



# Технології органо-мінеральних добрив

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

### Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Всі освітні програми спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна, вечірня), заочна / змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 годин на 2 тижня (1 пара), лабораторні роботи 4 години один раз на два тижні (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., старший викладач Лапінський Андрій Вікторович andlapinskiy@gmail.com</i> Практичні заняття: <i>к.т.н., старший викладач Лапінський Андрій Вікторович andlapinskiy@gmail.com</i> Лабораторні роботи: <i>к.т.н., старший викладач Лапінський Андрій Вікторович andlapinskiy@gmail.com</i> <i>к.т.н., старший викладач Літинська Марта Ігорівна m.litynska-2017@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

### Програма освітньої компоненти

#### 1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Необхідність викладання студентам освітньої компоненти «Технології органо-мінеральних добрив» пов'язана з сучасною потребою студентів в уяві про традиційні сучасні та перспективні інноваційні методи промислового отримання окремої групи тукових продуктів – органо-мінеральних добрив, як виробів хімічної промисловості сільськогосподарського призначення.*

Вивчення даної освітньої компоненти надає здобувачам вищої освіти рівня «бакалавр» можливості в подальшому:

- обґрунтовано використовувати базові знання в області використання відомих мінеральних кислот та їх солей як прекурсорів органо-мінеральних добрив під час для опанування освітніх компонент професійної та практичної підготовки;
- отримати базові уявлення про різноманітність об'єктів хімічної технології та біотехнологій, промисловості і хімічної продукції, окремих об'єктів сільськогосподарської біотехнології під час здобуття вищої освіти, при проходженні практики або самостійно;
- набути теоретичних знань, певного практичного досвіду та навичок щодо сучасних уявлень про традиційні та перспективні принципи структурної організації та типові функції і механізми роботи технологічних об'єктів хімічних виробництв в сполученні з об'єктами біотехнологічних, сільськогосподарських, харчових виробництв;
- набути базові уявлення щодо основних закономірностей розвитку і сучасних досягнень в хімічних та аграрних технологіях; розуміння ролі енергозощадження в сучасних технологічних процесах;
- отримати вміння використовувати теоретичні знання і практичні навички для оволодіння основами теорії і методів хіміко-технологічних досліджень в хімічних технологіях збагачення і кондиціювання мінеральної сировини, використання хімічної та харчової сировини, відходів з метою залучення в переробку у тукову продукцію;
- отримати знання та навички трансляції основних алгоритмів матеріальних, енергетичних та технологічних розрахунків, а також використання окремих апаратів (агрегатів) та технологічних ланцюгів з таких апаратів на інші хімічні, екологічні та споріднені технологічні процеси як в хімічній так і в інших галузях промисловості.

**Предмет освітньої компоненти:** Технологія органо-мінеральних добрив як сукупність теоретичних масивів фахової інформації та практичних прийомів отримання даної групи тукових промислових продуктів.

**Метою** освітньої компоненти є формування у студентів наступних здатностей:

- знань хімічних та фізико-хімічних характеристик сировини і продуктів виробництва мінеральних кислот та їх солей, органічних кислот та їх солей як цільової продукції тукового призначення;
- знань фізико-хімічних основ розглянутих процесів а також специфічних процесів змішування та визрівання в виробництві добрив;
- знання сучасних, новітніх та перспективних технологічних прийомів і схем гнучкого виробництва добривної продукції у відповідності до потреб ґрунтів та промислових рослинницьких культур;
- знання конструктивних особливостей основного і допоміжного обладнання розглянутих процесів переважно періодичного характеру;
- знання сучасних, новітніх та перспективних екологічних заходів з захисту довкілля при експлуатації виробничих потужностей з виробництва неорганічної та спорідненої продукції або утилізації відходів у органо-мінеральні дорива;
- знання показників якості продукції, умов її зберігання і транспортування;

- знання заходів з дотримання умов охорони праці і техніки безпеки у виробництвах розглянутої продукції.
- уміння обґрунтувати раціональні або оптимальні параметри технологічних режимів виробництв сучасних органо-мінеральних складних, змішаних та складно-змішаних добрив;
- уміння розрахувати рівноважний стан в процесах, що належать до виробництв розглянутої продукції;
- уміння розрахувати матеріальні та енергетичні баланси (потоки) вивчених процесів;
- уміння розрахувати габаритні характеристики основного обладнання, підібрати стандартне обладнання і конструкційні матеріали для апаратури;
- досвід асоціативного використання набутих професійно-профільованих знань і умінь для обґрунтування технологічних режимів, виконання окремих видів проектних розробок технологічних процесів виробництва органо-мінеральних добрив.

