МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Факультет хімії, екології та фармації
Кафедра хімії та технологій

СИЛАБУС

нормативної навчальної дисципліни

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

підготовки бакалавра

галузі знань 10 – Природничі науки

спеціальності 102 – Хімія

освітньо-професійної програми – хімія

форма навчання – денна

Луцьк – 2021

Силабус навчальної дисципліни «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ» підготовки бакалавра галузі знань 10 – Природничі науки, спеціальності 102 – Хімія, освітньо-професійної програми – Хімія, форма навчання – денна, за навчальним планом, затвердженим 2020 року.

Розробник: Марчук Олег Васильович, доцент кафедри хімії та технологій, кандидат хімічних наук, доцент

Силабус навчальної дисципліни затверджено на засіданні кафедри хімії та технологій,

протокол № 1 від 9 вересня 2021 р.

Завідувач кафедри
д.х.н., професор (Олексеюк І.Д.)

© Марчук О.В., 2021

І. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1

<table>
<tr><th>Найменування показників</th><th>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь</th><th>Характеристика навчальної дисципліни</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Денна форма навчання</td><td rowspan="5">галузь знань: 10 Природничі науки
спеціальність: 102 Хімія
освітня програма: Хімія
підготовки: бакалавра</td><td>Нормативна</td></tr>
<tr><td>Рік навчання: 4-ий</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість годин/кредитів: 180/6</td><td>Семестр: 7</td></tr>
<tr><td>Лекції: 30 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ІНДЗ: немає</td><td>Лабораторні: 42 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота: 96 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Мова навчання</td><td>Консультації: 12 год.
Форма контролю: екзамен
українська</td></tr>
</table>

ІІ. Інформація про викладача

Прізвище, ім’я та по батькові: *Марчук Олег Васильович*
Науковий ступінь: *кандидат хімічних наук*
Вчене звання: *доцент*
Посада: *доцент кафедри хімії та технологій*
Контактна інформація: +3 8 050 862 1343; Marchuk.Oleg @vnu.edu.ua
Дні занять: http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi

ІІІ. Опис дисципліни

1. **Анотація курсу.** Силабус навчальної дисципліни “Хімічна технологія” складений відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за ОПП “Хімія”
   Предметом вивчення навчальної дисципліни “Хімічна технологія” є вивчення промислових технологічних процесів.
2. **Пререквізити** (*попередні курси, на яких базується вивчення дисципліни*): “Неорганічна хімія”, “Загальна хімія”, “Фізична хімія”, “Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу”, “Вища математики”, “Фізика”, “Загальна та хімічна екологія”.
3. **Мета і завдання навчальної дисципліни.** ***Метою*** викладання навчальної дисципліни “Хімічна технологія” є узагальнення знань про основні типи процесів хімічної технології, вивчення технології виробництв основних хімічних продуктів та їх впливу на навколишнє середовище. ***Основним завданнями*** вивчення дисципліни “Хімічна технології” є:
   - ознайомлення студентів з основними процесами хімічної технології;
   - ознайомлення студентів з етапами технології основних хімічних виробництв;
   - формування уміння у студентів комплексного підходу до розуміння суті основних хімічних виробництв;
   - сприяння розвитку у студентів екологічного мислення та діалектичного світогляду.
4. **Результати навчання** (компетентності)
   Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних загальних (ЗК) і фахових (ФК) **компетентностей:**
   - ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
   - ЗК2 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
   - ЗК9 Прагнення до збереження навколишнього середовища.
   - ЗК10 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
   - ФК1 Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.
   - ФК6 Здатність оцінювати ризики.
   - ФК7 Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.
   - ФК9 Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.
   - ФК10 Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

   Кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє навчальна дисципліна “Хімічна технологія”:
   - ПРН 1 Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій

на рівні, остатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

ПРН 4 Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.

ПРН 5 Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

ПРН 13 Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.

ПРН 15 Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.

ПРН 17 Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.

ПРН 18 Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.

ПРН 19 Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.

ПРН 21 Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.

ПРН 23 Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.

ПРН 25 Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.

