



Спеціальні розділи біогеохімії

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітня програма	ОПП Екологічна безпека
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	заочна
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5,5 (165)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> , okter789@gmail.com Лабораторні: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> , okter789@gmail.com
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2514

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Біогеохімія – це галузь знань на межі біології та геохімії, яка вивчає хімічний склад геосфер Землі і живих організмів та участь живої матерії у формуванні та підтримуванні стійкості біосфери.

Процеси, які відбуваються у довкіллі та біоті, залежать від фізичних, хімічних та біологічних властивостей елементів та сполук. Знаючи їх, можна передбачити шляхи міграції, накопичення, надходження в живі організми, вплив на функціонування. Тому без знання хімії елементів зрозуміти ті грандіозні процеси, які відбуваються в біосфері, неможливо. Це і формування різноманітних ландшафтів, і утворення родовищ корисних копалин, і процеси вивітрювання гірських порід, і колообіг хімічних елементів, що ґрунтуються на реакціях кислотно-основної взаємодії, осадження і розчинення, комплексоутворення, окиснення-відновлення.

Знання хімії елементів допоможе не лише зрозуміти зміст грандіозних процесів, що відбуваються на планеті, але навчитися і передбачити наслідки порушення існуючих у біосфері рівноваг, знайти способи поповнити дефіцит окремих елементів у власному організмі чи, навпаки, позбутися їх надміру з метою збереження здоров'я. А за станом рослинності можна передбачити і родючість ґрунту, і його вологість та навіть глибину залягання ґрунтових вод.

Предметом навчальної дисципліни «Спеціальні розділи біогеохімії» є формування фундаменту знань та практичних навичок спеціалістів у галузі екології, необхідних для вивчення професійно орієнтованих та спеціальних дисциплін.

Мета навчальної дисципліни «Спеціальні розділи біогеохімії»

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Спеціальні розділи біогеохімії», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування;
- розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування;
- підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти;
- проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «Спеціальні розділи біогеохімії» потребує знань, які формуються на базі середньої освіти, що отримані із загальної і неорганічної хімії, фізики, математики.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Огляд хімії елементів : властивості хімічних елементів і їх сполук

Тема 1. Елементи VII групи.

Загальна характеристика групи.

- А. Підгрупа галогенів (p-елементів).
- Б. Підгрупа марганцю (d-елементи).

Тема 2. Гідроген.

Розташування гідрогену в Періодичній системі та специфічність його властивостей; фізичні та хімічні властивості гідрогену; бінарні сполуки гідрогену; вода; пероксигідроген.

Тема 3. Елементи VI групи.

Загальна характеристика групи. Електронна будова атомів, елементи типові і повні електронні аналоги. Закономірна зміна властивостей.

- А. Оксиген.
- Б. Підгрупа сульфору (p-елементів).
- В. Підгрупа хрому (d-елементи).

Тема 4. Елементи V групи.

Загальна характеристика групи.

- А. Нітроген (p-елемент).
- Б. Фосфор (p-елемент).
- В. Підгрупа арсену (p-елементи).
- Г. Підгрупа ванадію (d-елементи).

Тема 5. Елементи IV групи.

Електронна будова атомів, загальна характеристика елементів, закономірності зміни властивостей.

- А. Карбон (p-елемент).
- Б. Силіцій (p-елемент).
- В. Підгрупа германію (p-елементи).
- Г. Підгрупа титану (d-елементи).

Тема 6. Елементи III групи.

Електронна будова атомів, загальна характеристика елементів, їх властивості.

- А. Бор (p-елемент).

- Б. Алюміній (p-елемент).
- В. Підгрупа галію (p-елементи).
- Г. Підгрупа скандію (d-елементи).

Тема 7. Елементи II групи.

Загальна характеристика.

- А. Берилій (s-елемент).
- Б. Магній (s-елемент).
- В. Підгрупа кальцію (s-елементи).
- Г. Підгрупа цинку (d-елементи).

Тема 8. Елементи I групи.

Загальна характеристика.

- А. Лужні метали (s-елементи).
- Б. Підгрупа купруму (d-елементи).

Тема 9. Елементи VIII групи.

Загальна характеристика.

- А. Благородні гази (s-елементи).
- Б. Родина феруму (d-елементи).
- В. Родина платинових металів (d-елементи).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Хімія елементів: авторський лекційний курс / М. М. Волобуєв, М. В. Ведь. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 200 с.
2. Бутченко Л.І., Терещенко О.М. Хімічні аспекти біогеохімії: теорія і практикум. Навч. посібник. – К.:НТУУ «КПІ», 2015. – 208 с.
3. Левітін Є.Я. Загальна та неорганічна хімія : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключова ; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. — 3-тє вид. — Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. — 512 с. — (Національний підручник).
4. *General and Inorganic Chemistry: textbook/ V.O. Kalibabchuk, V.V. Ohurstov et al. Kyiv: AUS Medical Publishing, 2019, - 456 p.*
5. Ковальчук І.С., Гончарук С.В. та ін. Неорганічна хімія. Навч. посібник. – К.: ВСВ «Медицина», 2017 – 80 с.

