

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра фізичної та колоїдної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри фізичної
та колоїдної хімії хімічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри



Олександр РЕШЕТНЯК

Силабус з навчальної дисципліни
«ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ»,
що викладається в межах освітньо-наукової програми ХІМІЯ
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 102 «Хімія»

Львів 2022 р.

Назва дисципліни	«Хімічна технологія» (7 семестр)
Адреса викладання дисципліни	Навчальний корпус хімічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія 6/6а.
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра фізичної та колоїдної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки 102 Хімія
Викладачі дисципліни	Ковалишин Ярослав Степанович, к.х.н., доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії – лектор, – лабораторні заняття. Дутка Володимир Степанович, д.х.н., професор кафедри фізичної та колоїдної хімії – лабораторні заняття. Горбенко Юлія Юріївна, к.х.н., старший науковий співробітник кафедри фізичної та колоїдної хімії – лабораторні заняття.
Контактна інформація викладачів	Хімічний факультет, кафедра фізичної та колоїдної хімії, вул. Кирила і Мефодія 6/6а, к. 127; тел. (032) 2600397 електронна пошта: yaroslav.kovalyshyn@lnu.edu.ua
Консультації по дисципліні відбуваються	<i>Консультації під час семестру:</i> 1) очно при попередній домовленості з викладачем за адресою: хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія, 6, ауд. 1 чи лабор. 117; 2) заочно через електронну пошту
Сторінка дисципліни	Матеріали до дисципліни розміщені у системі MOODLE ЛНУ імені Івана Франка за адресою: https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=891
Інформація про дисципліну	“Хімічна технологія” (7 семестр) є обов’язковою навчальною дисципліною для студентів хімічного факультету, яка викладається в першому семестрі четвертого року навчання в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Програма дисципліни спеціалізації базується на фундаменті знань, засвоєних студентами при вивченні курсів " Вища математика", "Фізика", "Неорганічна хімія", "Аналітична хімія", "Органічна хімія", "Фізична хімія", "Хімія високомолекулярних сполук", які читаються студентам хімічного факультету. Вивчення курсу “Хімічна технологія” надає студентам можливість опанування загальними закономірностями гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, основними типами одиничних процесів, хімізмом, механізмом і основними хіміко-технологічними схемами переробки сировини та одержання найважливіших хімічних продуктів. Основне завдання навчального предмету – формування знань, умінь і навиків для створення ефективних науково обґрунтованих, економічно доцільних і екологічно безпечних хіміко-технологічних процесів. Значна увага приділяється питанням організації хіміко-технологічного процесу, методам моделювання та оптимізації хіміко-технологічних процесів, використання обчислювальної техніки для вирішення конкретних задач організації виробництва хімічної продукції. Розглядаються питання сучасних шляхів вирішення питань охорони природи, реалізації маловідходних і безвідходних виробництв, високоефективних методів очистки газофазних та рідкофазних викидів, переробки та утилізації твердих відходів. Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання та виробити навички з різних форм застосування набутих знань та напрацювань, обов’язкові для того, щоб розкрити власний науковий потенціал та оформити