5. Структура навчальної дисципліни

Таблиця 2

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лабор.	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основні закономірності хімічної технології						
Тема 1. Загальні поняття і визначення хімічної технології.	**16**	1	6	8	1,0	РЗ/К/ 9
Тема 2. Основні закономірності та фізико-хімічні основи хімічної технології.	**6,5**	2		4	0,5	ДС/2
Тема 3. Основні поняття про процеси та апарати в хімічній промисловості.	**6,5**	2		4	0,5	ДС/2
Тема 4. Сировина та енергія в хімічній промисловості.	**6,5**	2		4	0,5	РЗ/К/ 12
Тема 5. Вода в хімічній промисловості. Стічні води та методи їх очищення.	**17**	2	6	8	1,0	РЗ/К/ 9
Разом за змістовим модулем 1	**52,5**	**9**	**12**	**28**	**3,5**	**34**
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Основні хімічні виробництва						
Тема 6. Виробництво азоту, водню та кисню.	**17**	2	6	8	1,0	РЗ/К/ 9
Тема 7. Виробництво аміаку.	**6,5**	2		4	0,5	ДС/1
Тема 8. Виробництво нітратної (азотної) кислоти.	**17**	2	6	8	1,0	РЗ/К/ 9
Тема 9. Виробництво сульфатної (сірчаної) кислоти.	**6,5**	2		4	0,5	ДС/2
Тема 10. Технологія солей та добрив.	**17**	2	6	8	1,0	РЗ/К/ 9
Тема 11. Технологія содових продуктів.	**6,5**	2		4	0,5	ДС/2
Тема 12. Електрохімічні виробництва.	**17**	2	6	8	1,0	РЗ/К/ 9
Тема 13. Чорна та кольорова металургія. Виробництво рідкісних металів.	**6,5**	2		4	0,5	ДС/4
Тема 14. Переробка твердого палива.	**6,5**	2		4	0,5	ДС/4
Тема 15. Переробка нафти та газів.	**5,5**	1		4	0,5	ДС/2
Тема 16. Синтези на основі монооксиду карбону (вуглецю) та олефінів.	**16**	1	6	8	1,0	РЗ/К/ 9
Тема 17. Виробництво продуктів окиснення,	**5,5**	1		4	0,5	РЗ/К/ 6

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лабор.	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
галогенування, сульфування та нітрування.						
Разом за змістовим модулем 2	**127,5**	**21**	**30**	**68**	**8,5**	**66**
Усього годин	**180**	**30**	**42**	**96**	**12**	**100**

*Форма контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв'язування задач / кейсів, ІНДЗ / ІРС – індивідуальне завдання / індивідуальна робота студента, РМГ – робота в малих групах, МКР / КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

5. Теми лабораторних робіт

Таблиця 3

№ з/п	Тема	Кількість годин
1.	*Лабораторна робота № 1* (розрахункова). Розрахунок матеріального балансу печі для випалювання колчедану.	6
2.	*Лабораторна робота № 2.* Виділення калій хлориду із сильвініту та його аналіз.	6
3.	*Лабораторна робота № 3.* Синтез тіокольного каучуку.	6
4.	*Лабораторна робота № 4.* Отримання мила.	6
5.	*Лабораторна робота № 5.* Електроліз розчину натрій хлориду.	6
6.	*Лабораторна робота № 6.* Добування сірчаної кислоти нітрозним методом.	6
7.	*Лабораторна робота № 7.* Аналіз та очистка води.	6
Разом		**42**

7. Самостійна робота

Таблиця 4

№ з/п	Тема	Кількість годин
1.	Знайомство з усіма темами навчальної дисципліни.	**34**
2.	Підготовка до лабораторних робіт: ознайомлення з контрольними питаннями для допуску; знайомство з контрольними завданнями; оформлення лабораторних робіт.	**36**
3.	Підготовка до модульного контролю	**10**
4.	Проробка окремих розділів програми, які не викладалися на лекціях.	**16**
Разом		**96**

IV. ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика викладача щодо студента: студент повинен відвідувати лекції та лабораторні заняття. Пропущені без поважних причин заняття потрібно відпрацювати: підготувати конспект лекції, виконати лабораторну роботу, пройти опитування по темі.

Політика щодо академічної доброчесності: усі завдання студент повинен виконувати самостійно.

Політика щодо дедлайнів та перескладання: у випадку пропуску лекції без поважної причини студент готує конспект до наступної лекції. До закінчення вивчення модуля студент повинен відпрацювати усі лабораторні заняття.