Допоміжна

6. Цветкова Л.Б. Неорганічна хімія: теорія і задачі. Навчальний посібник. 4-те вид., виправлене і доповнене. – Львів: «Магнолія 2006», 2019. – 408 с.
7. https://studwood.net/1713651/matematika_himiya_fizika/teoriya_solvosistem
8. Методика розв'язування розрахункових задач з хімії. Навчальний посібник / І.М. Курмакова, П.В. Самойленко, О.С. Бондар, С.В. Грузнова. Чернігів: НУЧК, 2018. – 165 с.
9. Андрійко О.О. Неорганічна хімія біогенних елементів. Навч. посібник. – К.:НТУУ «КПІ», 2013. – 332 с.
10. Загальна та неорганічна хімія: Підруч. для студ. вищ. навч. закл./ О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.В. Іванов. – К.: Пед. Преса, 2000. – 784 с.
11. Сорочук Д.І. Курс Координаційні сполуки на платформі Moodle. : Донецький національний університет імені Василя Стуса, 2020. – 112 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Центр електронних навчальних матеріалів, режим доступу:
<https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/32074/1/novi%2007-08%202020.pdf>
2. <https://council.science/uk/member/international-union-of-pure-and-applied-chemistry-iupac/>
3. Бібліотека ім. В.І. Вернадського – www.nbuiv.gov.ua.

4. Дайджест з хімії та хімічної інженерії - <https://library.sumdu.edu.ua/uk/e-resursy/bibliotechni-hidy/informatsiini-daidzhesty/708-daidzhest-z-khimii-ta-khimichnoi-inzhenerii.html>
5. Coursera: General Chemistry: Concept Development and Application Rice University <https://www.coursera.org/learn/general-chemistry>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні зняття

Лекційні заняття спрямовані на: надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з кредитного модуля «Спеціальні розділи біогеохімії», рівень яких

- визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ лекції	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Розділ 1. Огляд хімії елементів: властивості хімічних елементів і їх сполук Поширеність елементів у живій і неживій природі.</p> <p>Тема 1. Елементи VII групи: Підгрупа галогенів (p-елементів). Загальна характеристика, отримання, фізичні та хімічні властивості. Зміна окисної активності в підгрупі. Зміна окислювальних властивостей в ряду кисневих кислот хлору, бромю, йоду. Оксиди, кислоти, солі, їх термодинамічна стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Міжгалогенні сполуки, їх гідроліз. Отримання і застосування хлору, бромю, йоду та їх найважливіших сполук. Література: [1]. С. 93-103; [2]. С. 8-18, 351-365; [3]. С. 431-450, 465-475.</p> <p>Підгрупа марганцю (d-елементи). Електронна будова атомів. Окисно-відновні властивості сполук. Кислоти мангану і ренію та їх солі. Література: [1] С. 127-135; [2]. С. 19 – 26; [3] С. 465-475.</p> <p>Завдання на СРС. Підгрупа галогенів (p-елементів). Галогеніди: закономірності зміни їх властивостей за періодами, групи і сімействами елементів. Міжгалогенні сполуки, їх гідроліз. Отримання і застосування хлору, бромю, йоду та їх найважливіших сполук</p> <p>Підгрупа марганцю (d-елементи). Знаходження в природі та отримання мангану, технецію, ренію. Властивості простих речовин. Окисні властивості перманганату. Застосування мангану і ренію та їх найважливіших сполук.</p>
2	<p>Тема 3. Елементи VI групи. Головна підгрупа. p-Елементи VI групи. Загальна характеристика елементів. Електронна будова атомів, елементи типові і повні електронні аналоги. Закономірна зміна властивостей.</p> <p>Підгрупа сульфурю: сульфур, селен, телур, полоній. Окисно-відновні властивості простих речовин, взаємодія з водою, кислотами і лугами. Взаємодія сульфурю, селену і телуру з воднем, зіставлення будови і властивостей халькогенідів. Сульфідні металів: класифікація по відношенню до кислот і води, гідроліз. Оксид сульфурю (IV): отримання, будова молекули, розчинність у воді. Сульфідна кислота та її солі. Окиснювально-відновні властивості. Оксид сульфурю (IV),</p>

