

# «ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА прикладної математики та інформаційних технологій  
(повна назва кафедри)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи  
Б. Папірник

« 15 » \_\_\_\_\_ 2019 року



## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Чисельні методи

спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»
освітньо-професійна програма	«Комп'ютерні науки»
освітній ступінь	бакалавр
форма навчання	денна
розробник	Вельмагіна Наталя Олександрівна

### 1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Чисельні методи» належить до переліку нормативних навчальних дисциплін, забезпечує професійний розвиток бакалавра та спрямована на формування в майбутнього фахівця основних понять, теоретичних положень і методів які необхідні для вивчення спеціальних дисциплін. Програма курсу складається з наступних основних розділів: математичне моделювання; точність обчислювального експерименту; чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь, нелінійних рівнянь та систем; методи наближення функцій; чисельне інтегрування та диференціювання; чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.



## 2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			IV	
Всього годин за навчальним планом, з них:	120	4		
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	<b>54</b>		<b>54</b>	
лекції	24		24	
лабораторні роботи	14		14	
практичні заняття	16		16	
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	<b>66</b>		<b>66</b>	
підготовка до аудиторних занять	10		10	
підготовка до контрольних заходів	15		15	
виконання курсового проекту або роботи	-	-	-	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	11		11	
підготовка до екзамену	30	1	30	
<b>Форма підсумкового контролю</b>			екзамен	

## 3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни.** Метою викладання навчальної дисципліни «Чисельні методи» є засвоєння теоретичних основ дисципліни, формування у студентів практичних навичок щодо використання основних методів чисельного розв'язання складних математичних задач.

**Завдання дисципліни.** Основними завданнями вивчення дисципліни «Чисельні методи» є вивчення чисельних методів розв'язання складних математичних задач а також ознайомлення з сучасними інструментальними засобами реалізації чисельних методів.

**Пререквізити дисципліни.** Успішне опанування курсу «Чисельні методи» передбачає знання та навички з «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Математичний аналіз», «Диференційні рівняння» та інші.

**Постреквізити дисципліни.** Знання, які бакалаври отримують під час вивчення дисципліни «Чисельні методи», будуть використані при вивченні дисциплін спеціальності, а саме «Математичні методи дослідження операцій», «Теорія прийняття рішень», «Моделювання систем», «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» та інших.

**Компетентності** (відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» СВО ПДАБА 1226 – 2017):

**ІК.** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук, інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

**ЗК-1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК-2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК-3.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК-6.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК-7.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**СК-1.** Здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, інтерпретування отриманих результатів.



**СК-4.** Здатність опанувати сучасні технології математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти обчислювальні моделі та алгоритми чисельного розв'язання задач математичного моделювання з урахуванням похибок наближеного чисельного розв'язання професійних задач.

**Програмні результати навчання** (відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» СВО ПДАБА 1226 – 2017):

**РН-15.** Використовувати математичні пакети та розробляти програми реалізації чисельних методів, обгрунтовано вибирати чисельні методи при розв'язанні інженерних задач в процесі проектування та моделювання інформаційних і програмних систем і технологій, оцінювати ефективність чисельних методів, зокрема збіжність, стійкість та трудомісткість реалізації.

**Заплановані результати навчання:**

- знати програмний матеріал з чисельних методів;
- застосовувати базові знання з дисципліни під час розв'язання прикладних і наукових завдань;
- виконувати необхідні розрахунки в професійній діяльності.

**знати:** теоретичні основи чисельних методів; інструментальні засоби реалізації чисельних методів.

**вміти:** проводити аналіз предметної області для застосування чисельних методів; аналізувати та вибирати обчислювальні методи для розв'язання задач; користуватись інструментальними засобами реалізації чисельних методів.

**Методи навчання** – практичний, наочний, словесний, робота з книгою. Практичних навичок студенти набувають на аудиторних лекційних, практичних та лабораторних заняттях.

