

Силабус
обов'язкової навчальної дисципліни

Числові методи

(назва навчальної дисципліни)

Обов'язкова навчальна дисципліна

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма _____ **Технології програмування та комп'ютерне моделювання** _____
(назва програми)

Спеціальність _____ **113 – Прикладна математика** _____
(вказати: код, назва)

Галузь знань _____ **11 – Математика та статистика** _____
(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти _____ **перший (бакалаврський)** _____
(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

Факультет математики та інформатики _____
(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання _____ **українська** _____

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Розробники: завідувач кафедри ПМІТ, доктор фіз.-мат. наук, професор Бігун Ярослав Йосипович _____
(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

Профайл викладача) <http://pm.fmi.org.ua/employees/23583>
<http://pm.fmi.org.ua/employees/23591>

Контактний тел. _____ **0372-584857**

E-mail: y.bihun@chnu.edu.ua

Посилання на освітній контент:

В Google Classroom:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1sFeoTu3iLjFrqQSEzBuODLiUC-3xgmGa>

Сторінка курсу в Moodle

<https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=936>

Консультації Вівторок із 15.00 до 16.00

Онлайн- консультація:

Приєднатися через Google Meet meet.google.com/mgt-wqyd-yai

Анотація

У навчальній дисципліні «Числові методи» студентам пропонується освоїти елементи комп'ютерної арифметики, основні прямі та ітераційні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь, ітераційні методи для нелінійних рівнянь і систем, звернуто увагу на метод Ньютона та його модифікації; методи числового розв'язування проблеми власних значень. Наближенню функцій присвячені методи інтерполювання, зокрема сплайнами, і методом найменших квадратів Для розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь наведено однокрокові і багатокрокові методи, зокрема методи Рунге-Кутти і числове інтегрування жорстких систем. Розглянуто різницеві методи розв'язування лінійних і нелінійних звичайних диференціальних рівнянь із двоточковими крайовими умовами. Числові методи ілюструються на прикладах розв'язування типових задач.

Пререквізити

Навчальний курс ґрунтується на навчальних курсах, освоєних студентами на бакалаврському рівні вищої освіти, а саме, на курсах із диференціальних рівнянь, функціонального аналізу, математичного аналізу, програмування.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни: забезпечення студентів необхідними теоретичними знаннями і практичними навиками застосування числових методів при розв'язуванні та комп'ютерному моделюванні прикладних задач.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- вивчення базових понять комп'ютерної арифметики;
- оволодіння прямими й ітераційними методами розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- Числові методи розв'язування нелінійних рівнянь та систем;
- Обчислення власних значень і власних векторів матриці;
- Наближення функцій;
- Числове інтегрування та диференціювання;
- Числові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь;
- Числові методи розв'язування двоточкових крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.
-

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

В результаті вивчення дисципліни студент має набути таких **компетентностей**:

знати: елементи комп'ютерної арифметики, методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь, нелінійних рівнянь і систем, обчислення власних значень і власних векторів матриці. інтерполювання і наближення функцій сплайнами, середньоквадратичні наближення, методи числового диференціювання, числове інтегрування й застосування для побудови наближених розв'язків інтегральних рівнянь, однокрокові й багатокрокові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь з початковими умовами, числове інтегрування жорстких задач, числові методи розв'язування двоточкових лінійних та нелінійних крайових задач;

вміти: вибирати, модифікувати та застосовувати числові методи для розв'язування математичних задач, будувати для них обчислювальні алгоритми, аналізувати точність обчислювальних алгоритмів та досліджувати на стійкість, здійснювати програмну реалізацію числових методів та застосовуючи комп'ютерні системи, проводити аналіз одержаних результатів.

Знання, які студент отримає в результаті вивчення даної дисципліни, відіграватимуть важливу роль у процесі його професійного формування та зростання.

Під час вивчення дисципліни, відповідно до освітньо-професійної програми, формуються такі **загальні компетентності**:

ЗК01. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК08. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК10. Навички у використанні інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

Фахові компетентності:

ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

ФК06. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.

ФК08. Здатність використовувати сучасні технології програмування та тестування програмного забезпечення.

ФК12. Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу

науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.

Отримуються наступні **програмні результати навчання:**

ПРН02. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.

ПРН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

ПРН05. Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.

ПРН07. Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.

ПРН09. Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.

ПРН11. Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів.

ПРН13. Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.

ПРН14. Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.

ПРН 21. Досліджувати математичні моделі процесів якісними й аналітичними методами, застосовувати програмне забезпечення для їх комп'ютерного моделювання.

3. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3	5-6	9	270	60	-	-	60	150	-	Залік/екзамен
Заочна	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Змістовий модуль 1. Елементи комп'ютерної арифметики та методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь													
Тема 1. Елементи теорії похибок і комп'ютерної арифметики	15	3		4		8							
Тема 2. Прямі методи розв'язування систем лінійних рівнянь	12	3		4		5							
Тема 3. Обумовленість систем лінійних алгебраїчних рівнянь	8	2		0		6							
Тема 4. Ітераційні методи розв'язування систем лінійних рівнянь	14	4		4		6							
Разом за змістовим модулем 1	49	12		12		25							
Змістовий модуль 2. Числові методи розв'язування нелінійних рівнянь і систем та обчислення власних значень і власних векторів матриці													
Тема 1. Ітераційні методи розв'язу-	16	4		4		8							

вання нелінійних рівнянь												
Тема 2. Ітераційні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь	14	4		4		6						
Тема 3. Методи розв'язування повної проблема власних значень та власних векторів	13	2		2		9						
Тема 4. Степеневий метод розв'язування частинної проблеми власних значень та власних векторів	11	2		2		7						
Разом за змістовим модулем 2	54	12		12		30						
Змістовий модуль 3. Наближення функцій												
Тема 1. Інтерполяційні многочлени Лагранжа та Ньютона	15	3		2		10						
Тема 2. Інтерполяційні сплайни та середньоквадратичні наближення	17	3		4		10						
Разом за змістовим модулем 4	32	6		6		20						
Усього годин за 1-й семестр	135	30		30		75						
Змістовий модуль 4. Числове інтегрування та диференціювання												
Тема 1. Числове диференціювання	10	2		2		6						
Тема 2. Інтерполяційні квататурні формули та квататурні формули Ньютона-Котесса	17	4		4		9						
Тема 3. Наближене обчислення кратних інтегралів	9	2		2		5						
Разом за змістовим модулем 5	36	8		8		20						

Змістовий модуль 5. Числові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь											
Тема 1. Однокрокові числові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь	20	4		6		10					
Тема 2. Багатокрокові різницеві схеми та їх стійкість	20	4		6		10					
Тема 3. Різницеві методи розв'язування жорстких систем	8	2		0		6					
Разом за змістовим модулем 6	48	10		12		26					
Змістовий модуль 6. Числові методи розв'язування двоточкових крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь											
Тема 1. Зведення розв'язування крайової задачі до розв'язування задачі Коші	6	1		0		5					
Тема 2. Різницеві методи розв'язування лінійних крайових задач	15	3		4		8					
Тема 3. Різницеві методи розв'язування нелінійних двоточкових крайових задач	10	2		2		6					
Тема 4. Різницеві методи розв'язування рівнянь із частинними похідними	20	6		4		10					
Разом за змістовим модулем 6	51	12		10		29					
Усього годин за 2-й семестр	135	30		30		75					
Усього годин за 1-й і 2-й семестр	270	60		60		150					

3.5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Елементи комп'ютерної арифметики	4
2	Прямі та ітераційні методи розв'язування систем лінійних рівнянь	8
3	Числові методи розв'язування нелінійних рівнянь та систем	8
4	Власні значення і власні вектори матриці	4
5	Наближення функцій (інтерполювання, середньоквадратичні наближення)	6
6	Числове інтегрування та диференціювання	8
7	Однокрокові та багатокрокові методи числового розв'язування задачі Коші для ЗДР	8
8	Числові методи розв'язування крайових задач для лінійних і нелінійних ЗДР	8
9	Різницьові методи розв'язування рівнянь із частинними похідними	6
	Разом	60

3.7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Елементи комп'ютерної арифметики та теорії похибок	8
2	Прямі методи розв'язування систем лінійних рівнянь	5
3	Обумовленість систем лінійних алгебраїчних рівнянь	6
3	Ітераційні методи розв'язування систем лінійних рівнянь	6
4	Числові методи розв'язування нелінійних рівнянь	8
5	Числові методи розв'язування нелінійних систем	6
6	Обчислення власних значень і власних векторів матриць	16
7	Інтерполювання та середньоквадратичні наближення	20
8	Числове диференціювання та інтегрування	20
9	Однокрокові методи числового розв'язування задачі Коші для ЗДР	14
10	Багатокрокові методи числового розв'язування задачі Коші для ЗДР	13
11	Різницьові методи розв'язування жорстких систем	8
12	Зведення розв'язування крайової задачі до розв'язування задачі Коші	5
13	Різницьові методи розв'язування лінійних крайових задач	14
14	Числові методи розв'язування нелінійних крайових задач для ЗДР	6
	Разом	150

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів поточного, модульного та підсумкового контролю. Оцінювання здійснюється за програмним матеріалом навчальної дисципліни, засвоєння якого перевіряється пропонованими видами контролю.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять і перевірки самостійної роботи студентів, а також під час читання лекцій. Модульний контроль здійснюється за результатами виконаних модульних контрольних робіт та перевірки лабораторних робіт. Завданнями поточного та модульного контролю є перевірка рівня розуміння та засвоєння лекційного матеріалу, набуття практичних навичок і досвіду виконання індивідуальних і комплексних задач.