	<p>його будова в газоподібному, рідкому і твердому станах, отримання, взаємодія з водою.</p> <p>Підгрупа хрому.</p> <p>Електронна будова атомів, та їх можливі ступені окиснення та координаційні числа в сполуках. Знаходження в природі та отримання хрому, молібдену, вольфраму. Сполуки: (оксиди, гідроксиди, солі). Комплексні сполуки. Застосування хрому, молібдену, вольфраму та їх найважливіших сполук.</p> <p>Література: [1]. с. 27-60; [2]. с. 407-431.</p> <p><u>Завдання на СРС. Тема 2. Гідроген:</u></p> <p>Розташування гідрогену в Періодичній системі та специфічність його властивостей; фізичні та хімічні властивості гідрогену; бінарні сполуки гідрогену; вода; пероксигідроген.</p> <p>Тема 3. Елементи VI групи. Головна підгрупа.</p> <p>Оксиген.</p> <p>Будова атома і молекули O₂. Поширеність, природні сполуки, одержання, окиснювальна активність, застосування кисню. Озон: утворення і будова молекули з позицій методу ВЗ, отримання, окисна активність, застосування.</p> <p>Пероксигідроген: будова молекули, властивості, одержання, застосування. Пероксиди, надпероксид, озоніди. Застосування.</p> <p>Підгрупа сульфору: сульфур, селен, телур, полоній.</p> <p>Природні сполуки. Склад і будова простих речовин. Алотропія сірки. Сульфоангідриди, сульфоокислоти і сульфосоли. Сульфіди і полісульфіди. Сірчана кислота: одержання, властивості. Солі сірчаної кислоти. Застосування сульфору, селену, телуру та їх найважливіших сполук.</p>
3	<p>Тема 4. Елементи V групи.</p> <p>Електронна будова атомів і загальна характеристика властивостей.</p> <p>Нітроген (p-елемент).</p> <p>Гідроксид амонію і солі амонію. Нітриди, аміди і іміди. Гідразин і гідроксиламін: склад і будова молекул, властивості.</p> <p>Нітритна кислота і її солі - нітриту, їх отримання і властивості, окисно-відновні властивості. Нітратна кислота: одержання, окислювальні властивості, взаємодія з металами і неметалами.</p> <p>Фосфор (p-елемент).</p> <p>Знаходження в природі. Отримання, алотропні модифікації та властивості простої речовини. Сполуки фосфору з киснем та галогенами.</p> <p>Література: [1]. С. 57 – 71; [2]. С. 66 – 82.</p> <p><u>Завдання на СРС.</u></p> <p>Нітроген (p-елемент).</p> <p>Знаходження в природі, одержання та властивості простої речовини. Будова молекули амоніаку, його властивості в рідкому, газоподібному і розчиненому станах.</p> <p>Підгрупа арсену (p-елементи).</p> <p>Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи арсену. Водневі сполуки елементів підгрупи арсену. Сполуки елементів підгрупи арсену та їх похідні. Сульфіди елементів підгрупи арсену. Галогеніди елементів підгрупи арсену. Біологічна функція елементів підгрупи арсену і токсична дія їх сполук.</p> <p>Підгрупа ванадію (d-елементи).</p> <p>Знаходження в природі. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи ванадію.</p>
	<p>Тема 5. Елементи IV групи.</p> <p>Електронна будова атомів, загальна характеристика елементів, закономірності зміни властивостей.</p> <p>Карбон (p-елемент).</p> <p>Карбон. Знаходження в природі, алотропія простої речовини (алмаз, графіт, карбін, фулерен), їх будова і властивості. Карбіди металів. Оксид карбону (II), отримання,</p>

будова молекули, властивості. Карбоніли металів. Оксид карбону (IV), отримання, будова молекули, властивості. Карбонатна кислота і її солі. Ціанідна, ціанова, тіоціанова кислоти і їх солі. Сполуки карбону з сіркою і галогенами. Застосування карбону і його найважливіших сполук.

Література: [1]. С. 37 – 46; [2]. С. 87 – 101.

Завдання на СРС. Силіцій (p-елемент).

Знаходження в природі, одержання та властивості простої речовини. Оксид силіцію (IV), його алотропні модифікації, взаємодія з кислотами і лугами. Силіцієві кислоти, силікагель. Прості силікати, скло. Складні природні силікати, алюмосилікати. Цеоліт. Сполуки силіцію з воднем (силани), з металами (силіциди), з карбоном (карборунд), з галогенами. Застосування силіцію і його найважливіших сполук.

Підгрупа германію (p-елементи).

Знаходження в природі, одержання простих речовин. Алотропні модифікації станума. Взаємодія простих речовин з кислотами і лугами. Оксиди, гідроксиди, їх солі: одержання, кислотно-основні властивості, гідроліз, окиснювально-відновні властивості. Сполуки з воднем, галогенами. Застосування германію, станума, плюмбуму та їх найважливіших сполук.

Підгрупа титану (d-елементи).

Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи титану.

4

Тема 6. Елементи III групи.

Електронна будова атомів, загальна характеристика елементів, їх властивості.

Бор (p-елемент).

Отримання, будова і властивості простої речовини. Взаємодія з кислотами, лугами та активними металами. Сполуки з воднем (борани): їх отримання і властивості. Бориди. Оксид бору, борні кислоти, борати. Сполуки бору з галогенами, сульфуром, нітрогеном. Борорганічні сполуки. Застосування бору та його найважливіших сполук.

Література: [1], розділ 20, с. 629-633.

Алюміній (p-елемент).

Поширеність в природі, одержання, властивості. Взаємодія з водою, кислотами і лугами. Оксид і гідроксид алюмінію, алюмінати, солі алюмінію. Застосування алюмінію та його найважливіших сполук.

Література: [1], розділ 20, с. 633-638.

Завдання на СРС. Підгрупа галію (p-елементи).

Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи галію.

Підгрупа скандію (d-елементи).

Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості.

Лантаноїди, актиноїди.

Тема 7. Елементи II групи.

Загальна характеристика.

Магній (s-елемент).

Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості магнію. Біологічна дія сполук магнію.

Підгрупа кальцію (s-елементи).

Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості підгрупи кальцію. Бінарні сполуки елементів підгрупи кальцію з киснем та їх гідроксиди. Солі елементів підгрупи кальцію. Гідриди, нітриди, карбіди елементів підгрупи кальцію. Біологічна функція і токсична дія сполук лужно-земельних металів.

Література: [1]. С. 12-18; [2]. С. 119-129.