	наукові результати у цілісний продукт.
Мета та цілі дисципліни	Метою курсу є ознайомлення студентів з загальними принципами та особливостями використання закономірностей протікання хімічних та фізико-хімічних процесів для вирішення завдань хімічної технології в плані організації масового промислового виробництва. При вивченні цього курсу студент знайомиться з сучасними тенденціями розвитку хімічної промисловості, з проблемами комплексного використання сировини та енергії, з організацією безвідходних виробництв та використання найважливіших видів хімічної продукції.
Література для вивчення дисципліни	<p style="text-align: center;">Основна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В.</i> Загальна хімічна технологія. Навч. посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014, 540 с. 2. <i>Солтис М., Загордонський В.</i> Теоретичні основи процесів хімічної технології. Навч. посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002, 400 с. 3. <i>Гончаров А.І., Серета І.П.</i> Хімічна технологія: Підручник, К.: "Вища школа", 1980, 1 –2 ч. 4. <i>Денисюк Р.О.</i> Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017, 350 с. 5. <i>Загордонський В.П., Солтис М.М., Крупак І.М.</i> Хімічна технологія. Лабораторний практикум. Процеси хімічної технології. Навчальний посібник. Львів:, 2004, 251 с. 6. <i>Гончаров А.І., Михайленко В.П.</i> Хімічна технологія: Практикум К.: Вища школа, 1982, 239 с. 7. <i>Andreas Jess, Peter Wasserscheid.</i> Chemical Technology 2E - From Principles to Products 2nd Edition. Wiley-VCH, 2020. 912 p. <p style="text-align: center;">Додаткова</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Знак З.О.</i> Загальна хімічна технологія (окремі розділи). Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021, 144 с. 2. <i>Манчук Н., Борсук П., Іванов С.</i> Загальна хімічна технологія. Промислові хіміко-технологічні процеси. К.: НАУ-друк, 2010, 280 с. 3. <i>Семеншин Є.М., Мальований М.С.</i> Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. 420 с. 4. <i>Братичак М.М., Гунька В.М.</i> Хімія нафти та газу. Підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. 448 с. 5. <i>Скорохода В.Й., Семенюк Н.Б., Мельник Ю.Я.</i> Основи технології еластомерів і формування з них виробів. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 284 с. 6. <i>Єфіменко В.В.</i> Хімічна технологія твердих природних енергоносіїв: Підручник. К.: Вид-во Національного авіаційного університету, 2019, 516 с. 7. <i>Ткаленко Д.А., Хірх-Ялан І.Ф.</i> Електроліз іонних розплавів. Конспект лекцій для студентів, які навчаються за програмою підготовки бакалаврів зі спеціальності 8.091603 "Технічна електрохімія". Київ: НТУУ "КПІ", 2006, 176 с. 8. <i>Скорохода В.Й., Семенюк Н.Б., Мельник Ю.Я., Братичак М.М.</i> Хімія та технологія полімерів у прикладах і задачах. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. 200 с. 9. <i>F.A. Henglein.</i> Chemical Technology. Pergamon, Copyright © 1969 Elsevier Ltd, 1969. 894 p. https://doi.org/10.1016/C2013-0-01985-8 10. <i>Rao Gopala M.</i> Dryden's Outlines of Chemical Technology for the 21st Century.

	<p>Affiliated East-West Press, 2010. 802 p.</p> <p style="text-align: center;">Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. www.elsevier.com 2. www.wiley.com 3. http://pubs.acs.org/ 4. http://chemetal-journal.org/ 5. http://chem.lnu.edu.ua/visnykk/index.htm 6. http://nbuv.gov.ua/ 7. http://www.sciencedirect.com/ 8. https://www.scopus.com/ 9. http://webofknowledge.com/ 10. https://www.researchgate.net/ 11. https://mon.gov.ua 12. http://chemistry.dnu.dp.ua/ 13. http://science2016.lp.edu.ua/chcht
<p>Тривалість курсу</p>	<p>4 рік підготовки (7 семестр)</p>
<p>Обсяг курсу</p>	<p>Навчальний курс охоплює 4 кредитів (120 год). Курс складається з 32 год лекційних занять, 48 год лабораторних занять та 40 год самостійної роботи</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>В результаті вивчення дисципліни студенти повинні опанувати передбачені програмою розділи курсу “Хімічна технологія”, що означає:</p> <p style="text-align: center;">знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сировинну базу та сучасні тенденції розвитку хімічної промисловості; - загальні закономірності хімічних, гідродинамічних, теплових і масообмінних процесів; - методи моделювання та оптимізації хіміко-технологічних процесів; - основні виробничі процеси та використання найважливіших видів хімічної продукції. <p style="text-align: center;">вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводити очистку та аналіз води; - вимірювати температуру за допомогою термопари та термометра опору; - визначати основні параметри хімічних, гідродинамічних, теплових і масообмінних процесів; - розраховувати критерії подібності процесів; - складати та перевіряти адекватність математичних моделей, використовувати їх для оптимізації хіміко-технологічних процесів; - досліджувати основні виробничі процеси; - проводити аналіз найважливіших продуктів виробничих процесів. <p>У результаті успішного вивчення курсу студент набуде загальних компетентностей:</p> <p>ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>та спеціальних (фахових) компетентностей:</p> <p>ПК 3. Здатність характеризувати досягнення хімічної технології та сучасний стан хімічної промисловості, їх роль у суспільстві.</p> <p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПРЗ 7. Знає методи хімічного та фізико-хімічного аналізу, синтезу хімічних речовин, у т.ч. лабораторні та промислові способи одержання важливих хімічних сполук.</p>