Максимальна оцінка за семестр складає **100 балів**. З них:

- **Відвідання лекцій –** разом **за семестр 15 балів.**
- **Виконання шести лабораторних робіт** – разом **18 бал.**
  - Кожна з шести лабораторних робіт – по 3,0 бали, з них за:
    - проведення експерименту – 1,0 бал;
    - отримання допуску до виконання лабораторної роботи – 1,0 бал;
    - оформлення звіту і захист лабораторної роботи – 1,0 бал;

- **Виконання розрахункової роботи – 7 балів.**
- **Розв'язування домашніх задач –** разом **24 бал.**
- **Перевірка теоретичного матеріалу –** разом **24 бал.**
- **Контрольна робота – 12 балів.**

Поточний контроль		**Модульний контроль**					
Модуль 1		**Модуль 2**					
ЗМ I Т 1-5	ЗМ II Т 6-19	**МКР** 1	**МКР** 2	**МКР** 3	**МКР** 4	**МКР** 5	**МКР** 6
10	**30**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
40		**60**					
100							

V. Підсумковий контроль

Формою підсумкового семестрового контролю є ***екзамен***, який проводиться в усній формі. Якщо протягом семестру студент набрав 75 і більше балів, він може отримати екзаменаційну оцінку, не складаючи іспиту. У випадку нижчої підсумкової оцінки, або за бажанням підвищити свій результат, студент складає ***екзамен***. На ***екзамен*** виносяться основні питання, та типові задачі, що потребують уміння синтезувати отриманні знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

***Питання для підготовки до екзамену*:**

1. Зміст та завдання хімічної технології як науки.
2. Класифікація сировини. Методи збагачення твердої, рідкої та газоподібної сировини.
3. Загальна характеристика забруднень води. Класиифікація природніх вод. Показники якості води.
4. Гідромеханічні процеси.
5. Основи теплообміну.
6. Масообмінні процеси.
7. Загальна характеристика каталітичних процесів. Характеристики каталізаторів.
8. Склад каталізаторів. Каталітичні реактори.
9. Класифікація металів та металічних руд. Основні поняття металургії.
10. Виробництво чавуну та сталі.
11. Виробництво рідкісних металів. Виробництво вольфраму та молібдену.
12. Виробництво рідкісних металів. Виробництво ванадію та титану.
13. Виробництво рідкісних металів. Виробництво германію.
14. Особливості збагачення уранових руд. Виробництво урану та плутонію.
15. Технологія силікатів. Виробництво скла.
16. Технологія в'яжучих матеріалів. Виробництво портландцементу.
17. Зв'язаний азот та його значення. Методи зв'язування азоту.
18. Виробництво азотної кислоти.
19. Хімічне паливо: визначення, класифікація і склад. Переробка рідкого палива.
20. Переробка твердого палива. Виробництво і переробка газоподібного палива.
21. Сировинна база та значеня органічного синтезу. Синтез ацетилену.
22. Синтези на основі монооксиду вуглецю.
23. Синтези на основі олефінів та ацетилену.
24. Типові хімічні процеси в органічному синтезі.
25. Класифікація та методи добування полімерів.
26. Виробництво штучного та синтетичного волокна.
27. Нітрозний спосіб виробництва сульфатної кислоти.
28. Виробництво нітратної кислоти прямим методом з NO_2.
29. Виробництво суперфосфату.
30. Виробництво аміачної селітри.
31. Виробництво карбаміду.
32. Гідроліз деревини.
33. Гідрогенізація вугілля.
34. Термічний та каталітичний крекінг нафтопродуктів.
35. Карбідний спосіб одержання ацетилену.

