



ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МАТЕМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 «Хімічні технології та інженерія»
Освітня програма	Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології
Статус дисципліни	Обов'язкова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS / 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, модульна контрольна робота, розрахунково-графічна робота
Розклад занять	Лекція 1 година на тиждень, практичні роботи 3 години на тиждень
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Плашихін Сергій Володимирович, e-mail: plashihin@ukr.net , телеграм: @PSV84 Практичні: він же
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Діяльність інженера в умовах сучасного виробництва потребує проведення різних, як правило, досить складних розрахунків. Обробка експериментальних даних, обґрунтування та вибір оптимальних умов проведення будь якого процесу, визначення об'ємів подачі і витрати сировини, розрахунок виходу продукту – усе це лише незначна частина обчислювальних задач, що постають перед інженером.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів базових знань в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій; здатності використовувати професійно профільовані знання в галузі математики (математичної статистики) для статистичної обробки експериментальних даних і математичного моделювання технологічних процесів.

Предметом вивчення дисципліни є числові методи, що застосовуються для розв'язання типових інженерних задач та комп'ютерні засоби їх реалізації.

Дисципліна формує у студентів **компетентності**:

К 02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

К 14 Здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем в галузі хімічної інженерії

та сприяє більш глибокому забезпеченню **програмних результатів навчання**:

ПР 01 Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми;

ПР 08 Використовувати сучасні обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв.

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

Дана навчальна дисципліна є обов'язковою і входить у структурно-логічну схему навчання за освітньою програмою. Для успішного освоєння даної дисципліни студент повинен опанувати «Інформаційні технології» та «Вищу математику».

Дана дисципліна є важливим підґрунтям подальшого вивчення «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів ХТ».

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Обчислювальна математика та програмування» складається з наступних тем:

1. Розрахунок точності обчислень.
2. Методи розв'язування нелінійних рівнянь.
3. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
4. Методи наближення функцій.
5. Числові методи розв'язування визначених інтегралів.
6. Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь.
7. Методи систематизації статистичного матеріалу.
8. Елементи теорії кореляції

4. . Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Огірко, О. І.* Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В. Галайко. – Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.

Доступне у дистанційному курсі. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням.

2. *Ярошенко, О.І.* Числові методи: навч. посібник / О.І. Ярошенко, М.В. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 172 с.

Доступне у дистанційному курсі. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням.

Додаткова література

3. *Брановицька, С. В.* Обчислювальна математика та програмування: Обчислювальна математика в хімії і хімічній технології [Текст] / С. В. Брановицька, Р. Б. Медведєв, Ю. А. Фіалков. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», ТОВ «Фірма «Періодика», 2004. – 220 с.

Доступне у дистанційному курсі. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням.

4. Заграй Я.М., Котовенко О.А., Карасьова В.О. Статистичні обчислення в екології: Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2001. – 111 с.

Доступне у дистанційному курсі. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням.

Електронні ресурси

5. Обчислювальна математика та програмування. 2. Чисельні методи [Електронний ресурс] : методичні вказівки до самостійної роботи і контрольні завдання до розрахунково-графічної роботи для студентів заочної форми навчання напрямку 6.05130 «Хімічна технологія» / С. В. Брановицька, С. Г. Бондаренко, О. В. Сангінова ; НТУУ «КПІ». - Електронні текстові дані. – Київ : НТУУ «КПІ», 2010.

Факультативне, рекомендоване ознайомлення з усім виданням.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Тема 1. Розрахунок точності обчислень	8	2	-	4	2
Тема 2. Методи розв'язування нелінійних рівнянь	19	2	-	11	6
Тема 3. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь	15	2	-	8	5
Тема 4. Методи наближення функцій	17	4	-	8	5
Тема 5. Числові методи розв'язування визначених інтегралів	8	2	-	4	2
Тема 6. Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь	19	2	-	11	6
Тема 7. Методи систематизації статистичного матеріалу	4	2	-	-	2
Тема 8. Елементи теорії кореляції	8	2	-	4	2
МКР	4	-	-	2	2
Виконання РГР	10	-	-	-	10
Залік	8		-	2	6
Всього годин	120	18	0	54	48

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<i>Тема 1. Розрахунок точності обчислень</i>	
1	Елементи теорії похибок Абсолютна та відносна похибка. Десятковий запис наближеного числа. Значущі та правильні цифри числа. Зв'язок між числом правильних цифр та похибкою наближеного числа. Похибки дій над наближеними числами.