	ПРУ 7. Уміє переносити систему наукових хімічних знань у площину навчального предмета хімії, чітко і логічно розкривати основні теорії та закони хімії.
Ключові слова	Хімічна технологія, типові процеси, гідродинаміка, теплообмін, масоперенесення, ректифікація, мембранні процеси, типи хімічних реакторів, рівняння матеріального балансу проточних реакторів, теплова стійкість хімічних реакторів, оптимальна температура, виробництво сірчаної кислоти, аміаку, азотної кислоти, солей та мінеральних добрив, нафта, нафтопродукти, термічний та каталітичний крекінг, риформінг-процес. промисловий органічний синтез, електрохімічне виробництво, електролітична ванна, очистка та використання промислових відходів.
Формат курсу	Очний: лекційні та лабораторні заняття; виконання індивідуальної розрахункової роботи, здача колоквиуму, поточне усне опитування при здачі допуску та захисті лабораторних робіт, проведення консультації у випадку труднощів з опануванням матеріалу
Теми	Теми курсу наведені в таблиці 1
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Фізика», «Вища математика», «Неорганічна хімія», «Аналітична хімія», «Органічна хімія», «Фізична хімія», «Колоїдна хімія», «Хімія ВМС», необхідних для сприйняття категоріального апарату курсу, проведення необхідних математичних перетворень та розрахунків, розуміння природи хіміко-технологічних процесів, аналізу впливу типу та режиму роботи апарату на перебіг процесу, засвоєння основних принципів та підходів організації виробництв ряду хімічних сполук.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Використовуються такі методи навчання: а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, консультація, бесіда, інструктаж (вступний та поточний під час виконання лабораторних робіт); б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами, графіками, фото- та відеоматеріалами; в) <i>практичні</i> – виконання лабораторних робіт, індивідуальних тестових та письмових контрольних завдань.
Необхідне обладнання	<i>Лекційні заняття</i> – мультимедійна установка та ноутбук. <i>Лабораторні заняття</i> – обладнання навчальної Лабораторії з дисципліни “Хімічна технологія” кафедри фізичної та колоїдної хімії (потенціометри, амперметри, омметри, термометри опору, термопари, водострумні насоси, сушильні шафи, нагрівачі та електроплити, віскозиметр, терези Вестфаля, джерела постійного струму, компресори, каталізатори тощо).
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: лабораторні роботи: 36 % семестрової оцінки; колоквиум: 10 % семестрової оцінки; індивідуальна розрахункова робота: 4 % семестрової оцінки, іспит: 50 %. Підсумкова максимальна кількість балів – 100. *Для того, щоб вид навчальної роботи був зарахований студентові необхідно набрати не менше 50 балів. Письмові роботи: Очікується, що студенти оформлять звіти про виконання всіх лабораторних робіт та індивідуальної розрахункової роботи. Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями з відповідними висновками. Відсутність посилок на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в

письмовому звіті студента є підставою для його незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідують усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на лабораторних заняттях та бали підсумкового опитування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Умови допуску студента до підсумкового контролю (іспиту):

- виконання та здача звітів про всі поточні види роботи;
- набрати ≥ 25 балів (у 50-бальній шкалі) за поточні види роботи.

Іспит: максимально – 50 балів;

Підсумкова оцінка: 100 семестрових балів.