Завдання на СРС. Берилій (s-елемент). Добування. Фізичні властивості.

	<p><i>Застосування. Хімічні властивості берилію. Токсична дія сполук берилію.</i></p> <p>Підгрупа цинку (d-елементи).</p> <p><i>Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості підгрупи цинку. Оксиди, гідроксиди елементів підгрупи цинку та їх похідні. Галогеніди елементів підгрупи цинку.</i></p>
5	<p>Тема 8. Елементи I групи.</p> <p><i>Загальна характеристика.</i></p> <p>Підгрупа купруму (d-елементи).</p> <p><i>Поширення у природі. Добування. Властивості купруму, аргентуму та ауруму. Оксиди, гідроксиди елементів підгрупи купруму та їхні похідні. Солі купруму, аргентуму та ауруму. Біологічна функція купруму, аргентуму та ауруму.</i></p> <p>Література: [1]. С. 4-11; 152-160; [2]. С. 143-160.</p> <p>Завдання на СРС. Лужні метали (s-елементи).</p> <p><i>Поширення у природі. Добування. Властивості лужних металів. Солі лужних металів. Біологічна функція лужних металів.</i></p> <p>Тема 9. Елементи VIII групи.</p> <p><i>Загальна характеристика.</i></p> <p>Родина феруму (d-елементи).</p> <p><i>Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів родини заліза. Оксиди, гідроксиди E(II) та E(III) родини заліза та їхні похідні. Біологічна функція і токсична дія сполук елементів родини заліза.</i></p> <p>Література: [1]. С. 136-143; [2]. С. 164-176.</p> <p>Завдання на СРС. Благородні гази (s-елементи). <i>Загальна характеристика. Хімічні сполуки благородних газів.</i></p> <p>Родина платинових металів (d-елементи). <i>Добування, фізичні властивості та застосування. Сполуки платинових металів з киснем та їх похідні. Токсична дія сполук платинових металів.</i></p>

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Лабораторні роботи дозволяють отримати студентам уміння працювати з хімічними реагентами, посудом і приладами, здійснювати хімічний експеримент і проводити первинні наукові дослідження. Для підвищення пізнавальної активності студентів і отримання ними первинних навичок наукових досліджень, в ці класичні лабораторні роботи введені елементи наукового експерименту, а саме:

- самостійно підібрати реактиви для проведення тієї або іншої реакції;
- пояснити протікання однієї реакції і не протікання іншої, на перший погляд подібної, реакції; і так далі.

При проведенні лабораторного практикуму створюються умови для максимально самостійного виконання студентами лабораторних робіт. Тому лабораторні заняття починаються з проведення експрес-опитування по теоретичному матеріалу, необхідному для виконання роботи (з оцінкою), перевірки планів виконання лабораторних робіт, підготовлених студентами в рамках самостійної роботи і закінчується оцінкою роботи студента в лабораторії і отриманих ними результатів.

Номер роботи	Зміст лабораторної роботи	Кількість годин
1.	Вивчення властивостей сполук марганцю і хрому. Сульфур та його сполуки. Оксиген та його сполуки.	2
2.	Нітроген та його сполуки. Карбон, силіцій та їх сполуки.	2

3.	Вивчення властивостей магнію та лужноземельних металів. Підгрупа цинку. Синтез неорганічних сполук.	2
Всього		6

6. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає близько 90 % часу вивчення курсу, включає також підготовку розрахунково-графічної роботи та підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області аналітичної хімії, що не увійшли у перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі та при виконанні розрахунково-графічної роботи.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Огляд хімії елементів : властивості хімічних елементів і їх сполук		
1	<p>Елементи VII групи. Підгрупа галогенів (p-елементів). Галогеніди: закономірності зміни їх властивостей за періодами, групи і сімействами елементів. Міжгалогенні сполуки, їх гідроліз. Отримання і застосування хлору, бромю, йоду та їх найважливіших сполук Підгрупа марганцю (d-елементи). Знаходження в природі та отримання мангану, технецію, ренію. Властивості простих речовин. Окисні властивості перманганату. Застосування мангану і ренію та їх найважливіших сполук. Література: [1]. С. 93-103; 127-135; [2]. С. 8-26, 351-365; [3] С. 431-450; 465-475.</p>	19
2	<p>Елементи VI групи. Тема 2. Гідроген: Розташування гідрогену в Періодичній системі та специфічність його властивостей; фізичні та хімічні властивості гідрогену; бінарні сполуки гідрогену; вода; пероксигідроген. Література: [1] С. 104-109; [2]. с. 28-29, 37-38. Тема 3. Елементи VI групи. Головна підгрупа. Оксиген. Будова атома і молекули O₂. Поширеність, природні сполуки, одержання, окиснювальна активність, застосування кисню. Озон: утворення і будова молекули з позицій методу ВЗ, отримання, окисна активність, застосування. Пероксигідроген: будова молекули, властивості, одержання, застосування. Пероксиди, надпероксид, озоніди. Застосування. Підгрупа сульфору: сульфур, селен, телур, полоній. Природні сполуки. Склад і будова простих речовин. Алотропія сірки. Сульфоангідриди, сульфоокислоти і сульфосоли. Сульфіди і полісульфіди. Сірчана кислота: одержання, властивості. Солі сірчаної кислоти. Застосування сульфору, селену, телуру та їх найважливіших сполук. Література: [1]. с. 27-60; [2]. с. 407-431. [10]. с. 109 – 134.</p>	19

