

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ "ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА"**

Фізико-технічний факультет  
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
АЛГОРИТМИ І МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ**

Освітня програма	Комп'ютерна інженерія
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від "26" серпня 2020 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Алгоритми і методи обчислень
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти
<b>Викладач (-і)</b>	доцент, кандидат фізико-математичних наук Терлецький Андрій Іванович
<b>Контактний телефон викладача</b>	0991930469
<b>E-mail викладача</b>	andrii.terletskyi@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Семестровий
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pnu.edu.ua/">http://www.d-learn.pnu.edu.ua/</a>
<b>Консультації</b>	відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки, через електронну пошту andrii.terletskyi@pnu.edu.ua
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Дисципліна "Алгоритми і методи обчислень" належить до переліку обов'язкових дисциплін за освітнім рівнем "бакалавр, що пропонуються в рамках циклу професійної та практичної підготовки студентів за освітньо-професійною програмою "Комп'ютерна інженерія". Вона забезпечує формування навиків та умінь постановки задач обчислювальної математики, вибору ефективних алгоритмів, методів програмування, використання математичних пакетів для розрахунків, аналізу та інтерпретації результатів обчислення. Значна увага приділяється класичним методам розв'язування рівнянь та їхніх систем, чисельним методам інтерполяції, диференціювання та інтегрування функцій, а також розв'язуванню диференціальних рівнянь.</p> <p>Силабус навчальної дисципліни "Алгоритми і методи обчислень" складено відповідно до освітньо-професійної програми "Комп'ютерна інженерія" підготовки бакалаврів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія".</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p><b>Метою</b> викладання дисципліни є ознайомлення та засвоєння студентами знань щодо основних принципів розробки алгоритмів, які використовують для вирішення практичних обчислювальних задач, а також вивчення методів постановки та розв'язування чисельних задач на ЕОМ, ознайомлення з основними джерелами похибок і підходами до їх оцінки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:</p> <p><b>знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципи та алгоритми сучасних обчислювальних методів;</li> <li>– методи оцінювання часу виконання алгоритмів;</li> <li>– методи та технології розробки та оцінювання алгоритмів;</li> <li>– методи обчислень стійкі до похибок.</li> <li>– способи та методи розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем;</li> <li>– методи інтерполяції функцій;</li> <li>– методи чисельного диференціювання та інтегрування;</li> <li>– методи чисельного розв'язування диференціальних рівнянь;</li> </ul> <p><b>вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– володіти методами та технологіями розробки та оцінювання алгоритмів;</li> <li>– вибирати та обґрунтовувати методи обчислень стійких до похибок;</li> <li>– застосовувати методи та алгоритми оптимального розв'язування задач інтерполяції;</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>– володіти методами обчислення нелінійних рівнянь;</li> <li>– розв'язувати систем лінійних алгебраїчних рівнянь;</li> <li>– здійснювати вибір методу інтегрування та аналізу похибок;</li> <li>– володіти методами обчислень диференціальних рівнянь;</li> <li>– ставити та вирішувати оптимізаційні задачі.</li> </ul>						
<b>4. Компетентності</b>						
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>						
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.						
ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.						
ЗК7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.						
<b>Спеціальні (фахові) компетентності</b>						
Р7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.						
Р15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.						
<b>5. Результати навчання</b>						
N1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.						
N7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.						
N8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.						
N9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.						
N16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.						
<b>6. Організація навчання курсу</b>						
Обсяг курсу						
Вид заняття				Загальна кількість годин		
лекції				32		
семінарські заняття / практичні / <u>лабораторні</u>				32		
самостійна робота				116		
<b>Ознаки курсу</b>						
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)		Нормативний / вибірковий		
5	123 Комп'ютерна інженерія	3		професійної підготовки		
<b>Тематика курсу</b>						
Тема, план		Форма заняття	Літерату- ра	Кількість годин	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Змістовий модуль 1. Методи розв'язування рівнянь та їхніх систем</b>						
Тема 1. Побудова та аналіз алгоритмів. Визначення часу виконання програм. Асимптотичні співвідношення. Обмеженість показника степені росту.		лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	1	Згідно з розкладом
Тема 2. Методи аналізу алгоритмів. Ефективність алгоритмів. Аналіз рекурсивних програм та рішення рекурсивних співвідношень.		лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	1	Згідно з розкладом
Тема 3. Математичне моделювання та		лекція	1, 3, 5, 6,	2	1	Згідно з