36. Виробництво етанолу прямою гідратацією етилену.
37. Виробництво ацетальдегіду гідратацією ацетилену.
38. Виробництво формальдегіду окисленням метану.
39. Окислення парафіну.
40. Виробництво ацетальдегіду окисленням етилену.
41. Виробництво фенолу та ацетону окисленням ізопропілбензолу.
42. Виробництво метиленхлориду.
43. Виробництво дихлоретану з хлору та етилену.
44. Виробництво гексахлорану.
45. Хлорування бензену.
46. Виробництво фенолу сульфуванням бензену.
47. Виробництво нітробензену безперервним способом.
48. Виробництво портланд-цементу мокрим способом.
49. Алкілування бензену етиленом.
50. Диспропорціювання етилбензену.
51. Виробництво стиролу з етилбензену.
52. Виробництво поліпропілену.
53. Випалювання колчедану.
54. Виробництво чавуну.
55. Виробництво амоній фосфатів.
56. Виробництво амофосу.
57. Виробництво нітроамофоски азотсульфатним методом.
58. Електроліз соляної кислоти.
59. Виробництво натрій хлорату.
60. Виробництво алюміній хлориду.
61. Виробництво ферум (III) хлориду.
62. Електроліз води.
63. Виробництво водню пероксиду електролізом сульфатної кислоти.
64. Виробництво фтору.
65. Виробництво поташу карбонізацією калій гідроксиду.
66. Виробництво хлороводню прямим синтезом.
67. Виробництво мідного купоросу.
68. Виробництво фосфору.
69. Виробництво термічної фосфатної кислоти.
70. Виробництво кальцієвої та натрієвої селітри.
71. Виробництво амоній сульфату з коксового газу.
72. Виробництво кальцій ціанаміду.

***Типові задачі для підготовки до екзамену*:**

1. Вологість 200 т. кам'яного вугілля при його зберіганні на складі зменшилась з 6 % до 4 %. Визначити, на скільки змінилася при цьому маса вугілля (в тоннах, з точністю до сотих).
2. Через 1 л 5,66 % - ного КОН (ρ = 1,050 г/см^3) пропустили електричний струм. В результаті концентрація розчину змінилась на 4 %. Які речовини і в яких кількостях (моль, з точністю до десятих) виділились на електродах.
3. Скільки кілограмів натрію дадуть 1000 кВт-год при електролізі розплавленого NaOH, якщо напруга при електролізі дорівнює 9 В, а вихід за струмом становить 80 %?
4. Скільки флотаційного колчедану (тис. тон, з точністю до сотих) витрачається за рік при виробництві 100 тис. тон 92 % - ної сірчаної кислоти, якщо її вихід в перерахунку на сірку, яка міститься в колчедані, становить 92 % від теоретичного, а вміст сірки в колчедані – 50 %.
5. Скільки (г, з точністю до десятих) сірчаного ангідриду треба розчинити в 100 г розчину сірчаної кислоти з масовою часткою 96 % для одержання олеуму з масовою часткою сірчаного ангідриду 20 %?
6. Визначте масу кристалогідрату хлориду міді $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, що викристалізується при охолодженні 840 г насиченого при 100 °С розчину (розчинність безводної солі $CuCl_2$ дорівнює 110 г), до 20 °С (розчинність $CuCl_2$ дорівнює 36,2 г). Відповідь подати з точністю до цілих.
7. У скільки разів (з точністю до сотих) потрібно розбавити промислові стічні води, що містять магнію сульфат концентрацією 33 г/м^3, якщо ГДК у воді $1{,}70 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