3	<p>Елементи V групи. Тема 4. Елементи V групи. Нітроген (p-елемент). Знаходження в природі, одержання та властивості простої речовини. Будова молекули амоніаку, його властивості в рідкому, газоподібному і розчиненому станах.</p> <p>Підгрупа арсену (p-елементи). Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи арсену. Водневі сполуки елементів підгрупи арсену. Сполуки елементів підгрупи арсену та їх похідні. Сульфіди елементів підгрупи арсену. Галогеніди елементів підгрупи арсену. Біологічна функція елементів підгрупи арсену і токсична дія їх сполук.</p> <p>Підгрупа ванадію (d-елементи). Знаходження в природі. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи ванадію.</p> <p>Література: [1]. С. 57 – 71; [2]. С. 66 – 82.</p>	19
4	<p>Тема 5. Елементи IV групи. Силіцій (p-елемент). Знаходження в природі, одержання та властивості простої речовини. Оксид силіцію (IV), його алотропні модифікації, взаємодія з кислотами і лугами. Силіцієві кислоти, силікагель. Прості силікати, скло. Складні природні силікати, алюмосилікати. Цеоліт. Сполуки силіцію з гідрогеном (силани), з металами (силіциди), з карбоном (карборунд), з галогенами. Застосування силіцію і його найважливіших сполук.</p> <p>Підгрупа германію (p-елементи). Знаходження в природі, одержання простих речовин. Алотропні модифікації стануму. Взаємодія простих речовин з кислотами і лугами. Оксиди, гідроксиди, їх солі: одержання, кислотно-основні властивості, гідроліз, окисно-відновні властивості. Сполуки з воднем, галогенами. Застосування германію, стануму, плюмбуму та їх найважливіших сполук.</p> <p>Підгрупа титану (d-елементи). Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи титану.</p> <p>Література: [1]. с. 37 – 56; 175 – 181.</p>	19
5	<p>Тема 6. Елементи III групи. Підгрупа галію (p-елементи). Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості елементів підгрупи галію.</p> <p>Підгрупа скандію (d-елементи). Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості.</p> <p>Лантаноїди, актиноїди. Література: [10]. с. 313– 321.</p> <p>Тема 7. Елементи II групи. Берилій (s-елемент). Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості берилію. Токсична дія сполук берилію.</p> <p>Підгрупа цинку (d-елементи). Добування. Фізичні властивості. Застосування. Хімічні властивості підгрупи цинку. Оксиди, гідроксиди елементів підгрупи цинку та їх похідні. Галогеніди елементів підгрупи цинку.</p>	19

	Література: [1]. С. 12– 19; 161 – 167; [11]. С. 47– 53; 67 – 71 .	
6	<p>Елементи I групи. Лужні метали (s-елементи). Поширення у природі. Добування. Властивості лужних металів. Солі лужних металів. Біологічна функція лужних металів. Література: [9]. С. 57– 70.</p> <p>Тема 9. Елементи VIII групи. Благородні гази (s-елементи). Загальна характеристика. Хімічні сполуки благородних газів. Родина платинових металів (d-елементи). Добування, фізичні властивості та застосування. Сполуки платинових металів з киснем та їх похідні. Токсична дія сполук платинових металів. Література: [1]. С. 143–151; [10]. С. 515-527; 152-160.</p>	19
7	Розрахунково-графічна робота Література: 1 - 11.	15
8	Модульна контрольна робота по темам 1-9	5
9	Залік	15
Всього годин		149

Індивідуальні завдання

Згідно навчального плану студент повинен виконати індивідуальне завдання у вигляді розрахунково-графічної роботи.

Розрахунково-графічна робота (РГР) — це самостійне дослідження студента. Суть даного виду роботи - надання не тільки теоретичного, але й практичного матеріалу. Виконуючи РГР, студент удосконалює знання та вміння, отримані в процесі вивчення дисципліни «Спеціальні розділи біогеохімії», а саме: по-перше, в розрахунково-графічній роботі висвітлюються в більш конкретній формі ті питання, які викладачем були розглянуті коротко; по-друге, студент отримує навички роботи з науковою літературою та вміння аналізувати певну проблему та знаходити способи її розв'язання (так, РГР містить певні розрахунки, графіки, таблиці, діаграми); по-третє, працюючи над РГР, студент отримує вміння та навички, що будуть корисними в майбутньому при виконанні більш складних завдань (дипломна робота, дисертація, наукове дослідження тощо).

РГР повинна базуватися на опрацюванні джерел базової та допоміжної літератури. Крім того, рекомендується використовувати в якості допоміжної літератури монографії, спеціальні статті, підручники для студентів ВНЗ та періодичні видання.

Вимоги до виконання реферату наведено в додатку А.

Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Назва ОК	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування	Лекція 1. Поширеність елементів у живій і неживій природі.	
Розуміти основні	Лекція 1. Елементи VII та VI груп.	Лабораторна робота 1.

концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування	Лекція 2. Елементи V та IV груп. Лекція 3. Елементи III – I груп. Лекція 4. Елементи VIII групи	Вивчення властивостей сполук марганцю і хрому. Сульфур та його сполуки. Оксиген та його сполуки. Лабораторна робота 2. Нітроген та його сполуки. Карбон, силіцій та їх сполуки. Лабораторна робота 3. Вивчення властивостей магнію та лужноземельних металів. Підгрупа цинку.
Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати;		Лабораторна робота 3. Синтез неорганічних сполук.
Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.		Індивідуальне завдання (РГР)

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватися індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету). Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату (за узгодженням з викладачем):

- <https://www.coursera.org/learn/advanced-chemistry>;
- <https://www.coursera.org/learn/general-chemistry>;
- <https://www.lectorium.tv>chemistry>.

Повторно (раніше наданий у минулому семестрі) сертифікат не враховується. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

Правила дедлайнів та перескладань

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (до 75 % від запланованої кількості балів). Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Оцінювання лабораторної роботи здійснюється на підставі результату виконання роботи та її захисту.

Політика академічної доброчесності

Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантними, поважати думку оточуючих, заперечення формувати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад.год	Лекц.*	Практ.*	Л/р*	СРС	МКР	РГР	Семестрова атестація
2	5,5	165	10	-	6	149	1	1	залік

* - у відповідності до чисельності студентів у групі кількість лекційних, практичних та лабораторних занять може бути пропорційно змінено з урахуванням індивідуальних занять

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) Контрольну роботу;
- 2) виконання 3 лабораторних робіт;
- 3) виконання розрахунково-графічної роботи.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання:

2.1. Контрольна робота оцінюється із 30 балів:

Бал	Повнота відповіді
30-28	повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації);
27-22	достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями;
21-10	неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;
9-0	роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки у розрахунках)

2.2. Лабораторні роботи оцінюються із 10 балів за такими критеріями:

Бал	Виконання роботи
10-8	своєчасне оформлення протоколу, бездоганне виконання і захист лабораторної роботи;
7-5	своєчасне оформлення протоколу, виконання лабораторної роботи з незначними недоліками або захист роботи з незначними недоліками;
4-2	несвоєчасне оформлення протоколу, виконання лабораторної роботи або захист роботи з певними недоліками;
1-0	роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)

2.2. Розрахунково-графічна робота оцінюється із 20 балів за такими критеріями:
Ваговий бал – 40 балів.

<i>Бал</i>	<i>Виконання роботи</i>
40 – 38	<i>робота з додатковою літературою, правильне виконання всіх завдань, своєчасне представлення роботи;</i>
37 – 30	<i>роботу виконано з незначними недоліками</i>
29 – 24	<i>роботу виконано з певними помилками</i>
23 – 0	<i>роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)</i>

Наявність позитивної оцінки з РГР є умовою допуску до залікової контрольної роботи.

Умовою першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання всіх лабораторних робіт на час атестації. Умовою другої атестації – отримання не менше 30 балів, виконання всіх лабораторних робіт на час атестації та зарахування розрахунково-графічної роботи.

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менш ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за РГР, контрольні роботи та контрольну залікову роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_c = 30 + 10 \cdot 3 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Студент, який у семестрі отримав не менш ніж 60 балів, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі, бали отримані ним на контрольній роботі є остаточними.

На заліковій контрольній роботі студенти виконують письмову контрольну роботу, яка містить п'ять запитань (завдань). Кожне запитання (завдання) оцінюється у 20 балів за такими критеріями

<i>Бал</i>	<i>Повнота відповіді</i>
20 – 19	<i>«відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації);</i>
18 – 15	<i>«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями;</i>
14 – 12	<i>«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;</i>
11 – 0	<i>роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)</i>

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів R переводиться згідно з таблицею:

<i>Бали</i>	<i>Оцінка</i>
100...95	<i>Відмінно</i>
94...85	<i>Дуже добре</i>
84...75	<i>Добре</i>
74...65	<i>Задовільно</i>
64...60	<i>Достатньо</i>
Менше 60	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконано умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Пояснити класифікацію елементів за електронними структурами атомів Періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва. Пояснити внутрішню та вторинну періодичність. Сформулювати значення періодичного закону Д.І. Менделєєва.
2. Пояснити зміну властивостей елементів в періоді, групі.