	Визначення похибок для при виконанні розрахунків за різними формулами. Визначення похибок розрахунків за формулами.
<i>Тема 2. Методи розв'язування нелінійних рівнянь</i>	
2	Постановка задачі. Графічні та аналітичні методи відділення коренів. Методи уточнення значень коренів з необхідною точністю (ітерацій, хорд, Ньютона, комбінований, половинного ділення). Порівняння методів. Приклади алгоритмів.
<i>Тема 3. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь</i>	
3	Огляд методів розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Постановка задачі. Схема єдиного ділення за методом Гауса. Розв'язання систем лінійних рівнянь методом ітерацій. Приклади алгоритмів.
<i>Тема 4. Методи наближення функцій</i>	
4	Методи інтерполяції функцій. Постановка задачі інтерполяції. Інтерполяційна формула Лагранжа. Оцінювання похибки формули Лагранжа. Алгоритм розрахунку за методом Лагранжа. Приклади розрахунків. Обернена інтерполяція за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа. Приклади. Поняття скінченних різниць. Інтерполяційні формули Ньютона для рівновіддалених вузлів інтерполяції (інтерполювання "вперед" та інтерполювання "назад"). Оцінювання похибки для формул Ньютона. Приклади алгоритмів та розрахунків. Обернена інтерполяція за допомогою інтерполяційних формул Ньютона. Приклади. Використання формул Ньютона для чисельного диференціювання. Поняття сплайн-інтерполяції.
5	Задача апроксимації. Постановка задачі. Метод найменших квадратів. Лінійна апроксимація за методом найменших квадратів. Квадратична апроксимація за методом найменших квадратів. Приклади розрахунків. Приклади алгоритмів. Апроксимація за методом найменших квадратів з використанням емпіричних залежностей (показникової, степеневої та інших функцій), метод вирівнювання. Вибір виду емпіричної формули. Визначення параметрів емпіричної формули. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків.
<i>Тема 5. Числові методи розв'язування визначених інтегралів</i>	
6	Постановка задачі. Метод трапецій. Оцінка похибки метода. Метод парабол (Сімпсона). Оцінка похибки інтегрування за методом Сімпсона. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків.
<i>Тема 6. Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь</i>	
7	Постановка задачі розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Наближений розв'язок диференціальних рівнянь. Метод Ейлера та його модифікації. Метод Рунге-Кутта. Порівняльна оцінка похибок методів. Розв'язок систем звичайних диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків.
<i>Тема 7. Методи систематизації статистичного матеріалу</i>	
8	Задачі математичної статистики. Основні поняття математичної статистики. Генеральна сукупність та вибірка. Проста статистична сукупність. Статистичний ряд. Емпірична функція розподілення. Інтервальне розподілення. Гістограма. Приклади для хіміко-технологічних величин. Числові характеристики статистичного розподілення. Вибіркове середнє та вибіркова дисперсія (розрахунок, інтерпретація). Оцінки

	характеристик випадкових величин та їх властивості. Точкові та інтервальні оцінки. Рівень значимості. Приклади для хіміко-технологічних величин
<i>Тема 8. Елементи теорії кореляції</i>	
9	Задачі кореляційного аналізу. Вимірювання тісноти зв'язку. Коефіцієнт кореляції. Кореляційна залежність. Лінійна кореляція. Поле кореляції. Поняття про регресію. Застосування методу найменших квадратів для розрахунку параметрів рівняння регресії. Кореляційна таблиця. Нелінійна кореляційна залежність. Кореляційне відношення. Приклади розрахунку з хіміко-технологічної практики.

Практичні заняття

Не передбачені

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Тема: Дії з наближеними числами. Визначення похибок Завдання: Згідно індивідуального завдання виконати розв'язування задач визначення правильних значущих цифр та знаходження похибок у середовищі Excel
2	Тема: Наближений розв'язок нелінійних рівнянь графічним та аналітичним методами. Завдання: Згідно із індивідуальним завданням виконати відокремлення коренів нелінійного рівняння графічним та аналітичним методом в середовищі MS Excel
3	Тема: Наближений розв'язок нелінійних рівнянь із заданою точністю методом половинного ділення Завдання: Згідно із індивідуальним завданням виконати розв'язування нелінійного рівняння методом половинного ділення в середовищі MS Excel
4	Тема: Наближений розв'язок нелінійних рівнянь із заданою точністю методом ітерацій Завдання: Згідно із індивідуальним завданням виконати розв'язування нелінійного рівняння методом ітерацій в середовищі MS Excel
5	Тема: Чисельне вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гаусса (Схема єдиного ділення) Завдання: Згідно із індивідуальним завданням виконати розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гаусса (Схема єдиного ділення) в середовищі MS Excel
6	Тема: Чисельне вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом ітерацій Гаусса-Зейделя Завдання: Згідно із індивідуальним завданням виконати розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом ітерацій Гаусса-Зейделя в середовищі MS Excel
7	Тема: Інтерполяція функцій. Інтерполяція даних за формулою Лагранжа Завдання: Згідно із індивідуальним завданням виконати інтерполяцію та зворотну інтерполяцію таблично заданої функції в зазначених точках з використанням інтерполяційної формули Лагранжа у середовищі MS Excel.
8	Тема: Інтерполяція функцій. Інтерполяція даних за формулами Ньютона Завдання: Згідно із індивідуальним завданням виконати інтерполяцію та зворотну інтерполяцію таблично заданої функції в зазначених точках з використанням інтерполяційних формул Ньютона у середовищі MS Excel
9	Тема: Чисельне інтегрування