**Форми навчання** – аудиторна, позааудиторна, індивідуальна.

#### 4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб.	с.р
<b>Змістовий модуль 1. Точність обчислювального експерименту. Чисельні методи лінійної та нелінійної алгебри.</b>					
Математичне моделювання.	3	2			1
Точність обчислювального експерименту.	9	2	2	2	3
Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)	10	2	2	2	4
Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь та систем.	12	2	2	4	4
Розв'язання задач на власні значення.	6	2			4
Методи наближення функцій.	5	2			3
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>19</b>
<b>Змістовий модуль 2. Методи наближення функцій. Чисельне інтегрування та диференціювання.</b>					
Методи наближення функцій.	6		2	2	2
Чисельне інтегрування.	8	2	2	2	2
Чисельне диференціювання.	6	2	2		2
Методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь.	5	2			3
Чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.	8	2	2	2	2

Інтегральні рівняння.	5	2			3
Методи математичної фізики.	7	2	2		3
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>17</b>
Підготовка до екзамену	30				30
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>66</b>

## 5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	<b>Математичне моделювання.</b> Моделювання. Математичне моделювання. Обчислювальний експеримент. Етапи рішення задач на комп'ютері. Зв'язок чисельних методів з іншими дисциплінами. Зміст курсу. Розвиток чисельних методів.	2
2	<b>Точність обчислювального експерименту.</b> Елементи теорії похибок. Основна задача теорії похибок. Наближені числа та їх похибки. Різні види похибок та причини їх появи. Зменшення дохибок. Стійкість, коректність та збіжність рішень.	2
3	<b>Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР).</b> Загальні відомості про методи розв'язання СЛАР. Класифікація методів розв'язання СЛАР. Прямі методи розв'язання СЛАР. Ітераційні методи розв'язання СЛАР. Розв'язання СЛАР великої розмірності.	2
4	<b>Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь та систем.</b> Класифікація нелінійних рівнянь. Постановка задачі чисельного розв'язання нелінійних рівнянь. Методи відокремлення коренів нелінійних рівнянь. Методи уточнення коренів нелінійних рівнянь. Чисельні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь.	2
5	<b>Розв'язання задач на власні значення.</b> Основні відомості. Обчислення власних значень і власних векторів матриці.	2
6	<b>Методи наближення функцій.</b> Методи інтерполяції функцій. Інтерполяційний многочлен. Сплайн - інтерполяція. Нелінійна інтерполяція. Апроксимація функцій. Загальний випадок середньквдратичної апроксимації. Апроксимація сплайнами. Екстраполяція та наближення функцій.	2
7	<b>Чисельне інтегрування.</b> Загальні положення. Квадратурні формули. Формула середніх (метод прямокутників). Формула трапецій (метод трапецій). Формула Симпсона (метод Симпсона). Формули Ейлера - Маклорена та Гаусса-Кристоффеля. Метод згущення сіток. Кубатурні формули.	2
8	<b>Чисельне диференціювання.</b> Загальні положення. Похідна многочлена Ньютона. Диференціювання інших апроксимацій. Некоректність чисельного диференціювання.	2
9	<b>Методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь.</b> Чисельне диференціювання та інтегрування функцій.	2
10	<b>Чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.</b> Звичайні диференційні рівняння. Однокрокові методи розв'язання диференційних рівнянь. Багатокрокові методи розв'язання диференційних рівнянь. Неявні методи розв'язання жорстких задач. Крайові задачі для звичайних диференційних рівнянь.	2
11	<b>Інтегральні рівняння.</b> Коректні задачі. Елементи теорії. Метод сіток.	2



	Метод Гальоркіна. Некоректні задачі. Регуляризація. Варіаційний метод регуляризації. Різницеві методи.	
12	<b>Методи математичної фізики.</b> Розв'язання рівнянь з частинними похідними (метод сіток, метод скінченних елементів, прямі та ітераційні методи). Різницеві методи розв'язання параболічних рівнянь. Методи розв'язання гіперболічних рівнянь. Методи розв'язання еліптичних рівнянь.	2

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Точність обчислювального експерименту.	2
2	Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)	2
3	Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь та систем.	2
4	Методи наближення функцій.	2
5	Чисельне інтегрування.	2
6	Чисельне диференціювання.	2
7	Чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.	2
8	Методи математичної фізики.	2