8. Свіжодобутий торф має наступний склад: волога – 84 %, кокс – 6 %, леткі компоненти – 9 %, зола – 1 %. Після сушки вміст вологи в ньому виявився 8 %. Підрахувати склад торфу (вміст золи і коксу у %, з точністю до десятих): а) абсолютно сухого (без вологи); б) після сушки (з вологою).
9. Протягом 5 годин через розведений розчин H_2SO_4 пропускали струм силою 1,54 А. Визначити сумарний об'єм водню та кисню (л., з точністю до сотих), що при цьому виділились, якщо температура під час електролізу дорівнює 18 °С, а тиск 737 мм рт. ст.
10. Струм силою 500 мА проходить протягом 1 год через розчин сульфату міді (II) (електроди нерозчинні). Вважаючи, що вихід за струмом дорівнює 90 %, визначити масу виділеної міді (грам, з точністю до сотих) і кількість утвореної кислоти (моль, з точністю до тисячних) за вказаний проміжок часу.
11. Визначте сумарну кількість хлору і водню (в $м^3$, н.у., з точністю до цілих) для одержання 1000 л соляної кислоти (густина – 1,085 г/$см^3$), яка містить 17,45 % хлороводню. Вихідна суміш містить надлишок водню (2 об.%) в порівнянні з теоретично необхідною кількістю.
12. Скільки (г, з точністю до десятих) сірчаного ангідриду треба додати до розчину сірчаної кислоти з масовою часткою 81,16 % для одержання 100 г олеуму з масовою часткою 10 %?
13. Визначте масу кристалогідрату сульфату алюмінію $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, що викристалізується при охолодженні 945 г насиченого при 100 °С розчину (розчинність безводної солі $Al_2(SO4)_3$ дорівнює 89 г), до 20 °С (розчинність $Al_2(SO_4)_3$ дорівнює 36,2 г). Відповідь подати з точністю до цілих.
14. На контактний апарат за добу поступає 30000 $м^3$ газу (н.у.), що містить 7 % SO_2. Ступінь контактування становить 99,8 %. Скільки (кг, з точністю цілих) SO_2 потрапляє в атмосферу за рік, якщо відхідні гази не очищуються?
15. Залізняк при сушці на повітрі втратив 4 % своєї ваги. При аналізі повітряно-сухої руди в ній знайдено: 4 % вологи, 62 % Fe і 6 % "пустої породи". Підрахуйте початковий вміст Fe_2O_3 у вихідній руді (%, з точністю до сотих).
16. Потрібно отримати електролізом 10 тон міді за добу. Якою повинна бути мінімальна потужність динамо-машини (кВт·год, з точністю до цілих), якщо напруга, що подається на ванну 0,8 В, а вихід за струмом становить 90 %?
17. Яку кількість відпалюваного газу ($м^3$, з точністю до цілих), який містить 7 % (об'ємних) оксиду сірки (IV), необхідно затратити для одержання 1 т чистої сірчаної кислоти, якщо ступінь використання оксиду сірки (IV) становить 95 %?
18. У 200 г розчину броміду кальцію з масовою масткою 20 % опустили інертні електроди і ввімкнули напругу. Через деякий час одержали 1,6 г брому. Визначте масову частку броміду кальцію у розчині після електролізу (з точністю до цілих).
19. До 100 г розчину сірчаної кислоти з масовою часткою 27,10 % додали 20 г олеуму з масовою часткою сірчаного ангідриду 4 %. Скільки (г, з точністю до десятих) хлориду барію треба додати, щоб осадити усі сульфат-іони?
20. Визначте масу кристалогідрату сульфату алюмінію $MgSO_4 \cdot 6H_2O$, що викристалізується при охолодженні 821 г насиченого при 80 °С розчину (розчинність безводної солі $MgSO_4$ дорівнює 64,2 г), до 20 °С (розчинність $MgSO_4$ дорівнює 44,5 г). Відповідь подати з точністю до цілих.
21. Визначити густину водяного газу (г/$м^3$, з точністю до цілих), що знаходиться під тиском 2,5 атм при температурі 427 °С, якщо його склад: 52 % H_2, 36 % CO, 6 % N_2, 0,2 % O_2, 5 % CO_2 і 0,8 % CH_4.
22. При електролізі 4 кг розчину хлориду натрію з масовою часткою 20 % виділилось 48 $дм^3$ хлору, виміряного при температурі 0 °С і тиску 1,4 атм. Визначити концентрацію (%, з точністю до десятих) натрій хлориду у розчині, що залишився.
23. Скільки (кг, з точністю до десятих) потрібно взяти розчину сірчаної кислоти з масовою часткою 95,72 % для одержання 1 т олеуму з масовою часткою 20 %?
24. Визначте масу (г., з точністю до цілих) кристалогідрату хлориду магнію $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, що викристалізується при охолодженні 692 г насиченого при 100 °С розчину (розчинність безводної солі $MgCl_2$ дорівнює 73 г), до 20 °С (розчинність $MgCl_2$ дорівнює 54,5 г).

