина, 2009. 328 с.
13. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 392 с.
14. Неведомська О. Є., Маруненко І. М., Омері І. Д. Ботаніка : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2019. 218 с.
15. Новіков А., Барабаш-Красни Б. Сучасна систематика рослин. Загальні питання : навч. посіб. Львів : Ліга-Прес, 2015. 686 с.
16. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України : довідкове видання / уклад.: д. біол. наук, проф. Т. Л. Андрієнко, канд. біол. наук М. М. Перегрим. Київ : Альтерпрес, 2012. 148 с.
17. Порада О. А. Методика формування та ведення колекцій лікарських рослин / УААН; Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології. Березоточа : [б. в.], 2007. 50 с.

18. Скляр В. Г. Екологічна фізіологія рослин : підручник. Суми : Університетська книга, 2018. 272 с.
19. Ходаківська В. П., Бобкова І. А., Варлахова Л. В. Ботаніка : навч.-метод. посіб. Київ : ВСВ «Медицина», 2017. 48 с.
20. Червона книга України. Рослинний світ / за заг. ред. чл.-кор. НАН України Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
21. Якубенко Б. Є. Геоботаніка: тлумачний словник : навч. посіб. Київ : Фітосоціоцентр, 2010. 420 с.
22. Якубенко Б. Є. Польовий практикум з ботаніки : навч. посіб. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 400 с.
23. Якубенко Б. Є., Алейніков І. М., Шабарова С. І., Машковська С. П. Ботаніка : підручник. Київ : Ліра, 2018. 436 с.

ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ

1. 1001 Genomes Project. URL: https://1001genomes.org/ (дата звернення: 21.12.2025).
2. BLAST (Basic Local Alignment Search Tool). URL: https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi (дата звернення: 21.12.2025).
3. Canva. URL: https://www.canva.com (дата звернення: 21.12.2025).
4. Ensembl Plants: Arabidopsis thaliana. URL: https://plants.ensembl.org/Arabidopsis_thaliana/Info/Index (дата звернення: 21.12.2025).
5. Flora Incognita. URL: https://floraincognita.com/ (дата звернення: 21.12.2025).
6. GeneMapper® Software. URL: https://www.thermofisher.com/ua/en/home/life-science/sequencing/fragment-analysis/fragment-analysis-fundamentals/fragment-analysis-software-data-analysis.html (дата звернення: 21.12.2025).
7. GeneMarker. URL: https://softgenetics.com/products/genemarker/microsatellite/ (дата звернення: 21.12.2025).
8. Google Classroom. URL: https://classroom.google.com (дата звернення: 21.12.2025).
9. Google Earth. URL: https://www.google.com/earth/ (дата звернення: 21.12.2025).
10. iNaturalist. URL: https://www.inaturalist.org (дата звернення: 21.12.2025). Застосунок для Android. URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android (дата звернення: 21.12.2025). Застосунок для iOS. URL: https://apps.apple.com/ua/app/inaturalist/id421397028?l=uk (дата звернення: 21.12.2025).
11. Krait. URL: https://krait.biosv.com/en/latest/ (дата звернення: 21.12.2025).

12. Labster. URL: https://www.labster.com (дата звернення: 21.12.2025).
13. Microsoft Teams. URL: https://www.microsoft.com/en/microsoft-teams/group-chat-software (дата звернення: 21.12.2025).
14. Padlet. URL: https://padlet.com (дата звернення: 21.12.2025).
15. PhET Interactive Simulations. URL: https://phet.colorado.edu (дата звернення: 21.12.2025).
16. PlantNet. URL: https://identify.plantnet.org (дата звернення: 21.12.2025).
17. Prezi. URL: https://prezi.com (дата звернення: 21.12.2025).
18. The Arabidopsis Information Resource (TAIR). URL: https://www.arabidopsis.org/ (дата звернення: 21.12.2025).
19. Tinkercad. URL: https://www.tinkercad.com (дата звернення: 21.12.2025).
20. Trello. URL: https://trello.com (дата звернення: 21.12.2025).
21. YouTube. URL: https://www.youtube.com (дата звернення: 21.12.2025).
22. Zoom. URL: https://zoom.us (дата звернення: 21.12.2025).

І. М. Курбатова, А. В. Лихач, Л. В. Чепіль, А. В. Видрик

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ЗООЛОГІЯ»

ОСНОВНИЙ І ВИЩИЙ РІВНІ

«Схвалено для використання в освітньому процесі»
Рішення експертної комісії з позашкільної освіти від 09.07.2025 (протокол № 2)

Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам державної установи «Український інститут розвитку освіти» за № ПЗ-0002-25

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Важливим завданням зоології є вивчення тваринного світу від найпростіших до хордових тварин, що забезпечує засвоєння фундаментальних знань про походження, будову, розвиток і життєдіяльність тварин, сприяє формуванню навичок знаходити причинно-наслідкові зв'язки, розвиває логічне мислення.

Навчальна програма «Зоологія» розроблена з урахуванням законів України «Про освіту», «Про позашкільну освіту», Положення про позашкільний навчальний заклад, Типових навчальних планів для організації навчально-виховного процесу в позашкільних навчальних закладах системи Міністерства освіти і науки України, Положення про порядок організації індивідуальної і групової роботи в позашкільних навчальних закладах України.