## 7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Точність обчислювального експерименту.	2
2	Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)	2
3,4	Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь та систем.	4
5	Методи наближення функцій.	2
6	Чисельне інтегрування.	2
7	Чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.	2

## 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1	підготовка до аудиторних занять	10
2	підготовка до контрольних заходів	15
3	виконання курсового проекту або роботи	-
4	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Розв'язання СЛАР великої розмірності.</li> <li>- Обчислення власних векторів матриці.</li> <li>- Нелінійна інтерполяція.</li> <li>- Формули Ейлера - Маклорена та Гаусса-Кристоффеля. Метод згущення сіток. Кубатурні формули.</li> <li>- Регуляризація. Варіаційний метод регуляризації. Різницеві методи.</li> </ul>	2 2 2 1 2

	- Методи розв'язання гіперболічних рівнянь. Методи розв'язання еліптичних рівнянь.	2
5	підготовка до екзамену	30

## 9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний, практична перевірка.

## 10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Контроль успішності студента здійснюється за допомогою 100-бальної системи оцінювання, що має відповідні оцінки в національній шкалі і шкалі ECTS.

### - з поточного контролю (з окремих змістових модулів):

Кожен змістовий модуль оцінюється з розрахунку 100 балів. Ця максимальна кількість балів може бути отримана, якщо всі лабораторні роботи виконані і захищені в строки. За кожен роботу нараховуються бали з розрахунку максимально 100 балів.

Змістовий модуль №1 Точність обчислювального експерименту. Чисельні методи лінійної та нелінійної алгебри:

- лабораторна робота 1 «Точність обчислювального експерименту»;
- лабораторна робота 2 «Чисельні методи лінійної алгебри»;
- лабораторна робота 3 «Чисельні методи нелінійної алгебри».

Змістовий модуль №2 Методи наближення функцій. Чисельне інтегрування та диференціювання:

- лабораторна робота 4 «Методи наближення функцій»;
- лабораторна робота 5 «Чисельне інтегрування»;
- лабораторна робота 6 «Чисельне диференціювання».

**Бали за змістовий модуль №1 і №2 нараховуються як середньоарифметичне лабораторних робіт, які виконувались протягом змістового модуля.**

### **Лабораторна робота** (максимальна кількість балів – 100):

- оцінювання виконання роботи та її оформлення 60 балів:
  - 60 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; практичні розрахунки виконані послідовно; проведено аналіз результатів; практична робота виконана охайно;
  - 50-59 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; практичні розрахунки виконані, але порушена послідовність виконання завдання; не проведено аналіз результатів; практична робота виконана охайно;
  - 40-49 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; при виконанні практичних розрахунків допущені помилки, але отримано в цілому правильні результати; аналіз результатів відсутній;
  - 30-39 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; при виконанні практичних розрахунків допущені помилки, але отримано в цілому правильні результати; не проведено аналіз результатів; практична робота виконана неохайно;
  - 20-29 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; при виконанні практичних розрахунків допущені помилки та порушена послідовність виконання завдання; не всі отримані результати є правильними; практична робота виконана неохайно;



- 10-19 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; наявне порушення послідовності розрахунків і мають місце помилки у розрахунках; майже всі отримані результати є неправильними; практична робота виконана неохайно;
- 1-9 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; наявне порушення послідовності розрахунків і мають місце помилки у розрахунках; всі отримані результати є неправильними; практична робота виконана неохайно;

– відповідь на теоретичні питання 40 балів (20 балів×2 питання):

- 20 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, правильну відповідь на теоретичне питання;
- 13-19 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, загалом правильну відповідь на теоретичне питання, але окремі пункти відповіді не повністю розкривають суть питання і потребують уточнень;
- 7-12 балів ставиться за відповідь на теоретичне питання, в якій не повністю розкривається суть поставленого питання; в визначеннях та доказах відсутня логічна послідовність, що свідчить про недостатнє засвоєння студентом теоретичного матеріалу;
- 1-6 балів ставиться за відсутність конкретних відповідей на питання, в представленій відповіді відсутня доказова база, також відповідь носить безсистемний характер і свідчить про відсутність у студента мінімум знань з дисципліни.