VI. Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	Відмінно	Зараховано
82 – 89	Дуже добре	
75 - 81	Добре	
67 -74	Задовільно	
60 - 66	Достатньо	
1 – 59	Незадовільно	Незараховано (з можливістю повторного складання)

VII. Рекомендована література

1. Марчук О., Смітюх О. Основи хімічної технології (Частина 1). Методичні рекомендації до лабораторного практикуму для студентів спеціальностей 102 – Хімія та 014 – Середня освіта (Хімія) / Олег Васильович Марчук, Олександр Вікторович Смітюх. – Луцьк: ПП Іванюк В. П., 2020. – 46 с.
2. Марчук О., Смітюх О. Основи хімічної технології (Частина 2). Методичні рекомендації до лабораторного практикуму для студентів спеціальностей 102 – Хімія та 014 – Середня освіта (Хімія) / Олег Васильович Марчук, Олександр Вікторович Смітюх. – Луцьк: ПП Іванюк В. П., 2020. – 28 с.
3. Марчук О., Смітюх О. Основи хімічної технології (Частина 3). Задачі для модульного контролю знань студентів спеціальностей 102 – Хімія та 014 – Середня освіта (Хімія) / Олег Васильович Марчук, Олександр Вікторович Смітюх. – Луцьк: ПП Іванюк В. П., 2020. – 32 с.
4. Загальна хімічна технологія: Підручник. 2-ге вид. / В. Т. Яворський, Т. В. Перекупко, З. О. Знак, Л. В. Савчук – Львів.: Вив.-но нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2009. – 552 с.
5. Теоретичні основи технології неорганічних виробництв / О.Я. Лобойко, Г.І. Гринья, Л.Л. Товажнянський, та ін. – Харків: Підручник НТУУ «ХПІ», 2017.– 152 с.
6. Гавриленко М.І. Хімічна технологія. Учбовий посібник до практикуму “Хімічна технологія”. – Одеса: “Астропринт”, 2008. – 228 с.
7. Гавриленко М.І. Хімічна технологія. Конспект лекцій. Ч. 1. – Одеса: “Астропринт”, 2002. – 104 с
8. Гавриленко М.І. Хімічна технологія. Конспект лекцій. Ч. 2. – Одеса: “Астропринт”, 2003. – 108 с
9. Загальна хімічна технологія. Промислові хіміко-технологічні процеси / С.В. Іванов, П.С. Борсук, Н.М. Манчук. Київ : НАУ-друк, 2010. 280 с.
10. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація. – К.: Кондор, 2003. – 288 с.
11. Технологія неорганічних речовин. Частина 2. Кислоти та луги: навчальний посібник / М.Д. Волошин, А.Б. Шестозуб, Я.М. Черненко, А.В. Іванченко – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2014. – 349 с.
12. Лобойко О.Я., Гринь Г.І., Товажнянський Л.Л. Теоретичні основи технології неорганічних виробництв. Харків: Підручник НТУ «ХПІ», 2017. 152 с.
13. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин: Навч. Посібник / Астрелін І.М., Запольський А.К., Супрунчук В.І. і ін.; за ред. Запольського А.К. К.: Вища шк., 1992. 399 с.
14. Іванов С. Загальна хімічна технологія. Промислові хіміко-технологічні процеси / С. Іванов, Н. Манчук, П. Борсук. – К. : Вид-во нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. – 280 с.
15. Солтис М. Теоретичні основи процесів хімічної технології / М. Солтис, В. Закордонський. – Львів : Вид-во Львів. нац. ун-ту, 2003. – 430 с.
16. Дубинін А.І. Обладнання хімічних і силікатних виробництв / А.І. Дубинін, Я.М. Ханик, В.М. Атаманюк. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2005. – 140 с.
17. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ „Рівненська друкарня”, 2002. – 437 с.
18. Основи промислової екології та охорони навколишнього середовища / Огурцов А.П.,

Мамаєв Л.М., Волошин М.Д., Авраменко С.Х., Приходченко А.А. За ред. Волошина М.Д., Авраменко С.Х. Учбовий посібник. – Київ, 1997. – 250 с.
19. Тарасова Н.В. Хімічний комплекс України: тенденції, проблеми, перспективи розвитку / Н.В. Тарасова. – К.: Наук. світ, 2001. – 253 с.
20. Братичак М.М. Технологія нафти та газу / М.М. Братичак. – Л.: Львівська політехніка, 2002. – 179 с.
21. Сухий М.П. Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів / М.П. Сухий, О.О. Карпенко. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2006. – 202 с.
22. Братичак М.М. Хімія і технологія полімерів / М.М. Братичак, Ю.П. Гетьманчук. Л.: Бескид Біт. 2006. – 496 с.
23. http://chemistry-chemists.com (Відкритий доступ до більш, ніж 3000 журналів з хімії (англ.))