Створення програми зумовлено необхідністю активнішого залучення вихованців до науково-дослідницької діяльності в галузі зоології й осучаснення освітньої діяльності гуртків дослідницько-експериментального напряму.

Пропонована навчальна програма побудована на основі особистісно орієнтованого та компетентнісного підходів. Зміст роботи гуртка забезпечує формування у вихованців сучасного наукового світогляду, сприяє розширенню знань про особливості організації, функціонування, різноманітність і роль представників різних груп тварин у природних екосистемах і житті людини та розвиває навички використання таких знань для розв'язання завдань пізнавальної, освітньої, науково-дослідницької діяльності.

Новизною програми є введення в її зміст сучасних методів досліджень та інноваційних форм роботи з вихованцями закладів позашкільної освіти.

Метою програми є формування у вихованців дослідницьких компетентностей у галузі зоології в процесі науково-дослідницької діяльності.

Основні **завдання** полягають у формуванні таких компетентностей:

пізнавальної: розвивати навички продуктивної пізнавальної діяльності на основі інтеграції знань і практичних навичок; формувати науковий світогляд, сучасне наукове мислення, розуміння зв'язку зоології з іншими науками, навички, спрямовані на встановлення зв'язків між явищами й об'єктами пізнавальної діяльності, визначення її мети та результатів; поглиблювати пізнавальний інтерес до дослідницької діяльності в процесі опрацювання інформаційних джерел і спостереження за об'єктами живої природи, їх змінами у разі впливу різних факторів зовнішнього середовища як біотичних, так і антропогенних;

практичної: формувати навички застосування знань у практичній діяльності для розв'язання творчо-дослідницьких завдань; розвивати навички опрацювання наукової інформації, оперування науковими знаннями для досягнення мети науково-дослідницької діяльності в галузі зоології, розв'язування широкого кола дослідницьких завдань із використанням теоретичних та експериментальних методів, аналізування й формулювання висновків за результатами роботи, дотримання принципів академічної доброчесності під час освітньої та науково-дослідницької діяльності;

творчої: розвивати творчий потенціал, творче мислення й ініціативність; формувати навички висування власних гіпотез, застосування нестандартного підходу до розв'язання завдань освітньої, творчої, науково-дослідницької діяльності;

соціальної: формувати екологічну культуру, стійкий інтерес до науково-дослідницької діяльності в галузі зоології, наукову та творчу ініціативність; розвивати моральні якості, позитивні риси емоційно-вольової сфери: самостійність, наполегливість, уміння працювати в колективі.

В основі програми — особистісно орієнтоване навчання, що враховує потреби кожного вихованця, його здібності, уміння та навички й допомагає повною мірою виявити й розвивати творчий потенціал.

Навчальна програма призначена для вихованців 14–17 років і розрахована на два роки навчання. На опрацювання матеріалу заплановано таку кількість годин:

1-й рік — основний рівень — 216 год на рік (6 год на тиждень);

2-й рік — вищий рівень — 216 год на рік (6 год на тиждень).

Зміст першого року навчання спрямований на поглиблення знань про безхребетних, ознайомлення з формами й методами наукових досліджень, науковою термінологією, роботою з джерелами інформації, вимогами до оформлення дослідницької роботи та дотримання акаде-

мічної доброчесності. Вихованці обирають тему дослідження та працюють над розв'язанням її завдань.

Зміст другого року навчання передбачає розширення знань про хребетних, продовження розв'язання завдань науково-дослідницької роботи, опрацювання наукових джерел, формулювання висновків, оформлення результатів дослідження та підготовку до захисту дослідницької роботи.

Програмою заплановано теоретичні й практичні заняття, зміст яких взаємопов'язаний і вибудований логічно. Під час занять передбачено використання сучасних педагогічних технологій. Зокрема, застосовуються інтерактивні технології, розвивальне навчання, творчі й проблемно-пошукові методи. Послідовність тем спланована так, щоб забезпечувався взаємозв'язок між ними, а практична діяльність вихованців ґрунтувалася на отриманих раніше знаннях.

У програмі особливу увагу приділено вивченню типів і видів тварин, що є представниками місцевої фауни або мають практичне значення для розвитку держави. Вивчаються закономірності походження та розвитку тварин, їх будова і фізіологія, вплив на флору і фауну загалом. Активна участь вихованців у роботі гуртка сприяє формуванню в них сучасного наукового світогляду, виявленню й пошуку способів розв'язання суперечності між людиною і природою на сучасному етапі та в перспективі, раціонального використання природних ресурсів.

Залежно від педагогічної мети й завдань застосовуються різноманітні форми організації освітнього процесу (практичні заняття, лабораторні роботи, виїзди на дослідні ділянки, воркшопи), групові й індивідуальні форми роботи, планування індивідуальної дослідницької діяльності вихованців, підготовка до неї, дослідження (теоретичні, експериментальні), узагальнення результатів досліджень (семінар, дискусія), їх застосування, звітування (колективний усний звіт, захист наукової роботи, конкурсної творчої роботи тощо).