Поточне оцінювання з курсу “Хімічна технологія” (7 семестр)

Поточні види роботи	Кількість оцінювань	Кількість* балів	Максимальна сума балів за вид роботи
Лабораторні роботи	12	Від 0 до 2,5 (допуск) +	30
Виконання та захист	12	Від 0 до 0,5 (захист)	6
Колоквіум	1	Від 0 до 10,0	10
Розрахунок матеріального та теплового балансу процесу випалювання залізного колчедану (індивідуальне розрахункове завдання)	1	Від 0 до 4,0	4
Всього протягом семестру (визначається сумарний бал)			50

При цьому оцінка за лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): 0 – 2,5 бала (0 – незадовільно, 0,5 – задовільно, 1 – посередньо, 1,5-2 – добре, 2,5 – відмінно);

- виконання роботи, оформлення звіту та захист звіту: 0–0,5 бала (0 – незадовільно, 0,25 – виконання роботи, однак при розрахунках допущено незначні помилки, 0,5 – виконання роботи з якісно оформленим звітом);

При цьому оцінка за складання колоквіумів включає в себе:

- 0–10 балів (залежно від кількості наданих вірних відповідей на завдання колоквіуму);

	<p>При цьому оцінка за виконання індивідуального розрахункового завдання включає в себе:</p> <p>- 0–4 бали (0 – незадовільно, 1 – частково вірно пораховано матеріальний або тепловий баланс, 2 – вірно пораховано матеріальний або тепловий баланс, 3 – вірно пораховано один з балансів, а інший – частково, 4 – вірно пораховано матеріальний та тепловий баланс; за умови невчасної здачі завдання оцінка зменшується).</p> <p style="text-align: center;">Рейтингове підсумкове оцінювання знань студентів (у балах)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Оцінка ЄКТС</th> <th rowspan="2">Оцінка в балах</th> <th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Залік</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>90–100</td> <td rowspan="2">5</td> <td>відмінно</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>81–89</td> <td rowspan="2">4</td> <td>дуже добре</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>71–80</td> <td rowspan="2">3</td> <td>добре</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>61–70</td> <td rowspan="2">2</td> <td>задовільно</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>51–60</td> <td rowspan="3">незадовільно</td> <td>достатньо</td> </tr> <tr> <td>FX</td> <td>30–50</td> <td rowspan="2">можливість повторної здачі</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>1–29</td> <td>обов'язковий повторний курс</td> </tr> </tbody> </table>	Оцінка ЄКТС	Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Залік		A	90–100	5	відмінно	B	81–89	4	дуже добре	C	71–80	3	добре	D	61–70	2	задовільно	E	51–60	незадовільно	достатньо	FX	30–50	можливість повторної здачі	F	1–29	обов'язковий повторний курс
Оцінка ЄКТС	Оцінка в балах			Оцінка за національною шкалою																													
		Залік																															
A	90–100	5	відмінно																														
B	81–89		4	дуже добре																													
C	71–80	3		добре																													
D	61–70		2	задовільно																													
E	51–60	незадовільно		достатньо																													
FX	30–50		можливість повторної здачі																														
F	1–29			обов'язковий повторний курс																													
Опитування	Перелік завдань та питань для усного опитування розміщений на сторінці курсу на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua).																																
	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.																																

Таблиця 1. Схема курсу

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Література. ***Ресурси в інтернеті	Завдання	Термін виконання
1.	<p>Тема 1. Загальні питання хімічної технології. Зміст та завдання хімічної технології як науки. Хімічне виробництво. Основні поняття та визначення. Хіміко-технологічна система. Структура. Основні концепції при виборі ХТС.</p> <p>Поняття хімічного виробництва як хіміко-технологічної системи /ХТС/ взаємозв'язаних елементів, призначеної для переробки сировини в засоби виробництва та продукти споживання, ХТС як сукупність підсистем підготовки сировини, хімічного перетворення, виділення продукту, утилізації та знезаражування відходів, тепло- та енергозабезпечення, водопідготовки, підсистем керування процесом. Аналіз ХТС. Взаємна залежність режимів, оптимальність системи в цілому, проблеми надійності. Розрахунки ХТС, методи складання матеріального та теплового балансів ХТС та підсистем</p>	Лекція, лабораторні заняття	<ol style="list-style-type: none"> 1. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія. Навч. посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014, 540 с. 2. Солтис М., Закардонський В. Теоретичні основи процесів хімічної технології. Навч. посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002, 400 с. 3. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія: Підручник, К.: "Вища школа", 1980, 1–2 ч. 4. Денисюк Р.О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017, 350 с. 5. Закардонський В.П., Солтис М.М., Крупак І.М. Хімічна технологія. Лабораторний практикум. Процеси хімічної технології. Навчальний посібник. 		Вересень
2.	<p>Тема 2. Моделювання та оптимізація хіміко-технологічних процесів. Моделювання та теорія</p>	Лекція, лабораторні заняття			Вересень