	Завдання: Згідно із індивідуальним завданням обчислити інтеграл за формулами трапецій та Сімпсона
10	Тема: Чисельне розв'язання звичайних диференціальних рівнянь методом Ейлера Завдання: Згідно із індивідуальним завданням чисельно розв'язати диференціальне рівняння з даними початковими умовами на відрізку $[0, 1]$ з кроком $h=0.1$, користуючись методом Ейлера
11	Тема: Чисельне розв'язання звичайних диференціальних рівнянь удосконаленим методом Ейлера Завдання: Згідно із індивідуальним завданням чисельно розв'язати диференціальне рівняння з даними початковими умовами на відрізку $[0, 1]$ з кроком $h=0.1$, користуючись удосконаленим методом Ейлера
12	Тема: Чисельне розв'язання звичайних диференціальних рівнянь за допомогою методу Рунге-Кутта Завдання: Згідно із індивідуальним завданням чисельно розв'язати диференціальне рівняння з даними початковими умовами на відрізку $[0, 1]$ з кроком $h=0.1$, користуючись методом Рунге-Кутта
13	Тема: Статистична обробка експериментальних даних. Графічне зображення вибірок. Числові характеристики випадкових величин Завдання: Згідно із індивідуальним завданням знайти емпіричну функцію статистичного розподілу; побудувати полігон частот і полігон відносних частот; побудувати гістограму частот і відносних частот; отримати числові характеристики статистичного розподілу у середовищі MS Excel.
	Модульна контрольна робота
	Залік

Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів у межах даного курсу передбачає:

- підготовка до лекції, яка включає ознайомлення з наданим текстом лекції, виявлення малозрозумілих фрагментів і тез, виявлення питань, які на думку студента потребують більш широкого висвітлення, підготовка запитань до викладача, які планується задати протягом лекції (до 1 год на кожну лекцію);
- підготовка до лабораторних занять, яка включає у себе ознайомлення з темою та метою заняття, завданням, ознайомлення з контрольними запитаннями та формування відповідей на них (до 1 год на кожну практичну роботу);
- оформленні звітів за результатами робіт, проведених на лабораторних заняттях (до 1 год на кожну практичну роботи);
- виконання розрахунково-графічної роботи за наданим завданням (10 годин);
- підготовка до модульної контрольної роботи (до 2 годин);
- підготовка до заліку (до 6 годин).

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

7.1. Відвідування занять та поведінка на них.

- на заняття студент повинен з'являтися підготовленим (див. п. 6 силабусу);
- відключення мобільних телефонів або їх переведення в беззвучний режим на усіх заняттях та під час консультацій обов'язкове;
- відвідування лекцій з дисципліни вітається і буде сприяти більше якісному засвоєнню дисципліни;
- вітається активність студента на лекціях та уміння ставити запитання за темою лекції до викладача;
- відвідування лабораторних занять та виконання завдань протягом практичного заняття є обов'язковим;
- дозволяється (окрім контрольних занять) використання засобів пошуку інформації;
- дозволяється вільне переміщення аудиторією під час лабораторних (але не лекційних) занять.

7.2. Виставлення штрафних та заохочувальних балів.

- студентам, які виконали протягом заняття додаткові завдання з роботи або завдання підвищеної складності нараховуються заохочувальні бали;
- студентам, які запропонували інший, не передбачений планом роботи, спосіб виконання завдання нараховуються заохочувальні бали;
- пропуск лабораторних занять без поважної причини призводить до нарахування двох штрафних балів;
- пропуск модульної контрольної без поважної причини призводить до виставлення за її результатами нуля балів;
- за кожні три дні затримки з подачею на перевірку розрахунково-графічної роботи нараховується один штрафний бал.

7.3. Політика дедлайнів та перескладань.

- на початку наступного лабораторного заняття студент повинен подати оформлений звіт за результатами попереднього заняття;
- розрахунково-графічна робота подається на перевірку не пізніше понеділка п'ятнадцятого тижня семестру;
- повторне виконання зарахованої розрахунково-графічної роботи не допускається;
- повторне виконання модульної контрольної роботи не допускається;
- написання модульної контрольної роботи студентами, які не написали її вчасно без поважної причини не допускається;
- перескладання заліку допускається лише у спосіб, передбачений нормативними документами з організації навчального процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського.