До методів навчання належать: словесні (лекція, доповідь, пояснення, бесіда, дискусія, конференція, робота з інформаційними джерелами); наочні (слайди, рисунки, таблиці, графіки, фіксовані та прижиттєві препарати); практичні (визначення віку, маси, розмірів тіла тварин або окремих їх органів тощо). За логікою освітнього процесу (логікою пізнання) основними є індуктивний, дедуктивний, аналітичний методи.

Методи навчання за характером і рівнем самостійної розумової діяльності вихованців / вихованок: частково-пошуковий (евристичний) — здійснюється пошук інформації в джерелах науково-технічної літератури, мережі Інтернет; дослідницький; репродуктивний — застосування засвоєного теоретичного матеріалу на практиці. Під час занять і консуль-

тацій використовуються формули, таблиці, схеми, слайди, відеофільми. Передбачено застосування технічних засобів навчання, безпосередніх і опосередкованих методів управління освітньою діяльністю (пояснення педагога, різні варіанти організації самостійної роботи учнів), інтерактивних методів (творчі завдання, дискусії з проблемних питань), проведення науково-дослідницької роботи, підготовки робіт на конкурси, конференції тощо.

Навчальна програма передбачає використання міжпредметних зв'язків як ефективного засобу формування у вихованців наукового погляду на факти, поняття, закони, теорії, наукові методи; сприяння розвитку мислення (аналіз і синтез, конкретизація й узагальнення, проведення аналогій); активізації пізнавальної, освітньої та науково-дослідницької діяльності.

Формами контролю за навчанням є виконання інтерактивних вправ і тестів, творчих завдань, навчальних і дослідницьких проєктів тощо.

Для вихованців, які виконують завдання науково-дослідницької діяльності, що передбачає проведення експерименту, дослідів, лабораторних досліджень, спостережень, опрацювання й узагальнення результатів дослідницької роботи, комп'ютерне оброблення спостережень, підготовку до участі в конкурсах, проєктах дослідницько-експериментального напряму позашкільної освіти й інших конкурсах у галузі біології, організовується індивідуальна робота відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 № 1123).

Основний рівень, перший рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	2	2	4
Розділ 1. Зоологія безхребетних	**44**	**92**	**136**
1.1. Тип Саркомастігофори (*Sarcomastigophora*)	6	12	18
1.2. Типи: Апікомплексні (*Apicomplexa*), Мікроспоридії (*Microsporidia*), Міксоспоридії (*Myxosporea*), Війчасті (Інфузорії) (*Ciliophora*)	7	13	20
1.3. Тип Губки (*Porifera*)	5	11	16

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
1.4. Тип Плоскі черви (*Platyhelminthes*)	5	11	16
1.5. Тип Круглі черви (*Nematoda*)	6	12	18
1.6. Тип Кільчасті черви (*Annelida*)	6	12	18
1.7. Тип Молюски (*Mollusca*)	5	11	16
1.8. Тип Членистоногі (*Arthropoda*)	4	10	14
Розділ 2. Науково-дослідницька діяльність	**22**	**52**	**74**
2.1. Наукові дослідження в галузі зоології	5	5	10
2.2. Науково-дослідницька робота (проєкт). Дослідницька робота	17	47	64
Підсумок	—	2	2
Разом	**68**	**148**	**216**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (4 год)

Теоретична частина. Організаційні питання роботи гуртка.

Мала академія наук України. Наукові дослідження учнів — членів Малої академії наук України.

Зоологія як складова частина біологічної науки.

Практична частина. Перегляд відеоматеріалів про різноманітність тварин, їх еволюцію, поведінку, географічне поширення, функціональну, біогеоценотичну і біосферну роль; обговорення.

Зустріч з учнями — членами Малої академії наук України та науковими керівниками дослідницьких робіт.

Розділ 1. Зоологія безхребетних (136 год)

1.1. Тип Саркомастігофори (*Sarcomastigophora*) (18 год)

Теоретична частина. Тип Саркомастігофори (*Sarcomastigophora*): походження, еволюція, палеонтологічні відомості, сучасне різноманіття, географічне поширення, значення в природі та житті людини.

Таксономічні групи, їх значення в житті людини й функціонуванні природних екосистем. Біологічне різноманіття представників цього типу залежно від ареалу в різних регіонах України.

Практична частина. Робота з науковою літературою: пошук, обговорення опрацьованої інформації. Зображення досліджуваних об'єктів із позначенням основних елементів будови.

Проєкт «Поширення представників типу Саркомастігофори в Україні».

Здійснення порівняльної характеристики основних ознак досліджуваних об'єктів, обговорення результатів.

1.2. Типи: Апікомплексні (*Apicomplexa*), Мікроспоридії (*Microsporidia*), Міксоспоридії (*Myxosporea*), Війчасті (Інфузорії) (*Ciliophora*) (20 год)

Теоретична частина. Типи: Апікомплексні (*Apicomplexa*), Мікроспоридії (*Microsporidia*), Міксоспоридії (*Myxosporea*), Війчасті, або Інфузорії (*Ciliophora*): походження, еволюція, палеонтологічні відомості, сучасне різноманіття, географічне поширення, значення в природі та житті людини.