У результаті вивчення даної освітньої компоненти здобувачі вищої освіти одержать наступні **загальні та фахові компетенції**:

- ЗК01 здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК02 здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК06 прагнення до збереження навколишнього середовища;
- ФК10 здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції;
- ФК12 здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії;
- ФК18 здатність використовувати професійно-профільовані знання для аналізу, оцінювання та проектування технологічних процесів та устаткування, володіти методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та продукції промисловості.

**Компетенції**, одержані здобувачами вищої освіти в процесі вивчення освітньої компоненти «Технології органо-мінеральних добрив», будуть застосовуватись ними для виконання наукових робіт, бакалаврського дипломного проекту та магістерської дисертації, а, також, у подальшій професійній та практичній діяльності.

Також здобувачі вищої освіти одержать наступні **програмні результати навчання**:

- ПРН02 конкретно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі;
- ПРН04 здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії;

- ПРН05 розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики;
- ПРН13 розуміння хімічної інженерії як складника сучасних науки і техніки, її місця у розвитку інженерії, української держави та загальносвітової культури.

## **2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Навчальний матеріал з Технології органо-мінеральних добрив базується на знаннях і вміннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін загальної підготовки «Загальна та неорганічна хімія», «Процеси і апарати хімічних виробництв», «Загальна хімічна технологія», «Фізична хімія»; дисциплін професійної підготовки «Прикладна хімія», «Теоретичні основи технології неорганічних речовин».

Освітні компоненти, які базуються на результатах навчання: виконання і захист бакалаврського дипломного проекту та складання вступних екзаменів здобувачів освітнього ступеня «Магістр» за ОНП «Хімічні технології та інженерія» або ОПП «Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення».

## **3. Зміст освітньої компоненти**

Тема 1. Загальна уява про добривну продукцію, класифікація добрив, агрохімічна роль добрив та окремих живильних елементів (нутриєнтів).

Тема 2. Основні сировинні джерела для виробництва різних типів добрив.

Тема 3. Основні технології, які використовуються в виробництві органо-мінеральних добрив.

Тема 4. Технології отримання змішаних органо-мінеральних добрив на основі змішування та грануляції.

Тема 5. Визрівальні технології в виробництві органо-мінеральних добрив на прикладі мобілізації фосфору з фосфоритового борошна слабкими органічними кислотами-метаболітами, які присутні в ґрунтових розчинах та у компостах.

Тема 6. Технології отримання складних та складно-змішаних органо-мінеральних добрив.

Тема 7. Вермікомпостування і отримання вермікомпостів з підвищеним вмістом мінеральних речовин. Локальне вермікомпостування у вермібаштах

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (електронні версії). Навчальні посібники [1-5] надано для студентів у класрумі і електронному кампусі, легкий доступ до нього – на комп'ютерах в лабораторії 157-4. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

### **Базова:**

1. Технологія фосфоровмісних добрив, кислот і солей. /І.М. Астрелін, Л.Л. Товажнянський, О.Я. Лобойко та ін; за ред.. Л.Л. Товажнянського. – Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ», 2011. – 288 с.

2. *Fertilizer Technology And Management / B. Mishra. – Wiley India, 2020. – 196 p.*

3. *Виробництво фосфоровмісних мінеральних добрив підприємствами України та їх використання в народному господарстві: Монографія /В.Г. Заречений, Е.О. Карпович, І.П. Воробйова, С.В. Вакал, М.О. Трофіменко, Є.І. Дмирієв; за ред. В.Г. Зареченого, - Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 189 с.*

4. *Fertilizers Manufacturing Handbook (Ammonium Sulfate, Diammonium Phosphate (DAP), Urea - Ammonium Nitrate, Neem Coated Urea, N.P.K. Complex Fertilizers, Single Superphosphate (SSP), Triple Superphosphate, Zinc Sulfate Monohydrate, Magnesium Sulfate with Manufacturing Process, Machinery Equipment Details & Factory Layout) / P. K. Chattopadhyay. – Wiley IndiNiir Project Consultancy Servicesa, 2022. – 456 p.*

5. *Клименко М.О., Лико Д.В., Лико С.М. Якість та ефективність фосфоритів. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2010. – 202 с.*

### **Додаткова**

1. *Fertilizer Application to Crops / R. Singh. – Arcler Education Incorporated, 2021. – 235 p.*

2. *The Home Mixing of Fertilizers and Straight Fertilizer Formulas / W. S. Myers. – Creative Media Partners, LLC, 2023. – 42 p.*

3. *Biocoating for Fertilizer Industry / H. A. Tajarudin, C. W. C. Ng. – Springer Nature Singapore, 2022. – 72 p.*

4. *Better Management of Phosphorus Fertilizer in Intensive Cropping Systems: An Approach Basing on Integrated Agronomic, Ecological and Environmental Compromises / T. George. – Frontiers Media SA, 2022. – 116 p.*