	<p>подібності. Методи моделювання. Класифікація математичних моделей. Схема побудови математичних моделей процесів хімічної технології. Застосування теорії подібності до вивчення хіміко-технологічних процесів.</p> <p>Моделювання як метод дослідження та оптимізації хіміко-технологічних процесів. Види моделювання, Фізичне моделювання та фізичні моделі. Теорія подібності як теоретична основа фізичного моделювання Умови однозначності та критерії подібності. Визначаючі та невизначаючі критерії. Критеріальні рівняння. Теореми подібності. Математичні моделі та математичне моделювання. Принципи побудови математичних моделей. Класифікація математичних моделей.</p>	<p><i>торні заняття</i></p>	<p>Львів:, 2004, 251 с.</p> <p>6. <i>Гончаров А.І., Михайленко В.П.</i> Хімічна технологія: Практикум К.: Вища школа, 1982, 239 с.</p> <p>7. <i>Andreas Jess, Peter Wasserscheid.</i> Chemical Technology 2E - From Principles to Products 2nd Edition. Wiley-VCH, 2020. 912 p.</p> <p>Допоміжна:</p> <p>1. <i>Знак З.О.</i> Загальна хімічна технологія (окремі розділи). Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021, 144 с.</p> <p>2. <i>Манчук Н., Борсук П., Іванов С.</i> Загальна хімічна технологія. Промислові хіміко-технологічні процеси. К.: НАУ-друк, 2010, 280 с.</p>		
3.	<p>Тема 3. Гідродинамічні процеси. Основи гідростатики. Гідродинаміка ідеальної рідини. Рівняння Ейлера. Рівняння Бернуллі.</p> <p>Основи гідравліки. Диференціальне рівняння Ейлера. Основне рівняння гідростатики, його практичне застосування. Рух рідин. Рівняння Стокса та Пуазейля. Рівняння Бернуллі. Рух реальних рідин. В'язкість. Втрати опору. Диференціальні рівняння Нав'є-Стокса. Гідродинамічна характеристика руху рідин. Турбулентний та ламінарний потоки Критерії гідродинамічної подібності руху рідин.</p>	<p><i>Лекція, лабораторні заняття</i></p>	<p>3. <i>Семеншин С.М., Мальований М.С.</i> Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. 420 с.</p> <p>4. <i>Братичак М.М., Гунька В.М.</i> Хімія нафти та газу. Підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. 448 с.</p> <p>5. <i>Скорохода В.Й., Семенюк Н.Б., Мельник Ю.Я.</i> Основи технології еластомерів і формування з них виробів. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 284 с.</p>		<p><i>Вересень</i></p>
4.	<p>Тема 4. Процеси теплообміну. Елементарні процеси переносу тепла. Теплопровідність. Теплопередача. Критерії теплової подібності хіміко-технологічних процесів.</p> <p>Основні види та закономірності передачі тепла, Теплопровідність Рівняння теплопередачі. Теплопровідність плоскої та циліндричної стінки. Конвективний теплообмін. Теплова подібність, критерії теплової подібності. Критеріальне рівняння конвективного теплообміну. Теплопередача. Основне рівняння теплопередачі. Температурний напір. Теплове випромінювання. Закони Стефана-Больцмана, Кірхгофа. Способи нагрівання в хімічній промисловості. Основні види теплоносіїв. Печі для нагрівання в хімічній</p>	<p><i>Лекція, лабораторні заняття</i></p>	<p>6. <i>Єфіменко В.В.</i> Хімічна технологія твердих природних енергоносіїв: Підручник. К.: Вид-во Національного авіаційного університету, 2019, 516 с.</p> <p>7. <i>Ткаленко Д.А., Хірх-Ялан І.Ф.</i> Електроліз іонних розплавів. Конспект лекцій для студентів, які навчаються за програмою підготовки бакалаврів зі спеціальності 8.091603 "Технічна електрохімія". Київ: НТУУ "КПІ", 2006, 176 с.</p> <p>8. <i>Скорохода В.Й., Семенюк</i></p>		<p><i>Вересень</i></p>