Особливості морфології, внутрішньої будови та життєві цикли представників типів.

Практична частина. Вивчення за допомогою фіксованих препаратів і світлового мікроскопа життєвих циклів малярійного плазмодія й еймерії-кокцидії, а також поперечного поділу клітин на прикладі інфузорії-туфельки. Зображення досліджуваних об'єктів, їх життєвих циклів. Виконання інтерактивних вправ: «Зворотний зв'язок», «Так — ні», «Знайди помилку». Робота в малих групах: складання та розв'язування кросворда «Життєві цикли малярійного плазмодія і еймерії: спільне й відмінне».

1.3. Тип Губки (*Porifera*) (16 год)

Теоретична частина. Тип Губки (*Porifera*): особливості будови, процесів життєдіяльності, клітинні елементи. Іригаційна система губок. Скелет і його хімічний склад. Розмноження та життєвий цикл. Життєві форми, їх поширення. Систематика типу Губки. Значення губок у природі та житті людини.

Практична частина. Робота в парах: опрацювання джерел інформації, підготовка доповіді про будову основних типів губок, обговорення результатів. Вивчення за допомогою фіксованих препаратів і світлового мікроскопа одиночної губки *Leucosolenia*, скелетних елементів і гемули губки *Spongilla lacustris*. Дослідження водойми та виловлення бодяги, ознайомлення з її будовою, зарисовування, представлення результатів роботи, обговорення.

Зображення голки бодяги та гемули з позначенням її будови.

Проєкт — мультимедійна презентація «Губки у водних екосистемах: їх значення для природи та життя людини».

1.4. Тип Плоскі черви (*Platyhelminthes)* (16 год)

Теоретична частина. Тип Плоскі черви (*Platyhelminthes)*: особливості будови, процесів життєдіяльності. Шкірно-м'язовий мішок і його функції. Нервова система. Особливості постембріонального розвитку. Життєві цикли. Систематика типу Плоскі черви. Роль у природі та житті людини. Паразитичні плоскі черви, ознаки їх пристосування: особливості будови й процесів життєдіяльності.

Практична частина. Дослідження плоских червів на фіксованих препаратах: загальний вигляд, розріз тіла. Робота в групах: складання схем циклів розвитку паразитів.

Порівняння характерних ознак представників кишковопорожнинних і плоских червів на фіксованих препаратах. Вивчення життєвих циклів печінкового сисуна (*Fasciola hepatica*). Порівняння особливостей будови війчастих червів і сисунів на прикладі молочної планарії й печінкового сисуна. Порівняння будови та життєвих циклів бичачого та свинячого ціп'яків, стьожака широкого.

Робота в групах: опрацювання тем «Характеристика моногенетичних сисунів і їх значення як збудників різних захворювань», «Гельмінтози людини: систематика й локалізація», обговорення результатів. Виконання інтерактивних вправ «Зоологічне лото», «Зайве слово», «Пошук загального».

1.5. Тип Круглі черви (*Nematoda*) (18 год)

Теоретична частина. Тип Круглі черви (*Nematoda*): особливості будови, процесів життєдіяльності. Будова й функції кутикули, гіподерми, м'язів, нервової системи. Характер руху нематод. Життєві цикли. Вільноживучі нематоди: поширення, значення в природі. Паразитичні види — збудники захворювань людини та свійських тварин. Нематоди, патогенні для рослин (фітонематоди).

Практична частина. Вивчення фіксованих препаратів, створення схематичних зображень життєвих циклів розвитку збудників аскарозу свиней, параскарозу коней, токсокарозу м'ясоїдних, аскаридіозу курей, трихінельозу тварин. Робота над індивідуальним завданням: порівняльна характеристика життєвих циклів аскариди та трихінели, обговорення результатів. Виконання інтерактивних вправ «Інтелектуальний тир», «Зворотний зв'язок».

Підготовка доповіді «Хвороботворні нематоди», виступи, обговорення.

1.6. Тип Кільчасті черви (*Annelida*) (18 год)

Теоретична частина. Тип Кільчасті черви (*Annelida*): загальна характеристика, особливості будови, розвитку, процесів життєдіяльності.

Особливості локомоторного апарату кільчаків. Целом, його будова та функції. Органи виділення: целомодукти, метанефридії, нефроміксії. Кровоносна система. Будова нервової системи. Особливості ембріонального й постембріонального розвитку. Ларвальні й постларвальні сегменти.

Поширення, спосіб життя, значення кільчастих червів у природі та житті людини. Роль дощових черв'яків та енхітреїд у процесах ґрунтотворення.

Практична частина. Вивчення внутрішньої будови та вторинної порожнини тіла дощового черв'яка. Здійснення поперечного розрізу тварини, формулювання висновків. Заповнення таблиці «Порівняльна оцінка представників різних класів кільчастих червів». Складання кросвордів «Значення дощових черв'яків у біоценозах і ланцюгах живлення». Розгляд фіксованої нереїди. Спостереження за проявами життєдіяльності п'явки, дощового черв'яка. Проведення експерименту: регенерація тіла дощового черв'яка — відновлення хвостового кінця передньою частиною тіла. Виконання інтерактивних вправ. Перегляд відеоматеріалів, обговорення.