обчислювальний експеримент. Чисельні методи як розділ сучасної математики.		7, 8,			розкладом
Тема 4. Похибки обчислень. Класифікація похибок. Абсолютна та відносна похибки числа та функції. Пряма та обернена задачі теорії похибок. Нестійкі алгоритми. Чутливість деяких обчислювальних задач. Особливості машинної арифметики.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Тема 5. Задачі лінійної алгебри. Приклади задач, які потребують розв'язування систем лінійних алгебричних рівнянь. Метод Крамера. Особливості застосування методу Крамера.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	1	Згідно з розкладом
Тема 6. Задачі лінійної алгебри. Метод Гауса розв'язування систем лінійних алгебричних рівнянь. Схема єдиного ділення. Метод Гауса з вибором головного елемента.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	1	Згідно з розкладом
Тема 7. Ітераційні методи. Стаціонарні та нестаціонарні методи. Теореми сходимості. Принцип стискаючих відображень. Метод Якобі. Метод Гауса-Зейделя. Зведення системи рівнянь до гарантовано збіжного ітераційного рівняння.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Тема 8. Задачі нелінійної алгебри. Обчислення коренів нелінійних рівнянь. Відділення коренів. Метод поділу пополам. Метод пропорційного поділу. Метод простої ітерації. Умови збіжності ітераційних процесів. Метод релаксації. Звичайний та модифікований метод Ньютона.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Тема 9. Задачі нелінійної алгебри. Комбінований метод хорд. Двокрокові методи. Метод січних. Метод Стефенсона. Метод Вегстейна.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Модульний контроль 1			18	13	
<b>Змістовий модуль 2. Чисельне інтегрування та диференціювання</b>					
Тема 10. Методи наближення функцій. Інтерполяція алгебричними многочленами. Поліноми Лагранжа і Ньютона. Оцінка похибки інтерполяції. Многочлени Чебишева. Оптимізація похибки інтерполяції.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Тема 11. Апроксимація методом найменших квадратів. Існування найкращого наближення. Многочлен найкращого наближення. Метод найменших квадратів.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом

Тема 12. Розв'язування диференціальних рівнянь. Метод Пікара. Метод ламаних. метод малого параметра. Схеми Рунге-Кутта. Метод Адамса.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Тема 13 Методи розв'язування задачі Коші. Формула Тейлора. Апроксимація, стійкість збіжність. Теорема Рябенського-Лакса. Метод Ейлера та його модифікації.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Тема 14. Чисельне диференціювання. Постановка задачі. Формули чисельного диференціювання для рівновіддалених та нерівновіддалених вузлів.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	1	Згідно з розкладом
Тема 15. Чисельне диференціювання Чисельне диференціювання на основі інтерполяційних формул Лагранжа і Ньютона. Безрізницеві формули. Метод Рунге-Ромберга.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	1	Згідно з розкладом
Тема 16. Чисельне інтегрування. Інтерполяційні квадратурні формули. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Формула прямокутників та трапецій. Формула Сімсона.	лекція	1, 3, 5, 6, 7, 8,	2	2	Згідно з розкладом
Модульний контроль 2			14	12	Згідно з розкладом
<b>Лабораторні роботи</b>					
Тема 1. Відокремлення коренів рівняння. Уточнення кореню методом поділу відрізка пополам.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 2. Уточнення кореню методом Ньютона.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 3. Уточнення кореню методом хорд.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 4. Уточнення кореню комбінованим методом.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 5. Уточнення кореню методом ітерації.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 6. Розв'язування систем лінійних рівнянь методом Крамера.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 7. Розв'язування систем лінійних рівнянь методом послідовного виключення змінних (методом Гауса).	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 8. Розв'язування систем лінійних рівнянь матричним методом.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом

Тема 9. Метод простої ітерації для розв'язування систем лінійних рівнянь.	Лабораторна робота	1, 5	2	4	Згідно з розкладом
Тема 10. Розв'язування задач лінійного програмування. Знаходження оптимального рішення.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 11. Розв'язування задач лінійного програмування. Використання симплекс-таблиць.	Лабораторна робота	1, 5	2	3	Згідно з розкладом
Тема 12. Чисельне інтегрування функції. Формула трапецій. Метод Сімпсона.	Лабораторна робота	1, 5	2	4	Згідно з розкладом
Тема 13. Метод найменших квадратів.	Лабораторна робота	1, 5	2	4	Згідно з розкладом
Тема 14. Розв'язування звичайних диференціальних рівнянь методом Ейлера.	Лабораторна робота	1, 5	2	4	Згідно з розкладом
Тема 15. Розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Формули Рунге-Кутта першого і другого порядку точності.	Лабораторна робота	1, 5	4	4	Згідно з розкладом
Контроль лабораторних робіт			32	50	Упродовж семестру згідно з розкладом
<b>Самостійна робота студентів</b>					
Тема 1. Роль комп'ютерно-орієнтованих чисельних методів в дослідженні складних математичних моделей.	Самостійна робота	6, 7, 8	9	2	Упродовж семестру
Тема 2. Похибки подання чисел з рухомою комою. Задачі обчислювальної алгебри. Прямі та ітераційні методи.	Самостійна робота	6, 7, 8	9	2	Упродовж семестру
Тема 3. Неувязки. Ітераційний метод уточнення неувязок. Метод квадратних коренів. Векторні та матричні норми. Число узгодження матриці. Обчислення визначників. Обернення матриці. Метод ортогоналізації. Зумовленість матриці	Самостійна робота	6, 7, 8	10	2	Упродовж семестру
Тема 4. Канонічна форма ітераційних методів. Збіжність. Метод релаксації. Метод найшвидшого спуску. Метод мінімальних неув'язок. Метод узгоджених градієнтів. Метод Монте-Карло.	Самостійна робота	6, 7, 8	10	2	Упродовж семестру
Тема 5. Розв'язування систем нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації. Метод Зейделя. Метод Ньютона. Метод спуску. Умови збіжності методів.	Самостійна робота	6, 7, 8	9	2	Упродовж семестру

Тема 6. Елементи лінійного програмування. Постановка задачі. Підходи до вирішення задачі лінійного програмування. Симплекс-метод. Симплекс-таблиці. Відшукування первинного базису.	Самостійна робота	6, 7, 8	9	2	Упродовж семестру
Контроль самостійної роботи			50	12	Згідно з розкладом
Тема 7. Ущільнення таблиць функцій за схемою Горнера. Сплайни. Побудова кубічного сплайну. Апроксимація кривими Безьє.	Самостійна робота	6, 7, 8	8	1	Упродовж семестру
Тема 7. Відшукування наближеної функції у вигляді елементарних нелінійних функцій. Апроксимація функцій багатьох змінних. Елементи математичної статистики. Кореляція та регресія.	Самостійна робота	6, 7, 8	8	1	Упродовж семестру
Тема 8. Розв'язування диференціальних рівнянь. Оцінка похибки. Поняття сіткової функції. Прості оператори кінцевих різниць. Краєві задачі.	Самостійна робота	6, 7, 8	8	2	Упродовж семестру
Тема 9. Однокрокові та багатокрокові методи. Методи Рунге-Кутта. Методи з контролем похибки на кожного кроку. Методи Адамса. Метод невизначених коефіцієнтів побудови схем підвищеної точності.	Самостійна робота	6, 7, 8	8	2	Упродовж семестру
Тема 10. Формули чисельного інтегрування методами Гауса та Чебишова. Похибки. Правило Рунге оцінювання похибки. Обчислення інтегралів методом Монте-Карло.	Самостійна робота	6, 7, 8	8	2	Упродовж семестру
Тема 11. Розв'язування інтегральних рівнянь. Інтегральні рівняння Фредгольма і Вольтера першого і другого родів. Квадратурний метод розв'язування. Огляд інших методів.	Самостійна робота	6, 7, 8	8	2	Упродовж семестру
Тема 12. Алгоритмічні стратегії. Алгоритми "поділяй та владарюй". Множення довгих цілочисельних значень. Складання графіку проведення тенісного турніру. Динамічне програмування. Задача триангуляції.	Самостійна робота	2, 4	9	1	Упродовж семестру
Тема 13. Евристичні алгоритми. "Ненаситні" алгоритми. Пошук з поверненням. Функції виграшу. Альфа-бета відтинання. Метод гілок та границь. Обмеження евристичних алгоритмів. Алгоритми локального пошуку. Локальні та глобальні оптимальні рішення. Задача комівояжера.	Самостійна робота	2, 4	9	2	Упродовж семестру

Контроль самостійної роботи		66	13	Згідно з розкладом
Підсумковий контроль (залік)		180	100	Останнє заняття в семестрі