7.4. Політика щодо академічної доброчесності.

- студенти, які вивчають дисципліну, повинні дотримуватися правил і норм академічної доброчесності під час виконання усіх видів робіт;
- розрахунково-графічна робота, виконана з грубим порушенням правил і норм академічної доброчесності оцінюється оцінкою 0 балів, крім того студенту нараховуються 4 штрафні бали під час видачі повторного завдання.

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, отриманих за:

- 1) виконання 13 лабораторних робіт на аудиторних заняттях;
- 2) виконання модульної контрольної роботи;
- 3) виконання розрахунково-графічної роботи.

8.1. Виконання лабораторних робіт.

Всього протягом семестру передбачено 13 лабораторних робіт. Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів за всі роботи дорівнює $13 \times 6 = 78$ балів. Бали виставляються наступним чином:

Підготовка до роботи:

- протокол відповідає вимогам, охайний, відповіді повні – 1 бал;
- протокол відповідає вимогам, але є виправлення або відповіді неповні – 0,5 бали;

Виконання практичної роботи:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 3 бали;
- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – 2 бали;
- робота виконана наполовину – 1,5 бали;
- робота виконана менше ніж наполовину або невиконана протягом відведеного часу – 0 балів.

Якість захисту роботи:

- студент вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – 2 бали;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 1,5 бали;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності, але самостійно виправив їх – 1 бал;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – 0 балів.

Примітка: в разі якщо студент був відсутній на занятті з поважної причини, що підтверджується документально і пред'явив на наступному занятті виконане завдання пропущеної роботи, робота вважається виконаною вчасно.

8.2. Модульна контрольна робота.

Ваговий бал – 6. Робота складається з 2 завдань. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5– 6 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 3 – 4 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 – 2 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

8.3. Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 16. Розрахунково-графічна робота являє собою комп'ютерне практичне завдання – розв'язання задачі апроксимації за допомогою сучасних комп'ютерних середовищ (наприклад VS Excel або VBA).

Оцінювання такої роботи проводиться за наступною шкалою:

– за умови гарної оформленої і в повному обсязі виконаної роботи, а також, гарного і своєчасного захисту роботи 16 балів.

– «відмінно», виконані всі вимоги до роботи – 16 – 13,8 балів;

– «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 13,7 – 10,6 балів;

– «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 10,5 – 7,3 балів;

– «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Розрахункова робота, за яку одержано менше ніж 8 балів вважається незарахованою. Студенту, який подав на перевірку таку роботу нараховується чотири штрафних балів і видається повторне завдання на роботу.

Максимальна сума балів протягом семестру складає: **$R = 78 + 6 + 16 = 100$ балів.**

Календарний контроль: *проводиться **двічі на семестр** як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

Семестровий контроль: **залік**

Умови допуску до семестрового контролю: **позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу (8 балів або більше) та виконання і підтвердження правильності отриманих результатів усіх лабораторних робіт.**

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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>
0 ... 60	<i>незадовільно</i>
не виконані умови допуску	<i>не допущено</i>

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

9.1. Виконання залікової роботи.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 60 балів а також ті, хто бажає підвищити свою оцінку, виконують залікову контрольну роботу. У цьому разі всі бали, набрані студентом протягом семестру, окрім балів за виконання індивідуального завдання – розрахунково-графічної роботи – скасовуються, до балів, одержаних за виконання розрахунково-графічної роботи додаються бали залікової контрольної роботи і ця оцінка є остаточною.

Ваговий бал залікової контрольної роботи складає 84 бали. Робота складається з трьох практичних завдання. Ваговий бал завдання – 28 балів. Практичні завдання передбачають розв'язання студентом типових задач з кредитного модуля. Оцінювання практичних завдання проводиться за наступною шкалою:

підхід до розв'язання вірний, відповідь вірна – від 27 до 28 балів;

підхід до розв'язання вірний, проте відповідь невірна через наявність незначних помилок – від 21 до 26 балів в залежності від кількості вказаних помилок;

підхід до розв'язання в цілому вірний, проте наявні достатньо грубі помилки, що не дають змоги одержати вірну відповідь – від 14 до 20 балів в залежності від кількості та грубості помилок;

- вірно наведені лише фрагменти завдання, проте саме завдання відсутнє, або повністю невірне
- від 1 до 13 балів в залежності від кількості та правильності наявних елементів;
- невірно обрано метод розрахунку, невірно обрана стратегія розв'язання або завдання відсутнє
- 0 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

- **склав** к.т.н., доцент *Плашихін Сергій Володимирович*
- **ухвалено** кафедрою технічних та програмних засобів автоматизації
(протокол № 17 від 20.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 24.06.2022 р.)