1.7. Тип Молюски (*Mollusca*) (16 год)

Теоретична частина. Тип Молюски (*Mollusca*): середовище життя, поширення. Поділ тіла на відділи. Черепашка, мантія, мантійний комплекс органів. Особливості будови целома, травної, кровоносної, дихальної, видільної та нервової систем. Способи розмноження. Особливості ембріонального й постембріонального розвитку молюсків. Личинкові стадії. Систематика типу Молюски. Екологічні групи та життєві форми двостулкових молюсків. Роль у природі та господарське значення двостулкових молюсків.

Марикультура. Промислове значення головоногих. Отруйні восьминоги.

Практична частина. Порівняння особливостей будови та життєдіяльності виноградного равлика і беззубки. Вивчення черепашки беззубки та ставковика звичайного за муляжами. Визначення форми, забарвлення, розмірів черепашок беззубки, знаходження місця прикріплення м'язів-замикачів. Опрацювання термінів. Робота в малих групах: складання й розв'язування тестів, кросвордів, ребусів про молюсків та їх роль у природі та житті людини.

Підготовка повідомлень з самостійно обраної теми, виступи, обговорення.

1.8. Тип Членистоногі (*Arthropoda*) (14 год)

Теоретична частина. Тип Членистоногі (*Arthropoda*): загальна характеристика, походження, еволюція, палеонтологічні відомості, сучасне різноманіття, географічне поширення, значення в природі та житті людини.

Перелік основних таксономічних груп, важливих у житті людини та функціонуванні природних екосистем. Географічне поширення членистоногих. Зоологічна характеристика класів Ракоподібні, Павукоподібні, Комахи.

Практична частина. Опрацювання літератури й термінів, виконання тестових завдань.

Екскурсія до прісноводної водойми: ознайомлення з різноманітністю членистоногих гідробіонтів, комах. Опрацювання інформаційних джерел, підготовка повідомлень про комах як шкідників сільського господарства та біологічні методи захисту від них.

Виконання інтерактивної вправи «Зоологічне лото». Робота в групах: написання доповідей про особливості зовнішньої морфології та внутрішньої будови річкового рака, будову та функції покривів, систем органів павукоподібних, обговорення результатів. Складання порівняльної таблиці про характерні ознаки представників класів Ракоподібні, Павукоподібні та Комахи.

Підготовка доповіді «Членистоногі: середовище заселення, поведінка», виступи, обговорення результатів. Створення презентації «Значення ракоподібних, павукоподібних, комах у природі та житті людини», обговорення результатів. Структурована дискусія «Природа без членистоногих».

Розділ 2. Науково-дослідницька діяльність (74 год)

2.1. Наукові дослідження в галузі зоології (10 год)

Теоретична частина. Зоологія як наука, її значення. Закономірності функціонування та розвитку зоології. Напрями дослідження в зоології. Загальні вимоги до наукових зоологічних досліджень. Методи дослідження, їх класифікація.

Відповідність теми дослідження сучасній науковій проблематиці.

Види інформаційних ресурсів і правила роботи з ними. Принципи збирання інформаційного матеріалу.

Матеріально-технічне оснащення дослідження, вимоги до нього.

Академічна доброчесність: цінності й принципи. Порушення академічної доброчесності: академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація.

Інтегрування українських дослідників у світову систему наукової комунікації.

Практична частина. Опрацювання термінів, виконання тестових завдань. Робота в групах: пошук інформації про актуальні проблеми сучасних зоологічних досліджень, обговорення результатів.

Виконання інтерактивних вправ «Мудрі сови», «Коло ідей», «Займи позицію».

Екскурсії до зоологічних музеїв, лабораторій. Участь у тематичних заходах різних організаційних рівнів: конкурсах, вікторинах, конференціях.

2.2. Науково-дослідницька робота (проєкт). Дослідницька робота (64 год)

Теоретична частина. Мала академія наук України. Науково-дослідницька діяльність учнів — членів Малої академії наук України. Тематика досліджень.

Науково-дослідницька робота учня — члена Малої академії наук України. Дослідницька робота: вимоги до оформлення. Актуальність теми дослідження. Об'єкт, предмет, завдання дослідження. Методи й етапи дослідження. Аргументація, факти. Тези.

Інформаційні джерела з теми дослідження, їх упорядкування. Цитування й перефразування. Коректне оформлення посилань. Самоцитування. Дотримання принципів академічної доброчесності.

Практична частина. Визначення напряму дослідження. Обрання теми дослідницької роботи. Робота з інформаційними джерелами з обраної теми для визначення рівня розроблення наукової проблеми, упорядкування інформації. Виконання завдань на пряме і непряме цитування, оформлення посилань.