3. Сформулювати загальні положення про хімічний зв'язок. Пояснити поняття «енергія іонізації», «спорідненість до електрона», «електронегативність».
4. Пояснити окисно-відновні процеси як реакції переносу електрона. Дати визначення окисникам і відновникам.
5. Пояснити як складаються рівняння окисно-відновних реакцій, що протікають у водних розчинах по методу йонно-молекулярних напівреакцій.
6. Пояснити типи окисно-відновних реакцій.
7. Назвати найважливіші окисники та відновники.
8. Сформулювати основні поняття процесу комплексоутворення. Пояснити проходження реакцій комплексоутворення у водних розчинах.
9. Дати характеристику координаційних сполук, їх отримання, класифікацію.
10. Пояснити що таке комплексоутворювач, ліганди, зовнішня і внутрішня координаційні сфери, координаційне число, залежність координаційного числа від заряду і радіусу комплексоутворювача, загальні і ступінчасті константи стійкості.
11. Пояснити номенклатуру координаційних сполук, хімічний зв'язок в комплексних сполуках.
12. Гідрогену. Пояснити положення водню в періодичній системі, дати загальну характеристику, описати фізичні та хімічні властивості. Охарактеризувати бінарні сполуки гідрогену.
13. Галогени. Дати загальну характеристику, основні способи отримання, фізичні та хімічні властивості, зміну окисної активності в підгрупі, зміну окислювальних властивостей в ряду кисневих кислот хлору, бром, йоду.
14. Охарактеризувати галогеніди: закономірності зміни їх властивостей за періодами, групи і сімействами елементів.
15. Охарактеризувати оксиди, кислоти, солі, їх термодинамічну стійкість, кислотно-основні та окисно-відновні властивості.
16. Охарактеризувати міжгалогенні сполуки, їх гідроліз. Пояснити способи отримання і застосування хлору, бром, йоду та їх найважливіших сполук.
17. р-Елементи VI групи. Дати загальну характеристику елементів, пояснити електронну будову атомів, елементів типових і повних електронних аналогів. Пояснити закономірну зміну властивостей.
18. Кисень. Пояснити будову атома і молекули O_2 , поширеність в природі. Описати природні сполуки, одержання, окисну активність, застосування кисню.
19. Озон. Пояснити утворення і будову молекули з позицій методу ВЗ, отримання, окислювальну активність, застосування.
20. Пероксигідроген. Пояснити будову молекули, властивості, одержання, застосування. Охарактеризувати пероксиди, надпероксид, озон іди, застосування.
21. Сульфур, селен, телур, полоній. Описати природні сполуки. Пояснити склад, будову простих речовин, алотропію сірки.
22. Пояснити окисно-відновні властивості простих речовин, взаємодію з водою, кислотами і лугами. Пояснити взаємодію сульфур, селену і телуру з воднем, зіставити будову і властивості халькогенідів.
23. Сульфідні металів. Пояснити класифікацію по відношенню до кислот і води, гідроліз. Охарактеризувати сульфоангідриди, сульфокислоти і сульфосолі, сульфідні і полісульфідні.
24. Охарактеризувати сполуки сульфур, селену і телуру в позитивних ступенях окиснення. Оксид сульфур (IV): отримання, будова молекули, розчинність у воді. Сульфитна кислота та її солі. Окисно-відновні властивості.
25. Охарактеризувати оксид сульфур (IV), пояснити його будову в газоподібному, рідкому і твердому станах, отримання, взаємодію з водою. Сірчана кислота. Пояснити способи одержання, властивості, властивості солей сірчаної кислоти.
26. Пояснити застосування сульфур, селену, телуру та їх найважливіших сполук.
27. Нітроген. Пояснити знаходження в природі, одержання та властивості простої речовини.

28. Пояснити будову молекули аміаку, його властивості в рідкому, газоподібному і розчиненому станах. Охарактеризувати гідроксид амонію і солі амонію.
29. Охарактеризувати нітриди, аміди і іміди.
30. Охарактеризувати гідразин і гідроксиламін: склад, будову молекул, їх властивості.
31. Охарактеризувати оксиди нітрогену.
32. Охарактеризувати нітритну кислоту та її солі - нітрити, їх отримання і властивості, окисно-відновні властивості.
33. Охарактеризувати нітратну кислоту: одержання, окислювальні властивості, взаємодія з металами і неметалами. Пояснити що таке азотні добрива.
34. Фосфор. Пояснити знаходження в природі, отримання, алотропні модифікації та властивості простої речовини.
35. Охарактеризувати сполуки фосфору з киснем та галогенами, фосфорні добрива.
36. Карбон. Пояснити знаходження в природі, алотропні форми простої речовини (алмаз, графіт, карбін, фулерен), їх будову і властивості. Охарактеризувати карбіди металів.
37. Охарактеризувати оксиди карбону (II), способи отримання, будову молекули, властивості. Охарактеризувати карбоніли металів. Охарактеризувати оксиди карбону (IV), отримання, будову молекули, властивості.
38. Проілюструвати властивості карбонатної кислоти та її солей. Проілюструвати властивості ціанідної, ціанової, тіоціанової кислот та їх солей. Проілюструвати властивості сполук карбону з сіркою і галогенами. Застосування карбону та його найважливіших сполук.
39. Силіцій. Пояснити знаходження в природі, одержання та властивості простої речовини. Проілюструвати властивості оксиду силіцію (IV), його алотропних модифікацій, взаємодію з кислотами і лугами.
40. Проілюструвати властивості силіцієвої кислоти, силікагелю.
42. Проілюструвати властивості простих силікатів, скла. Проілюструвати властивості складних природних силікатів, алюмосилікатів. Проілюструвати властивості цеоліту, сполук силіцію з гідрогеном (силани), з металами (силіциди), з карбоном (карборунд), з галогенами.
43. Показати застосування силіцію та його найважливіших сполук.
44. Алюміній. Пояснити поширеність в природі, одержання, властивості. Пояснити взаємодію з водою, кислотами і лугами.
45. Проілюструвати властивості оксиду і гідроксиду алюмінію, алюмінатів, солей алюмінію. Показати застосування алюмінію та його найважливіших сполук.
46. Елементи першої групи (лужні метали). Показати знаходження в природі, одержання простих речовин, їх відношення до неметалів, води, кислот. Оксиди, пероксиди, гідроксиди, солі. Застосування лужних металів та їх найважливіших сполук.
47. Елементи другої групи. Знаходження в природі, одержання простих речовин, їх взаємодія з неметалами, водою, кислотами і лугами. Негашене і гашене вапно. Твердість природних вод, методи усунення твердості. Пояснити застосування берилію, магнію, лужноземельних металів та їх найважливіших сполук.
48. Підгрупа хрому. Пояснити електронну будову атомів, та їх можливі ступені окиснення та координаційні числа в сполуках. Знаходження в природі та отримання хрому, молібдену, вольфраму. Проілюструвати властивості сполук: (оксидів, гідроксидів, солей). Проілюструвати властивості комплексних сполук. Застосування хрому, молібдену, вольфраму та їх найважливіших сполук.
49. Підгрупа мангану. Пояснити електронну будову атомів. Показати знаходження в природі та отримання мангану, технецію, ренію. Проілюструвати властивості простих речовин.
50. Пояснити окисно-відновні властивості сполук підгрупи мангану. Проілюструвати властивості кислот мангану і ренію та їх солей. Проілюструвати властивості окисні властивості перманганату. Показати застосування мангану і ренію та їх найважливіших сполук.