### 7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі ("відмінно" - 5, "добре" - 4, "задовільно" - 3, "незадовільно" - 2), отримані студентами, записують у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль (сума балів за окремий змістовий модуль)</i> проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі заліку.</p> <p><i>Залік</i> – форма підсумкового контролю, що полягає в оцінюванні засвоєння здобувачем навчального матеріалу з певної дисципліни, і складається із зданих залікових змістових модулів, виконаних тестових завдань, ситуаційних робіт, опрацьовання завдань робочих зошитів, тематичних рефератів, лабораторних робіт тощо, передбачених навчальною програмою.</p>		
	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова роботи виконується у формі тестових завдань. Кількість тестових завдань 25.
Практичні/лабораторні заняття	<p>Після узагальнення (вступного слова) викладач дає відповіді на окремі теоретичні запитання, які виникли в студентів у процесі підготовки до заняття. Зазвичай з кожної теми лекційного курсу на лабораторні заняття виносять індивідуалізовані теми комплексного характеру, які дають змогу студенту ширше застосувати здобуті знання та підготуватися до самостійного виконання домашнього завдання.</p> <p>Для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу студенти виконують тестові завдання.</p> <p>До початку лабораторної роботи студент має отримати допуск на основі тестових завдань (10 запитань). На лабораторній роботі кожен студент отримує інструкцію до виконання. Після завершення роботи студент здає файл Excel з алгоритмом розв'язування задачі.</p>
Умови допуску до підсумкового контролю	<p>Студент допускається до складання заліку, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Студент не допускається до складання заліку, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.</p> <p>Напередодні заліку викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.</p>
<b>8. Політика курсу</b>	
<p>Студент зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.</p> <p>Пропущена лекція відпрацьовується студентом самостійно, у вигляді тесту за темою заняття.</p> <p>Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінює викладач.</p> <p>У випадку, коли студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів.</p> <p>Можливе зарахування результатів неформальної освіти згідно з Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника".</p> <p><b>Політика академічної поведінки і етики</b></p> <p>Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.</p> <p>Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.</p> <p>Плагіат та академічна недобросовісність несумісні з принципами діяльності ЗВО.</p> <p>Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю.</p> <p>Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими електронними</p>	

засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.

## 9. Рекомендована література

### Базова

1. Любчак В. О. Методи та алгоритми обчислень : навч. посіб. / [В. О. Любчак, Л. Д. Назаренко]. – Суми : СумДУ, 2008. – 313 с.
2. Глибовець М. М. Основи комп'ютерних алгоритмів: Монографія / [М. М. Глибовець]. – К.: КМ Академія, 2003. – 452 с.
3. Шаповаленко В. А. Чисельні методи та моделювання на ЕОМ: навч. посібник. Ч.1. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь / [В. А. Шаповаленко, Л. М. Буката, О. Г. Трофименко]. – Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2010. – 88 с.
4. Ракин В. И. Практическое руководство по методам вычислений с применением программ для персональных компьютеров / [В. И. Ракин, В. Е. Первушин]. – М.: Высшая школа, 1998.
5. Заварыкин В. М. Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. пед. ин-тов / [В. М. Заварыкин, В. Г. Житомирский, М. П. Лапчик]. – М.: Просвещение, 1990. – 176 с.
6. Демидович Б. П. Основы вычислительной математики / [Б. П. Демидович, И. А. Марон]. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1966. – 644 с.
7. Калиткин Н. Н. Численные методы / [Н. Н. Калиткин]. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. – 512 с.
8. Березин И. С. Методы вычислений (в 2-х томах). Т.2 / [И. С. Березин, Н. П. Жидков]. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. – 620 с.

### Допоміжна

9. Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах: учеб. пособие / [В. И. Киреев, А. В. Пантелеев]. – М.: Высш. шк., 2008. – 480 с.
10. Самарский А. А. Численные методы: учеб. пособие для вузов / [А. А. Самарский, А. В. Гулин]. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 432 с.
11. Шарый С. П. Курс вычислительных методов: учеб. пособие / [С. П. Шарый]. – Новосибирск: Изд-во. НГУ, 2013. – 498 с.
12. Тыртышников Е. Е. Методы численного анализа: учеб. пособие для студ. вузов / [Е. Е. Тыртышников]. – М.: Академия, 2006. – 291 с.
13. Распопов В. Е. Численный анализ: учеб. пособие / [В. Е. Распопов, М. М. Клуникова, В. А. Сапожников]. Красноярск: Изд-во КГУ, 2005. – 87 с.
14. Амосов А. А. Вычислительные методы для инженеров: учеб. пособие / [А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова]. – М.: Высш. шк., 1994. – 544 с.
15. Благовещенский Ю. В. Вычисление элементарных функций на ЭВМ / [Ю. В. Благовещенский, Теслер Г. С.]. – К.: Техніка, 1977. – 208 с.
16. Вержбицкий В. М. Основы численных методов / [В. М. Вержбицкий]. – М.: Высшая школа, 2002.

Викладач

Терлецький А.І.