Виконання завдань із побудови аргументації: пошук наукової статті з елементами аргументації (твердження, докази, підстави, факти). Обговорення ідей, опрацювання аргументації до власного дослідження. Визначення об'єкта і предмета, формулювання мети й завдань дослідження. Обрання методів наукового дослідження. Складання плану роботи над дослідженням. Робота над вступом, змістом, висновками. Оформлення цитат і посилань у наукових роботах із дотриманням принципів академічної доброчесності.

Підсумок (2 год)

Практична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за рік. Презентація, обговорення дослідницьких робіт. Рекомендації щодо продовження науково-дослідницької роботи.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна*: здійснення активної пізнавальної діяльності для досягнення визначеної мети на основі інтеграції знань, аналізу, синтезу, узагальнення інформації; виявлення інтересу до нових знань;
- *практична:* опрацювання наукової інформації; планування й організація науково-дослідницької діяльності; оперування науковими знаннями для розв'язання завдань дослідницької роботи в галузі зоології; оброблення та систематизація результатів досліджень;

- *творча*: виявлення креативної ініціативи; генерування ідей і висування гіпотез; використання творчого потенціалу для нестандартного розв'язання завдання; застосування знань і навичок практичної діяльності в нових ситуаціях;
- *соціальна*: обрання ефективних способів розв'язання визначених завдань; виявлення стійкого зацікавлення науково-дослідницькою діяльністю в галузі зоології; усвідомлення важливості інтересів й очікувань інших під час реалізації мети спільної діяльності.

Вищий рівень, другий рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Зоологія хребетних	**39**	**81**	**120**
1.1. Надклас Риби (*Pisces*)	7	14	21
1.2. Клас Амфібії (*Amphibia*)	7	14	21
1.3. Клас Плазуни (*Reptilia)*	7	14	21
1.4. Клас Птахи (*Aves*)	8	16	24
1.5. Клас Ссавці (*Mammalia*)	10	23	33
Розділ 2. Науково-дослідницька діяльність	**27**	**60**	**87**
2.1. Науково-дослідницька робота (проєкт). Постерний захист. Наукова конференція	23	52	75
2.2. Заходи науково-дослідницького спрямування	4	8	12
Підсумок	—	6	6
Разом	**67**	**149**	**216**

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Мета і завдання роботи гуртка. План роботи на навчальний рік. Правила безпеки життєдіяльності й поведінки в навчальному закладі. Організаційні питання.

Практична частина. Обговорення теми «Немає нічого винахідливішого, ніж природа» (Марк Туллій Цицерон).

Розділ 1. Зоологія хребетних (120 год)

1.1. Надклас Риби (*Pisces*) (21 год)

Теоретична частина. Надклас Риби (*Pisces*). Особливості організації класу Хрящові риби. Будова акул, скатів і химер.

Систематика класу Хрящові риби. Представники основних систематичних груп: поширення, господарське значення.

Особливості організації класу Кісткові риби. Будова представників основних систематичних груп кісткових риб. Покриви. Опорно-рухова, травна, дихальна, видільна і репродуктивна системи. Центральна нервова система, органи чуття та їх роль в орієнтації. Систематика класу Кісткові риби. Представники основних систематичних груп: поширення, господарське значення.

Річні цикли морських і прісноводних риб. Походження риб. Міграції. Господарське значення.

Практична частина. Робота в парах: дослідження внутрішньої будови кісткових риб на прикладі карася. Робота в групах: підготовка повідомлень про особливості організації хрящових риб, обговорення.

Виконання інтерактивної вправи «Кубування»: «Особливості організації представників кісткових і хрящових риб на прикладі акули і щуки». Обговорення проблеми «Рибництво та його господарське значення». Складання кросвордів «Різноманітність аквакультури в Україні та світі».

1.2. Клас Амфібії (*Amphibia*) (21 год)

Теоретична частина. Клас Амфібії (*Amphibia*): особливості організації.

Будова представників безхвостих, хвостатих і безногих земноводних.

Систематика класу Амфібії: основні представники різних систематичних груп, їх еволюційне походження.

Річний і добовий цикли земноводних. Поширення. Господарське значення.

Практична частина. Робота з довідниками. Виконання інтерактивної вправи «Відстрочена відгадка». Творче завдання «Факти й домисли» (складання описів представників класу).

Робота в групах: складання діаграми Венна «Особливості організації представників класів Риби й Амфібії», представлення, обговорення результатів. Розроблення мультимедійної презентації «Стадії життєвого циклу земноводних».

Виконання інтерактивної вправи «Кубування»: «Роль земноводних в екосистемах», «Земноводні: значення для життя людини».

1.3. Клас Плазуни (*Reptilia)* (21 год)

Теоретична частина. Клас Плазуни (*Reptilia):* особливості організації. Будова представників основних груп плазунів. Життєвий цикл плазунів і пристосування до різних умов існування. Господарське значення. Систематика класу Плазуни: основні представники різних систематичних груп. Еволюційне походження та поширення.

Практична частина. Робота з термінами. Виконання вправи «Знайди помилку»: опис плазунів.

Написання повідомлення «Амніоти як первинноземні хребетні тварини», виступи, обговорення результатів.