	промисловості, типи печей, будова. Теплообмінні апарати та випарники. Принцип дії та будова (теплообмінники зрошування та поверхні, пластичні та трубчасті).		<i>Н.Б., Мельник Ю.Я., Братичак М.М.</i> Хімія та технологія полімерів у прикладах і задачах. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. 200 с.	
5.	Тема 5. Дифузія. Конвективний масообмін. Основне рівняння теплопереносу. Характеристика процесів масопередачі. Фазові рівноваги в системах рідина-пара, рідина-газ. Матеріальний баланс процесів масопередачі. Рівняння робочої лінії. Молекулярна дифузія та конвективний обмін, механізм процесів масопередачі. Рівняння масопередачі. Подібність процесів масопередачі, критерії подібності, критеріальне рівняння. Рушійна сила процесів масопередачі. Адсорбція. Фізичні основи адсорбції. Адсорбери, класифікація, основні типи, будова, застосування.	<i>Лекція, лабораторні заняття</i>	9. <i>F.A. Henglein.</i> Chemical Technology. Pergamon, Copyright © 1969 Elsevier Ltd, 1969. 894 p. https://doi.org/10.1016/C2013-0-01985-8 10. <i>Rao Gopala M. Dryden's</i> Outlines of Chemical Technology for the 21st Century. Affiliated East-West Press, 2010. 802 p.	<i>Вересень</i>
6.	Тема 6. Ректифікація. Розрахунок числа теоретичних тарілок. Розділення рідких сумішей. Перегонка, ректифікація. Матеріальний баланс та розрахунок процесу ректифікації. Поняття теоретичної тарілки. Розрахунок числа теоретичних тарілок та оцінка розділюючої здатності ректифікаційної колони. Будова ректифікаційної колони.	<i>Лекція, лабораторні заняття</i>	Періодичні видання 1. <i>Journal of Chemistry and Technologies</i> 2. <i>Chemistry, technology of substances and their applications</i> 3. <i>Advanced Materials</i> 4. <i>Issues of Chemistry and Chemical Technology</i> 5. <i>Journal of Fuel Chemistry and Technology</i> 6. <i>Journal of Water Chemistry and Technology</i> 7. <i>Polish Journal of Chemical Technology</i> 8. <i>Journal of Chemical Technology & Biotechnology</i>	<i>Жовтень</i>
7.	Тема 7. Основи вчення про хімічні реактори. Типи хімічних реакторів. Хімічні реактори з ідеальною структурою потоку. Вимоги до промислових реакторів. Класифікація реакторів за гідродинамічною ознакою, за фазовим складом реакційної суміші, за температурним режимом, за способом організації процесу, за характером зміни параметрів процесу в часі, за конструктивними характеристиками. Хімічні реактори з ідеальною структурою потоку. Розподіл часу перебування у проточних реакторах, інтегральна та диференціальна функції розподілу, середній час перебування потоку в реакторі.	<i>Лекція, лабораторні заняття</i>	Інформаційні ресурси: 1. www.elsevier.com 2. www.wiley.com 3. http://pubs.acs.org/ 4. http://chemetal-journal.org/ 5. http://chem.lnu.edu.ua/visnykk/index.htm 6. http://nbuv.gov.ua/ 7. http://www.sciencedirect.com/ 8. https://www.scopus.com/ 9. http://webofknowledge.com/ 10. https://www.researchgate.net/ 11. https://mon.gov.ua 12. http://chemistry.dnu.dp.ua/ 13. http://science2016.lp.edu.ua/chcht	<i>Жовтень</i>
8.	Тема 8. Рівняння матеріального балансу проточних реакторів. Математичний опис матеріального балансу процесу по кожній з речовин, які беруть участь у хімічній реакції в цілому або в окремих її стадіях. Зміни концентрацій компонентів,	<i>Лекція, лабораторні заняття</i>		<i>Жовтень</i>