51. Родина заліза. Пояснити електронну будову атомів, їх можливі ступені окиснення та координаційні числа в сполуках. Показати знаходження в природі. Проілюструвати властивості простих речовин: положення в ряду напруг, взаємодію з неметалами, кислотами.

52. Оксиди та гідроксиди. Проілюструвати властивості солей, їх окисно-відновні властивості і гідроліз. Проілюструвати властивості комплексних сполук. Показати застосування металів та їх найважливіших сполук.

53. Підгрупа купруму. Пояснити електронну будову атомів. Показати знаходження в природі та отримання. Проілюструвати властивості простих речовин, оксидів, гідроксидів та солей купруму, їх стійкість і окисно-відновні властивості. Показати застосування купруму, аргентуму, ауруму та їх найважливіших сполук.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Терещенко О.М.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 18.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 26.05.2023 р.)

Додаток А

Вимоги щодо оформлення розрахунково-графічної роботи

Загальні вимоги. РГР виконується у відповідності до зазначених складових частин з витриманням необхідних пропорцій.

РГР має бути виконана комп'ютерним набором на одній стороні аркуша А4 (210 x 297мм). Комп'ютерний набір виконується шрифтом Times New Roman розміром шрифту 14 через 1,5 міжрядкових інтервали. Вирівнювання тексту – по ширині рядка. Текст роботи розміщується на сторінці, яка обмежується полями: ліве – 20 мм., праве – 15 мм., верхнє та нижнє – 20 мм. В тексті необхідно робити абзаци стандартом 1,5 см. Нумерація сторінок РГР наскрізна: перша сторінка – титульна, друга – зміст і т.д. Номер сторінки проставляється арабськими цифрами в правому верхньому куті. Титульний аркуш, зміст входять до загальної нумерації, але номер сторінки на них не ставлять. Номери сторінок проставляють, починаючи зі вступу. Таблиці та рисунки, які розташовані на окремих сторінках, включають у загальну нумерацію роботи.

Якщо в роботі є додатки, їх потрібно нумерувати як додатки з посиланнями на них в тексті. В загальний обсяг сторінок РГР додатки не входять.

Мова роботи державна, стиль науковий, чіткий, без орфографічних і синтаксичних помилок, послідовність логічна.

Відповіді на кожне питання, висновки і список посилань у РГР розміщуються у послідовності за змістом та розпочинаються з нової сторінки.

Скорочення загальноновживаних термінів допускається тільки після їх повного викладу. Назви літературних джерел та власні імена наводяться мовою оригіналу.

Оформлення таблиць. Цифровий матеріал як правило оформляється у вигляді таблиць. Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці.

Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією. Кожна таблиця повинна мати назву, що розміщується над нею та відображає її зміст. Назва таблиці друкується малими літерами (крім першої великої) нежирним шрифтом розміром 14 пт з вирівнюванням по центру з абзацу. В кінці назви таблиці крапка не ставиться. Назва та слово

"Таблиця" починається з великої літери. Наприклад, «Таблиця 1- Назва таблиці». При переносі частини таблиці на інший аркуш (сторінку) у верхньому правому кутку над таблицею пишуть, наприклад: "Продовження таблиці 1".

Лівий та правий край таблиці повинен співпадати з межами тексту або таблицю слід розташовувати по центру.

Якщо всі показники таблиці мають однакові одиниці виміру, їх виносять у заголовок таблиці, якщо різні – вказують при написанні назв рядочків/стовпчиків. Позначення одиниць виміру має відповідати вимогам стандарту.

Бажано розміщувати таблицю у тексті без переносу її частин з аркуша на аркуш. Задля цього рекомендується великі таблиці починати з нового аркушу.

Оформлення ілюстрацій. Ілюстрації у РГР (діаграми, графіки, схеми, фотографії, малюнки тощо) повинні мати однаковий підпис: «Рис. 1 – Схема устаткування». Назва друкується нежирним шрифтом розміром 14 пт з вирівнюванням по ширині абзацу. Ілюстрації слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці.

Оформлення формул. Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту в якому вони згадують. Формули або рівняння вирівнюються по центру сторінки відносно тексту без абзацу. Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.