Складання порівняльної таблиці про особливості організації представників класів Земноводні й Плазуни. Підготовка повідомлення «Плазуни: життєвий цикл і пристосування до умов існування», виступи, обговорення результатів.

Виконання інтерактивної вправи «Таблиця Елвермана»: обговорення проблеми «Роль плазунів у природі та житті людини».

1.4. Клас Птахи (*Aves*) (24 год)

Теоретична частина. Клас Птахи (*Aves*): основні ознаки, будова, процеси життєдіяльності. Життєвий цикл птахів. Соціальна організація. Перелітні птахи. Міграція та пристосованість до польоту.

Систематика класу Птахи: основні представники різних систематичних груп, походження, поширення. Господарське значення. Охорона птахів.

Практична частина. Пошук, опрацювання інформації про птахів. Виконання тестів. Складання ребусів.

Виконання вправи «Шпаргалка»: робота над текстом (читання, відтворення змісту тексту за допомогою зображень, схем, знаків).

Робота в парах: складання тексту-опису птаха зі свідомо допущеними помилками, обмін текстами, виправлення помилок.

Створення мультимедійної презентації «Порівняльна характеристика організації представників класів Плазуни й Птахи», обговорення результатів. Робота в групах: написання повідомлення «Роль птахів у регуляції кількості шкідливих комах і гризунів», обговорення результатів.

Виконання інтерактивної вправи «Хмара слів»: «Птахи: біологічне й економічне значення».

1.5. Клас Ссавці (*Mammalia*) (33 год)

Теоретична частина. Клас Ссавці (*Mammalia*): особливості організації, будова, процеси життєдіяльності представників основних груп.

Пристосування ссавців до різних умов існування. Річні та добові цикли життя ссавців.

Систематика класу Ссавці: поширення, еволюційне походження, розмноження, екологічні особливості.

Свійські ссавці та їх походження. Роль ссавців у регуляції кількості шкідників.

Рідкісні й майже зниклі види, їх охорона.

Практична частина. Опрацювання термінів. Робота в трійках: складання тестових завдань, кросвордів, ребусів, їх розгадування.

Пошук, аналіз інформації про представника класу Ссавці, складання ментальної карти, представлення й обговорення інформації.

Виконання інтерактивних вправ «Мозаїка» (обговорення проблеми «Значення ссавців у природі та житті людини» у малих групах), «Утрачена інформація» (опрацювання інформації про ссавців, обговорення результатів).

Підготовка повідомлень: «Середовище існування ссавців», «Екологія та міграційні процеси»; виступи, обговорення результатів.

Робота в групах: створення презентації «Значення ссавців у природі та житті людини», обговорення результатів.

Підготовка виступу «Ссавці: рідкісні й майже зниклі види, їх охорона».

Робота над буктрейлером «Клас Ссавці: анатомія, місця проживання, звички годування».

Розділ 2. Науково-дослідницька діяльність (87 год)

2.1. Науково-дослідницька робота (проєкт). Постерний захист. Наукова конференція (75 год)

Теоретична частина. Державні стандарти з оформлення текстових документів, звітів у сфері науки й техніки.

Правила оформлення цитат, таблиць, ілюстрацій, додатків.

Результати дослідницької роботи, їх висвітлення.

Наукова конференція. Наукова доповідь і вимоги до неї. План, тези виступу. Правила ведення дискусії. Мультимедійна презентація: вимоги до створення.

Структура і зміст постера. Постерний захист.

Практична частина. Робота над змістом дослідницької роботи. Редагування змісту, оформлення цитат, таблиць, ілюстрацій, додатків, списку використаних джерел відповідно до вимог.

Аналіз результатів роботи над дослідницьким проєктом. Складання плану захисту роботи.

Розроблення постера. Підготовка постерного захисту наукової роботи. Презентація результатів власних досліджень, обговорення.

2.2. Заходи науково-дослідницького спрямування (12 год)

Теоретична частина. Наукова конференція: мета, вимоги до учасників. Наукові конференції для юних науковців у галузі зоології.

Міжнародні заходи науково-дослідницького спрямування для учнів: мета й завдання заходів.

Академічна доброчесність і робота над конкурсними матеріалами.

Екскурсії. Спостереження в природі. Безпека життєдіяльності під час проведення екскурсій і масових заходів.

Практична частина. Підготовка конкурсних матеріалів і участь у тематичних заходах різних організаційних рівнів: конкурсах, вікторинах, конференціях. Обговорення результатів участі в конкурсних заходах наукового спрямування.

Екскурсії до музею, зоопарку, природоохоронного парку, лісу, поля.

Підсумок (6 год)

Практична частина. Підбиття підсумків роботи гуртка за рік. Презентація дослідницьких робіт, обговорення. Рекомендації щодо продовження науково-дослідницької роботи.