Завданням підсумкового контролю (заліку) у першому семестрі та екзамену у другому семестрі є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, здатності успішно розв'язувати поставлені практичні задачі та комплексно використовувати отримані знання.

Оцінювання знань здійснюється за 100-бальною шкалою. Результати роботи впродовж навчального семестру оцінюються в ході поточного та модульного контролю на інтервалі оцінок від 0 до 70 балів, а результати підсумкового контролю (екзамену) оцінюються максимум у 30 балів.

Загальна **підсумкова оцінка** з навчальної дисципліни виставляється за загальною сумою балів поточного та модульного контролю.

Розподіл балів з навчальної дисципліни На заліку

Поточне тестування та самостійна робота									Змістовний модуль №3	Залік	Сума		
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль №2									
T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4	T1	T2			
10	9	4	12		10	9	3	3	14	6		30	100

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

На екзамені

Семестровий контроль											Підсумковий тест (екзамен)	Сума	
Змістовий модуль 4			Змістовий модуль 5				Змістовий модуль 6						
T1	T2	T3	T1	T2	T3		T1	T2	T3	T4			
4	14	4	16	10	4		2	8	4	4		30	100

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
35-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Засобами оцінювання є:

- поточні опитування;
- тестування;
- модульні контрольні роботи;
- лабораторні роботи;
- індивідуальні завдання.

6. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

- перевірка виконання домашніх завдань;
- оцінки за усні поточні опитування;
- перевірка письмових модульних контрольних робіт;
- перевірка виконаних лабораторних робіт і проектів;
- перевірка виконаних індивідуальних завдань.

Формою підсумкового контролю у першому семестрі є залік, у другому семестрі – письмовий екзамен із обговоренням й аналізом виконаних у білеті завдань.

Академічна доброчесність: Роботи студентів мають бути їх самостійними та оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування, втручання в роботу інших студентів є прикладами академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в практичній (письмовій) роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від обсягу плагіату.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Пропуски занять мають бути обґрунтованими. Студенти зобов'язані дотримуватися встановлених термінів виконання усіх видів робіт, передбачених програмою навчального курсу.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем в освітніх цілях без права копіювання. Студенти заохочуються до використання інформаційних джерел, відкритих для доступу і яких немає серед рекомендованих.

7. Рекомендована література

Базова

1. Бігун Я.Й. Числові методи: навч. посібник. – Чернівці: Чернівецький національний ун-т, 2019. – 436 с.
2. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці, – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с.

Додаткова

1. Шахно С.М., Дудкевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 432 с.
2. Бойко Л.Т. Основи чисельних методів. Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. 244 с.
3. Програмування числових методів мовою Python: / А.В. Анісімов, А.Ю. Дорошенко, С.Д. Погорілий, Я.Ю. Дорогий. К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. 560 с.
4. Бігун Я.Й., Сергєєва Л.М. Числові методи: Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2008. 152 с.
5. Бігун Я.Й., Березовська І.В. Числові методи розв'язування нелінійних рівнянь і систем : Навч. посіб. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. 103 с.
6. Gautschi W. Numerical analysis. New York, Berlin, London: Springer Dordrecht Heidelberg, 2012. 588 p.
7. Quarteroni A., Sacco R., Saleri F. Numerical Mathematics. New York, Berlin, London: Springer Dordrecht Heidelberg, 2012. 588 p.
8. Hairer E., Norsett S. P., Wanner G. Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff and Differential-Algebraic Problems. Berlin: Springer-Verlag, 1993. 528 p.
9. Butcher J.C. Numerical methods for ordinary differential equations. John Wiley & Sons Ltd, 2008. 463 p.

8. Інформаційні ресурси

1. Методи Рунге-Кутти порядку 12-14 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL : <http://sce.uhcl.edu/rungekutta/>
2. Сторінка MATLAB на сайті The MathWorks [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://www.mathworks.com/>
3. Комп'ютерна система Mathematica14 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL : www.wolfram.com/
4. Навчальні посібники [Електронний ресурс]. Режим доступу: : https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1_A_Qzr5b2v9Y9ZzsPyR_fNDtCmE8kIX