	пов'язані з конвективним масопереносом, дифузією і хімічною реакцією. Застосування рівняння матеріального балансу проточних реакторів для розрахунку матеріального балансу ізотермічних реакторів з ідеальною структурою потоку. Періодичний реактор ідеального змішування. Проточний реактор ідеального змішування, аналітичний розв'язок рівняння матеріального балансу. Реактор ідеального витіснення. Хімічні реактори з неідеальною структурою потоку. Застійні зони, зони циркуляції, внутрішні байпаси.			
9.	<p>Тема 9. Процеси теплопереносу та теплова стійкість хімічних реакторів. . Поняття оптимальної температури.</p> <p>Тепловий баланс та теплові режими хімічних реакторів. Ізотермічний, адіабатичний, та проміжний (політермічний) режими. Основні принципи побудови математичних моделей неізотермічних реакторів. Рівняння теплового балансу проточних реакторів з ідеальною структурою потоку в неізотермічному режимі. Проблема теплової стійкості хімічних реакторів. Стійкі та нестійкий стаціонарні стани адіабатичного реактора ідеального змішування для необоротної екзотермічної реакції. Оптимальний температурний режим роботи реактора у випадку перебігу простих необоротних та оборотних хімічних реакцій. Лінія оптимальних температур.</p>	Лекція, лабораторні заняття		Жовтень
10.	<p>Тема 10. Виробничі процеси. Виробництво сірчаної кислоти. Фізико-хімічні основи виробництва. Каталізатори. Будова контактного апарату. Технологічна схема.</p> <p>Сировина, основні тенденції використання сірковмісної сировини. Печі для випалювання сульфідних руд та спалювання елементарної сірки. Печі з киплячим шаром. Використання відхідних газів кольорової металургії та теплових електростанцій, продуктів переробки сірковмісних нафт та природного газу. Фізико-хімічні основи контактного методу виробництва сірчаної кислоти. Будова контактного вузла та абсорбційного відділення. Технологічна схема, шляхи інтенсифікації сірчаноокислого</p>	Лекція, лабораторні заняття		Жовтень

	виробництва.			
11.	<p>Тема 11. Технологія зв'язаного азоту. Виробництво аміаку. Народного господарського значення зв'язаного азоту і методи фіксації атмосферного азоту. Синтез аміаку. Способи одержання азотводневої суміші. Очистка газів. Фізико-хімічні основи синтезу. Каталізатори, технологічна схема. Будова колони синтезу. Використання тепла хімічної реакції.</p>	Лекція, лабораторні заняття		Листопад
12.	<p>Тема 12. Технологія зв'язаного азоту. Виробництво азотної кислоти. Технологічна схема. Виробництво азотної кислоти окисленням аміаку. Фізико-хімічні основи окислення аміаку. Каталізатори, контактні апарати. Переробка нітрозних газів. Промислові методи виробництва азотної кислоти. Методи концентрування азотної кислоти, особливості процесу. Прямий синтез азотної кислоти. Фізико-хімічні основи, технологічна схема. Екологічні аспекти виробництва азотної кислоти.</p>	Лекція, лабораторні заняття		Листопад
13.	<p>Тема 13. Технологія солей та мінеральних добрив. Виробництво фосфорних мінеральних добрив, простий та подвійний суперфосфат. Виробництво азотних мінеральних добрив, нітрат амонію та карбамід. Калійні мінеральні добрива. . Типові процеси сольових виробництв. Мінеральні добрива та їх класифікація. Сировинна база виробництва мінеральних солей. Виробництво фосфору та фосфорних мінеральних добрив. Виробництво простого та подвійного суперфосфату. Виробництво азотних мінеральних добрив. Нітрат амонію та сечовина. Фізико-хімічні основи та технологічна схема виробництва нітрату амонію в реакторі ВТР. Калійні мінеральні добрива. Основи галургії, Політермічні та флотаційні процеси. Технологічна схема переробки сільвініту та карналіту.</p>			Листопад
14.	<p>Тема 14. Принципи технологічного виробництва силікатів та в'язучих матеріалів. чорних, кольорових та рідкісних</p>			Листопад