Зустрічі з викладачами закладів вищої освіти, учнями — членами МАН України, учасниками й переможцями конкурсних заходів для дітей та учнівської молоді.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців / вихованок мають сформуватися такі компетентності:

- *пізнавальна*: усвідомлення актуальності та доцільності проведення досліджень із зоології; спостереження за об'єктами живої природи, їх змінами під впливом різних факторів зовнішнього середовища; використання набутих знань для здійснення науково-дослідницької діяльності, аналізування результатів;
- *практична*: володіння навичками використання наукових методів дослідження для досягнення поставленої мети науково-дослідницької діяльності в галузі зоології; дотримання принципів академічної доброчесності в процесі науково-дослідницької діяльності;
- *творча*: застосування творчого підходу до використання знань на практиці; генерування творчих ідей у процесі розв'язання практичних, прикладних, творчих і дослідницьких завдань з обраної теми наукового дослідження;
- *соціальна*: розуміння важливості науково-дослідницької діяльності як засобу особистісного розвитку; виявлення активної позиції; уміння працювати в колективі для ефективного виконання визначених завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Булахов В. Л., Новіцький Р. О., Гассо В. Я., Пахомов О. Є. Зоологія хордових: навч. посіб. Дніпропетровськ : Вид-во Дніпр. нац. ун-ту, 2009. 128 с.
2. Жуков О. В., Пахомов О. Є., Кунах О. М. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae) : моногр. / за заг. ред. проф. О. Є. Пахомова. Дніпропетровськ : Вид-во Дніпр. нац. ун-ту, 2007. 372 с.
3. Зоологія безхребетних : метод. рекомендації / уклад.: Л. В. Бусленко, В. В. Іванців. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2020. 86 с.
4. Зоологія хордових : підручник / Й. В. Царик, І. С. Хамар, І. В. Дикий та ін. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 356 с.
5. Ковальчук Г. В. Зоологія з основами екології. Суми : ВДТ «Університетська книга», 2003. 592 с.
6. Курбатова І. М., Митяй І. С., Дегтяренко О. В. Зоологія : навч. посіб. Частина 1. Київ : НУБіП України, 2022. 510 с.
7. Лавренко С. О. Напрями та перспективи використання комах-запилювачів для біоіндикації стану екосистем та змін клімату в умовах півдня України. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. *The series: Agronomy and Biology*. 2022. № 47 (1). С. 80–90.
8. Міжнародний кодекс зоологічної номенклатури. 4-те вид. Київ : Бібліотека офіційних видань, 2003. 176 с.
9. Савчук М. П. Зоологія безхребетних. Київ : Вища школа, 2002. 308 с.
10. Сеник А. Ф., Кулаківська О. П. Зоологія з основами екології. Львів : Каменяр, 2008. 288 с.
11. Серебряков В. В. Атлас птахів України (поширення та характер перебування). Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 240 с.
12. Червона книга України. Тваринний світ. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 624 с.

СПИСОК ІНТЕРНЕТ-ДЖЕРЕЛ

1. Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України. URL: https://www.izan.kiev.ua/ (дата звернення: 13.01.2026).
2. Українське товариство охорони птахів. URL: https://www.birdlife.org.ua/ (дата звернення: 23.01.2026).
3. Berkeley. *University of California Museum of Paleontology (UCMP)*. URL: https://www.ucmp.berkeley.edu (дата звернення: 12.01.2026).
4. International Commission on Zoological Nomenclature. URL: https://www.iczn.org/ (дата звернення: 13.01.2026).

5. MacOrganisms2. URL: https://www.youtube.com/user/MacOrganisms2 (дата звернення: 13.01.2026).
6. Natural History Museum. URL: https://www.nhm.ac.uk/ (дата звернення: 13.01.2026).
7. IUCN Red List of Threatened Species. URL: https://www.iucnredlist.org/ (дата звернення: 13.01.2026).
8. WWF. URL: https://wwf.panda.org/uk/our_work/rivers_and_wetlands/wetlands_restoration/ (дата звернення: 13.01.2026).

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Видрик Анастасія Вікторівна	асистент кафедри бджільництва факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидат сільськогосподарських наук
Войтович Наталія Олександрівна	методист відділу організаційно-методичного супроводу олімпіадного руху Національного центру «Мала академія наук України»
Курбатова Інна Миколаївна	професор кафедри біології тварин факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор біологічних наук, професор
Лихач Анна Василівна	професор кафедри біології тварин факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор сільськогосподарських наук, професор
Слісенко Ольга Василівна	доцент кафедри фармацевтичної та біологічної хімії, фармакогнозії фармацевтичного факультету Приватного вищого навчального закладу «Київський медичний університет», кандидат хімічних наук, доцент, старший дослідник
Токменко Інна Ігорівна	методист відділу організаційно-методичного супроводу олімпіадного руху Національного центру «Мала академія наук України», кандидат хімічних наук, доцент
Толстов Олександр Леонідович	заступник директора з наукової роботи Інституту хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України, методист І категорії лабораторії хіміко-біологічних наук Національного центру «Мала академія наук України», кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник
Чепіль Людмила Василівна	доцент кафедри біології тварин факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дослідницько-експериментальний напрям

Хімія та біологія

Редагування *О. Б. Степанюк*

Верстання *Л. В. Северенчук*

Дизайн обкладинки *О. А. Чекановська*

Формат 60×84/16. Папір офс. 80 г/м^2.
Друк цифровий

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