



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Математичні методи та моделі низькотемпературного обладнання

Шифр та назва спеціальності  
142 – Енергетичне машинобудування

Інститут  
ННІ Енергетики, електроніки та  
електромеханіки

Освітня програма  
Енергетичне машинобудування

Кафедра  
Технічна кріофізика (134)

Рівень освіти  
Бакалавр

Тип дисципліни  
Вибіркова

Семестр  
5

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Соболєв Олександр Вікторович

[oleksandr.soboliev@khpі.edu.ua](mailto:oleksandr.soboliev@khpі.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної кріофізики

Автор та співавтор понад 35 наукових та методичних публікацій.  
Курси: «Прикладне програмне забезпечення в енергетиці», «Пристрої та автоматизація холодильних та кріогенних систем», «Програмне забезпечення для розрахунку холодильних та кріогенних систем».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В курсі «Математичні методи та моделі низькотемпературного обладнання» розглядаються питання практичного використання обчислювальної математики, методи наближеного розв'язання прикладних математичних задач, орієнтовані на комп'ютерну реалізацію (на персональному комп'ютері або мікроконтролері). Задачі, що розглянуто в курсі: статистична обробка експериментальних даних (алгоритми опитування датчиків, вилучення хибних значень, стиснення інформації, оцінка математичного очікування, кореляційних функцій, спектральних площин та ін.), апроксимаційні задачі (побудова математичних моделей з використанням методів інтерполяції та апроксимації функцій), розв'язання математичних рівнянь, задач оптимізації та управління (чисельне інтегрування та диференціювання, розв'язання операторних та інтегральних рівнянь, чисельне розв'язання задач Коші для звичайних диференціальних рівнянь).

### Мета та цілі дисципліни

Оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками створення та використання математичних моделей технологічних процесів. Формування розуміння теоретичних принципів, категорій, концепцій та практичних методів створення та використання об'єктів математичного моделювання в енергетиці.

## Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК 10. Здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

ФК 11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

## Результати навчання

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПР 10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 32 год., самостійна робота – 86 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Курс інформатики середньої школи», «Курс математики середньої школи», «Курс вищої математики» «Прикладне програмне забезпечення в енергетиці».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Дисципліна викладається у вигляді презентацій, практичні заняття в інтерактивній системі Jupyter Notebook.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

Розділ 1. Наближені числа та функції

Тема 1. Вступ. Предмет, задачі та методи обчислювальної математики.

Предмет, мета та завдання дисципліни, методичні вказівки щодо її вивчення.

Тема 2. Наближені числа.

Основні джерела похибок. Абсолютна та відносна похибки.

Тема 3. Похибки обчислення функцій.

Оцінка похибки обчислення функції двох змінних. Оцінка похибки обчислення функції, заданої у неявному вигляді.

Тема 4. Наближення (апроксимація) функцій.

Поняття про наближення функції. Точкова апроксимація.

Тема 5. Наближення функцій многочленами Тейлора.

Обчислення значень многочлена за схемою Горнера.

Тема 6. Інтерполяційний многочлен Лагранжа.

Похибка інтерполяції. Лінійна інтерполяція.

### Тема 7. Многочлени Чебишева.

Вузли, що мінімізують похибку інтерполяції. Порівняння многочленів Лагранжа і Тейлора. Інтерполяція з рівновіддаленими вузлами.

### Тема 8. Кінцеві та розділені різниці.

Кінцеві різниці. Зв'язок між кінцевими різницями та похідними функції. Розділені різниці.

### Тема 9. Інтерполяційний многочлен Ньютона.

Перша інтерполяційна формула Ньютона. Друга інтерполяційна формула Ньютона. Застосування інтерполяційних формул для екстраполяції. Зворотна інтерполяція.

### Тема 10. Сплайни.

Способи задання нахилів інтерполяційного кубічного сплайна.

### Тема 11. Метод найменших квадратів.

Простір функцій. Основні поняття. Многочлени найкращого середньоквадратичного наближення. Середньоквадратичні наближення алгебраїчними многочленами. Ортогональні многочлени. Тригонометричні многочлени.