5. *Improving Fertilizer Use Efficiency. Methods and Strategies for the Future / J. Moir, L. Hlisnikovský, P. Barlóg. – MDPI AG, 2023. – 430 p.*

6. *Advances in Fertilizer Technology and Soil Fertility / P. Edner. – Ocean Press, 2022. – 108 p.*

7. *Advances in the Use of Organic and Organomineral Fertilizers in Sustainable Agricultural Production. In book: Organic fertilizers / A. M. Iderawumi, J. Hu, S. Ahmed, S. M. Z. A. Naqvi et al. – IntechOpen, 2022. – 20 p.*

### **Інформаційні ресурси**

1. *Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код класу blhf23y*

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування освітньої компоненти**

#### **Лекційні заняття**

*Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних та практичних робіт, розглядом питань, що виносяться на самостійне опрацювання. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.*

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень навчання 2024 р.	<b>Тема 1.</b> Загальна уява про добривну продукцію, класифікація добрив, агрохімічна роль добрив та окремих живильних елементів Поняття про добрива. Роль рослин в народному господарстві та житті людини. Потреби в добривах. Класифікація добрив. Агрохімічна функція органічної та мінеральної складової в органо-мінеральних добривах СРС: Бактеріальні добрива та сідерати. Література: 1, 2, 4
2	3 тиждень навчання 2024 р.	Методи вираження складу мінеральних добрив. Правила змішування добрив. СРС: Гумінові солі лужних металів та торф як сировина в виробництві органо-мінеральних добрив Література: 1, 4
3	5 тиждень навчання 2024 р.	<b>Тема 2.</b> Основні сировинні джерела для виробництва різних типів добрив. Основні органічні компоненти органо-мінеральних добрив. Природні та техногенні джерела в виробництві мінеральних солей як прекурсорів органо-мінеральних добрив. СРС: Фосфоритове борошно як носій фосфору в виробництві органо-мінеральних добрив. Література: 1-5
4	7 тиждень навчання 2024 р.	Методи мобілізації нерозчинних у воді живильних елементів в виробництві органо-мінеральних добрив СРС: природний та техногенний коло обіг азоту та фосфору. Література: 3, 4
5	9 тиждень навчання 2024 р.	<b>Тема 3.</b> Основні технології, які використовуються в виробництві органо-мінеральних добрив. СРС: Використання червоного фосфору як добрива. Література: 1-5
6	11 тиждень навчання 2024 р.	<b>Тема 4.</b> Технології отримання змішаних органо-мінеральних добрив на основі змішування та грануляції. Органо-мінеральні добрива на основі золи соняшника. Види грануляції. Пластифікатори для проведення грануляційних процесів в виробництві органо-мінеральних добрив. СРС: Виробництво амонію сульфату як базового пластифікатора в виробництві органо-мінеральних добрив. Література: 2, 3, 4.
7	13 тиждень навчання 2024 р.	<b>Тема 5.</b> Технології отримання складних та складно-змішаних органо-мінеральних добрив. Часткове розкриття фосфоритових мінералів слабкими органічними кислотами (мобілізація фосфору). Визрівальні процеси з використанням слабких органічних кислот в виробництві органо-мінеральних добрив. СРС: Хімічні та біотехнологічні методи отримання слабких органічних кислот. Література: 1-5
8	15 тиждень навчання 2024 р.	<b>Тема 6.</b> Вермікомпостування і отримання вермікомпостів з підвищеним вмістом мінеральних речовин. Поняття про вермікультуру і вермікомпостування як об'єднаного хіміко-

		технологічного та біотехнологічного процесів з залученням багатоклітинних організмів. Фізико-хімічні основи залучення фосфатних або інших мінеральних компонентів в процесі вермікомпостування. СРС: Масове прискорене відокремлення вермікультури від вермікомпостів в промислових умовах Література: 1, 4.
9	17 тиждень навчання 2024 р.	Вермікомпостування в вермібаштах. Перенос речовин-нутриєнтів у просторі для вирощування рослин при використанні вермібашт. Підведення підсумків. Залік. Література: 1, 4

### Лабораторні заняття

На лабораторних заняттях студенти закріплюють теоретичні знання та вміння проводити технологічні розрахунки, які вони одержали під час лекцій.

При виконанні кожної лабораторної роботи студенти вивчають лабораторну установку та правила безпечної роботи на ній, методи і технологічні прийоми керування технологічним процесом, методи аналітичного контролю технологічних параметрів, методуку обробки результатів експериментів.

Під час виконання циклу лабораторних робіт кожен здобувач вищої освіти виконує чотири лабораторні роботи з наведеного переліку. Індивідуальний набір лабораторних робіт для кожного здобувача вищої освіти може не повторюватися.