	<p>металів. Виробництво кальцинованої соди. Технологія силікатів та в'язучих матеріалів. Чорна металургія. Кольорова металургія. Виробництво рідкісних металів. Електрохімічне виробництво міді, цинку, галію, індію та інших металів. Содові продукти. Використання соди в побуті та промисловості. Виробництво соди методом Леблана. Хімічна, функціональна та технологічна схеми виробництва кальцинованої соди аміачним способом. Робота одноковпачкової барботажної тарілки дистилера. Техніко-економічні показники і напрями подальшого розвитку виробництва кальцинованої соди.</p>				
15.	<p>Тема 15. Переробка нафти та природного газу. Фракційна перегонка нафти. Нафтопродукти. Загальні відомості про палива. Класифікація палив та їх роль у народному господарстві. Нафта та природний газ. Склад та властивості нафти. Методи переробки палива. Фізико-хімічні основи та класифікація деструктивних методів переробки палива. Атмосферно-вакуумна перегонка нафти. Технологічне обладнання Трубчаті печі, ректифікаційні труби, будова. Продукти переробки нафта Палива, мастила. Характеристика, властивості, застосування.</p>	<p><i>Лекція, лабораторні заняття</i></p>			<i>Листонад</i>
16.	<p>Тема 16. Промисловий органічний синтез. Сировина. Синтези на основі ацетилену. Одержання ацетальдегіду. Синтези на основі оксиду вуглецю. Синтез метилового спирту. Фізико-хімічні основи синтезу. Оксосинтез. Сировинна база промисловості основного органічного синтезу. Класифікація та особливості виробництв ООС. Основні види продукції. Виробництво ненасичених вуглеводнів. Ацетилен. Методи виробництва. Механізм та фізико-хімічні основи електро- та термоокислювального піролізу природного газу. Реактори піролізу. Синтези на основі ацетилену. Синтез ацетальдегіду. Виробництво оцтової кислоти. Технологічна схема. Фізико-хімічні основи дегідрування вуглеводнів. Виробництво етилену та пропілену піролізом легких фракцій прямої перегонки нафти.</p>	<p><i>Лекція, лабораторні заняття</i></p>			<i>Листонад</i>

	<p>Методи виділення та очистки етилен-пропіленової фракції. Виробництво кисневмісних органічних сполук. Синтези на основі оксиду вуглецю. Синтез-газ. Методи одержання. Синтез метанолу.</p>				
17.	<p>Тема 17. Електрохімічні виробництва. Виробництво хлору та лугів. Типи електролітичних ванн. Переробка продуктів електролізу.</p> <p>Теоретичні основи електролізу сольових розчинів та розплавів. Виробництво хлору та їдкого натру. Типи електролітичних ванн. Техніко-економічні показники електрохімічних виробництв. Переробка продуктів електролізу. Концентрування розчину їдкого натру. Одержання соляної кислоти із продуктів електролізу розчину хлористого натрію методом прямого синтезу.</p>	<p>Лекція, лабораторні заняття</p>			Грудень
18.	<p>Тема 18. Основи промислової екології. Поняття гранично-допустимої концентрації (ГДК) та гранично-допустимих викидів (ГДВ). Очистка та використання промислових відходів.</p> <p>Охорона навколишнього середовища від промислових забруднень як технологічна проблема. Класифікація забруднень та характер їх впливу на навколишнє середовище та на здоров'я людей. Забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери. Гранично-допустимий вплив окремих факторів. Основні напрямки охорони навколишнього середовища від промислових викидів. Безвідходні та маловідходні технології як магістральний напрямок зменшення шкідливого впливу хімічних виробництв на природу. Комбінування виробництв, територіально-промислові комплекси. Очистка та використання промислових відходів. Технологічні рішення по зменшенню об'ємів стічних вод.</p>	<p>Лекція, лабораторні заняття</p>			Грудень