### Розділ 2. Чисельне диференціювання та інтегрування.

#### Тема 12. Чисельне диференціювання.

Постановка задачі. Похибка чисельного диференціювання. Чисельне диференціювання на основі першої формули Ньютона. Чисельне диференціювання за допомогою інтерполяційного многочлена Лагранжа.

#### Тема 13. Чисельне інтегрування.

Постановка задачі наближеного інтегрування функцій. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Формули Ньютона-Котеса вищих порядків.

#### Тема 14. Методи прямокутників та трапецій.

Узагальнений метод прямокутників. Метод трапецій. Узагальнений метод трапецій. Уточнені формули чисельного інтегрування.

#### Тема 15. Методи уточнення значень інтегралів.

Метод Сімпсона. Узагальнений метод Сімпсона. Використання сплайнів у чисельному інтегруванні. Схема Ейткена для уточнення значень інтегралів.

### Розділ 3. Чисельне розв'язання диференціальних рівнянь.

#### Тема 16. Чисельне розв'язання диференціальних рівнянь.

Постановка задачі. Метод Ейлера. Розв'язання системи диференціальних рівнянь I-го порядку. Розв'язання диференціальних рівнянь вищих порядків.

#### Тема 17. Модифіковані методи розв'язання диференціальних рівнянь.

Модифікований метод Ейлера. Метод Ейлера-Коші. Метод Рунге-Кутта. Багатокрокові методи розв'язання диференціальних рівнянь.

## Теми практичних занять

Тема 1. Абсолютна та відносна похибки.

Тема 2. Використання методів точкова апроксимації.

Тема 3. Використання многочлену Тейлора (задачі наближення функцій).

Тема 4. Використання многочлену Лагранжа (задачі інтерполяції).

Тема 5. Використання многочленів Чебишева (задачі інтерполяції з рівновіддаленими вузлами).

Тема 6. Використання многочлену Ньютона.

Тема 7. Використання сплайнів.

Тема 8. Використання чисельного диференціювання.

Тема 9. Використання чисельного інтегрування. (Узагальнений метод трапецій).

Тема 10. Чисельне розв'язання диференціальних рівнянь.

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

## Самостійна робота

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу, а саме:

- інтерполяція та апроксимація функцій в системі Scilab 6 (з відкритим кодом);
- чисельне розв'язання диференціальних рівнянь в системі Scilab 6;

- матричні обчислення в системі Scilab 6.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Андруник В. А. Чисельні методи в комп'ютерних науках навчальний посібник / В.А. Андруник, В. А.Висоцька, В. В.Пасічник, Л. Б. Чирун Л. Б., Л. В. Чирун – Львів: Видавництво «Новий світ -2000», 2017. – 470с. ISBN 978-617-7519-06-4.
2. Андруник В. А. Чисельні методи в комп'ютерних науках:навчальний посібник Том 2 за ред. В. В. Пасічника / В. А. Андруник, В. А.Висоцька, В. В.Пасічник, Л. Б. Чирун, Л. В. Чирун. – Львів: Видавництво «Новий світ -2000», 2020. – 536 с. ISBN 978-617-7519-12-5.
3. Лук'яненко С. О. Числові методи в інформатиці [Текст]: навч. посіб. / С.О. Лук'яненко. – Вид. 2-ге, доп. та випр.. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 160 с.

### Додаткова література

1. Прокопенко Ю. В. Обчислювальна математика [текст]: навч. посіб. / Ю. В. Прокопенко, Д.Д. Татарчук, В. А. Казміренко – К.: «Політехніка», 2013. – 224 с. ISBN 978-966-622-590-3.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%), яке складається з 10 практичних робіт.

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + 2 розв'язання задачі) та усна доповідь.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис  
30.08.2023

Завідувач кафедри  
Вадим СТАРІКОВ

Дата погодження, підпис  
30.08.2023

Гарант ОП  
Оксана ЛІТВІНЕНКО