Номер	Тема	Опис запланованої роботи
1	Загальні відомості з техніки та пожежної безпеки при виконанні лабораторних робіт	Ознайомитися з технікою безпеки і правилами безпечної роботи в хімічних лабораторіях
2	Дослідження мобілізації фосфору слабкими органічними кислотами	Дослідити перехід $P_2O_5$ в водний розчин під дією слабких органічних кислоти, притаманним ґрунтам
3	Одержання калій або натрій гумату з природної сировини	Дослідити утворення гуматів лужних металів шляхом з природної сировини (торфу, бурого вугілля)
4	Отримання органо-мінерального добрива шляхом змішування на прикладі карбамід-аміачної суміші (КАС)	Отримання органо-мінеральних добрив методом змішування органічної та мінеральної складових
5	Розрахунок складу органо-мінерального добрива на основі аналізу ґрунту	Дослідити склад ґрунту, вивчити методи розрахунку складу добрив
6	Одержання купрум сульфату – прекурсуру органо-мінерального добрива з мікроелементами	Дослідити методи отримання сульфатних солей кольорових металів, як основних компонентів мікроелементів на прикладі купрум сульфату
7	Одержання хелатного органо-мінерального добрива з мікроелементами на прикладі купрум тартрату	Дослідити процес отримання хелатних добрив з мікроелементами

## Практичні заняття

Під час практичних занять студенти закріплюють навички та вміння проводити технологічні розрахунки, основи яких вони одержали під час лекцій.

Номер	Тема
1-5	Вирішення розрахункових та нерозрахункових (ситуативних) задач з тематики поточних лекцій. Розробка технологічних схем виробництва органо-мінеральних добрив відповідно до тематики поточних лекцій.
6	Модульна контрольна робота
7-8	Вирішення розрахункових та нерозрахункових (ситуативних) задач з тематики поточних лекцій. Розробка технологічних схем виробництва органо-мінеральних добрив відповідно до тематики поточних лекцій.
9	Підсумкове заняття

### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) в кількості 48 годин протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт, МКР, ДКР і заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях	24 години
Підготовка до МКР та ДКР	4 години
Підготовка до заліку	20 годин

## Політика та контроль

### 7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, практикуми – шляхом виконання завдань на домашньому комп'ютері. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практикумів є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів, наприклад, Google Forms. Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Також можливим є консультування за допомогою меседжерів (Telegram тощо). Політика кінцевих термінів здачі та перескладань визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського. Політика щодо академічної доброчесності визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.



### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання лабораторного практикуму без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 3 заохочувальних балів;
3. За активну роботу на лекції може додатково нараховуватися до 2 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

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

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лекціях, виконання лабораторного практикуму.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.
3. Семестровий контроль: залік.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

1. Рейтинг студента з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- 1) Виконання та захист 6 лабораторних робіт;
- 2) Участь і відповіді під час практичних занять
- 3) Одну модульну контрольну роботу;
- 4) Одну домашню контрольну роботу.

#### **2. Критерії нарахування балів:**

Загальна кількість балів – 100.

Мінімальна («прохідна») кількість балів – 60 за результатами семестрової навчальної діяльності за умови виконання всіх видів робіт (відпрацьовані та захищені всі лабораторні роботи, виконані МКР та ДКР).

#### **Оцінювання видів навчальної семестрової роботи (наведені максимальні бали)**

**Оцінювання лекцій** – разом до 18 балів, кожна лекція – 2 бали (за умови, студент був присутній на цій лекції при проведенні як в очній, так і в дистанційній формі).

Активність (відповіді на запитання, участь у дискусіях або виконання завдання за матеріалами поточних лекцій) – 2 бали.

**Оцінювання лабораторних робіт** – 36 балів.

Кожна лабораторна робота оцінюється в 6 балів.

З них (при дистанційній формі навчання) – 2 бали за попередню підготовку та участь в обговоренні поточної роботи, 4 бали – за захист.

Або в очній формі – 1 бали – за допуск до лабораторної роботи, 2 бали – за виконання лабораторної роботи, 3 бали – захист лабораторної роботи.

**Модульна контрольна робота** - максимальна оцінка -10 балів.

**Домашня контрольна робота** – 18 балів.

**Практичні заняття.** Кожне заняття оцінюється до 2 балів, разом – 18 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

Робочу програму освітньої компоненти (силабус) складено старшим викладачем кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології А.В. Лапінським, старшим викладачем М.І. Літинською:

к.т.н., ст. викл.

Андрій ЛАПІНСЬКИЙ

к.т.н., ст. викл.

Марта ЛІТИНСЬКА

**Ухвалено** кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 27 від 24.06.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)