**- екзамену (максимальна кількість балів – 100):**

Екзамен проводиться в письмовій формі у вигляді відповідей на білети, що містять теоретичні і практичні запитання з вивченого матеріалу дисципліни. Білет містить чотири питання (два теоретичних і два практичних завдання).

– відповідь на теоретичне питання 56 бала (28 балів×2 питання):

- 28 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, правильну відповідь на теоретичне питання;
- 20-27 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, загалом правильну відповідь на теоретичне питання, але окремі пункти відповіді не повністю розкривають суть питання і потребують уточнень;
- 10-19 ставиться за відповідь на теоретичне питання, в якій не повністю розкривається суть поставленого питання; в визначеннях та доказах відсутня логічна послідовність, що свідчить про недостатнє засвоєння студентом теоретичного матеріалу;
- 1-9 балів ставиться за відсутність конкретних відповідей на питання, в представленій відповіді відсутня доказова база, також відповідь носить безсистемний характер і свідчить про відсутність у студента мінімум знань з дисципліни;

– виконання практичних завдань 64 бала (32 бала×2 питання):

- 31-32 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання; практичні розрахунки виконані послідовно; проведено аналіз результатів; завдання виконана охайно;
- 20-30 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання, а при виконанні практичних розрахунків допущені помилки або порушена послідовність виконання завдання; отримано в цілому правильні результати та проведено їх аналіз;

- 10-19 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав завдання, а при виконанні практичних розрахунків допущені помилки або порушена послідовність виконання завдання; отримано в цілому правильні результати;
- 1-9 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав завдання; наявне порушення послідовності розрахунків і мають місце помилки у розрахунках; майже всі отримані результати є неправильними.

**Підсумкова оцінка з дисципліни** розраховується як середня між підсумковою оцінкою змістових модулів 1 та 2 та оцінкою екзамену.

**Порядок зарахування пропущених занять.** Пропущена лекція відпрацьовується підготовкою реферату відповідно до теми пропущеного заняття та його захистом. Пропущені практичні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної практичної роботи самостійно та її захистом. Зміни в нарахуванні балів у випадках несвоєчасного виконання завдань не відбувається.

## 11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри: Навч. посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 250 с.
2. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов: Учеб. пособие. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 304 с.
3. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с.
4. Численные методы: в 2 кн. Кн. 1. Численный анализ. / Н.Н. Калиткин, Е.А. Альшина. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с.
5. Численные методы: в 2 кн. Кн. 2. Методы математической физики. / Н.Н. Калиткин, П.В. Корякин. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с.
6. Ісаханов Г.В., Чорний С.М. Чисельні методи розв'язання задач будівництва: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 374 с.

### Допоміжна

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2008. – 640 с.
2. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижиков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. Учеб. Пособие. / Под ред. В.А. Садовниченко. – М.: Высш. шк., 2000. – 190 с.
3. Вержбицкий В.М. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Высш. шк., 2000. – 382 с.
4. Дэннис Дж., мл., Шнабель Р. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. – М.: Мир, 1988. – 440 с.
5. Манжиров А.В., Полянин А.Д. Методы решения интегральных уравнений: Справочник. – М.: «Факториал», 1999. – 272 с.
6. Ортега Дж., Рейнболдт В. Итерационные методы решения нелинейных систем уравнений со многими неизвестными. - М.: Мир, 1975. – 560 с.
7. Рыжиков Ю.И. Вычислительные методы. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007.— 400 с.



## 12. INTERNET-РЕСУРСИ

1. EqWorld. МИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ (Електронний ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm>
2. mexalib (Електронний ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://mexalib.com/cats/>
3. Открытая группа «Численные методы и программирование» (Електронний ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http://vk.com/comp\\_science](http://vk.com/comp_science)

Розробник \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (Н. О. Вельмагіна)

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (Н. М. Єршова)

Силабус затверджено на засіданні кафедри прикладної математики та інформаційних технологій

Протокол від «12» жовтня 2019 року № 3