

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Код: 6

2. Назва: Методи обчислень;

3. Тип: *обов'язкова*;

4. Рівень вищої освіти: *I (бакалаврський)*;

5. Рік навчання, коли пропонується дисципліна: 1;

6. Семестр, коли вивчається дисципліна: 1-2;

7. Кількість встановлених кредитів ЄКТС: 8 ;

8. Прізвище, ініціали лектора/лекторів, науковий ступінь, посада: Гладка О.М., канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій та економічної кібернетики;

9. Результати навчання: *після вивчення дисципліни студент повинен бути здатним:*

- володіти основними поняттями, що пов'язані з методами обчислень; знати постановки типових математичних задач;
- виконувати дії з наближеними числами; оцінювати похибки результатів;
- застосовувати числові методи лінійної та нелінійної алгебри; розв'язувати лінійні та нелінійні рівняння і системи рівнянь; знаходити власні значення;
- застосовувати числові методи наближення функцій; будувати інтерполяційні многочлени та апроксимаційні формули;
- знати методи числового диференціювання та інтегрування функцій; будувати формули числового диференціювання і інтегрування;
- знати числові методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь; знаходити числовий розв'язок задачі Коші;
- знати числові методи розв'язання крайових задач; застосовувати різницеві методи до розв'язування крайових задач;
- здійснювати обґрунтований вибір числового методу для вирішення практичної задачі;
- обґрунтувати збіжність і стійкість числового методу; надати його геометричну інтерпретацію;
- застосовувати розроблені чи стандартні програми, що реалізують відповідні числові методи, для знаходження розв'язків математичних задач.

10. **Форми організації занять:** *навчальне заняття, самостійна робота, практична підготовка, контрольні заходи;*

11. • **Дисципліни, що передують вивченню зазначеної дисципліни:** наявність попередніх знань з шкільного курсу математики та основ інформатики.

• **Дисципліни, що вивчаються паралельно з цією:** «Вища математика», «Комп'ютерна дискретна математика», «Програмування».

• **Дисципліни, для вивчення яких обов'язкові знання даної навчальної дисципліни:** «Теорія ймовірностей і матем. статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Символьні обчислення та комп'ютерна алгебра», «Теорія прийняття рішень».

12. **Зміст курсу:** Предмет та задачі обчислювальної математики. Методи обчислень. Основні джерела похибок та їх класифікація. Абсолютна та відносна похибки наближеного значення числа. Дії з наближеними числами. Пряма та обернена задачі теорії похибок. Представлення лінійної алгебраїчної системи у матричній формі. Методи розв'язання СЛАР. Прямі методи розв'язання СЛАР. Метод Гауса класичний, модифікований. Метод Жордана-Гауса. Стійкість та точність прямих методів. Метод LU-факторизації. Метод QR-факторизації. Розклад симетричної додатньо-визначеної матриці на трикутні. Метод квадратних коренів (Холецького). Побудова ітераційних методів у загальному випадку. Метод простих ітерацій Якобі. Метод покращених ітерацій Зейделя. Метод верхньої релаксації. Достатні умови збіжності ітераційних методів. Обчислення власних значень та власних векторів матриць. Метод безпосереднього розгортання. Ітераційні методи обчислення власних значень та власних векторів. Метод обертання в повній проблемі власних значень матриць. Алгоритм методу обертання. Концепція методів розв'язування нелінійних рівнянь з однією змінною. Відокремлення коренів. Метод дихотомії. Метод хорд (січних). Метод дотичних (Ньютона). Комбінований метод хорд та дотичних. Геометрична інтерпретація методів хорд та дотичних. Метод простої ітерації розв'язування нелінійних рівнянь з однією змінною. Умови збіжності методу. Наближене розв'язування систем нелінійних рівнянь. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона.

Нелінійні методи Якобі та Зейделя. Достатні умови збіжності методів. Поняття про наближення (апроксимації) функції. Практичні задачі апроксимації функцій. Метод найменших квадратів. Поняття інтерполяції. Інтерполяційна функція та вузли інтерполяції. Похибка та крок інтерполяції. Постановка задачі інтерполяції. Способи інтерполяції. Лінійна та квадратична інтерполяція. Інтерполяційний багаточлен Лагранжа. Оцінка максимальної похибки інтерполяції. Розділені різниці та їх властивості. Інтерполяційні багаточлени Ньютона: перша та друга інтерполяційні формули. Побудова інтерполяційного багаточлена Ньютона. Точність інтерполяції. Використання інтерполяційних формул для задачі екстраполяції. Поняття сплайнів. Інтерполяційні та згладжуючі сплайни. Алгоритми побудови квадратичних та кубічних сплайнів. Способи визначення нахилів інтерполяційного кубічного сплайна. Постановка задачі. Використання інтерполяційних поліномів для побудови формул числового диференціювання. Оцінка похибки числового диференціювання. Задача числового інтегрування. Побудова квадратурних формул. Квадратурні формули прямокутників, трапецій, парабол (Сімпсона). Квадратурні формули Ньютона-Котеса та Гауса. Оцінка похибки числового інтегрування. Наближене обчислення кратних інтегралів. Кубатурна формула Сімпсона. Геометрична інтерпретація. Класифікація наближених методів розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Метод Ейлера та його модифікації. Метод Рунге-Кутта розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Збіжність та оцінка похибки наближених методів. Поняття про багатокрокові методи розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Метод Адамса. Крайова задача для звичайних диференціальних рівнянь. Метод скінченних різниць для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Точність, стійкість та збіжність різницевої схем. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними. Метод скінченних різниць для розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними. Розв'язання параболічних рівнянь. Апроксимація гіперболічних диференціальних рівнянь з частинними похідними. Апроксимація еліптичних рівнянь. Розв'язування крайових задач для еліптичних та гіперболічних диференціальних рівнянь з частинними похідними методом скінченних різниць.

### 13. Рекомендовані навчальні видання:

1. Ляшенко Б.М., Кривонос О.М., Вакалюк Т.А. Методи обчислень: навч.-метод. пос. для студ. фіз.-мат. ф-ту. Житомир: ЖДУ, 2014. 228 с.
2. Домбругов М.Р. Практикум з обчислювальної математики: навч. пос. К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2018. 211 с.
3. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. Чисельні методи: навч. пос. Х.: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 180 с.
4. Попов В. В. Методи обчислень: конспект лекцій для студентів мех.-мат. ф-ту. К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. 303 с.
5. Гаврилук І. П., Макаров В. Л. Методи обчислень. Підручник. К.: Вища школа, 1995. 367 с.

### 14. Заплановані види навчальної діяльності та методи викладання:

42 год. лекцій, 42 год. практичних робіт, 156 год. самостійної роботи. Разом – 240 год.

Методи: інтерактивні та класичні лекції, елементи проблемної лекції, індивідуальні завдання, використання комп'ютерної техніки та мультимедійних засобів, використання навчальної платформи Moodle.

### 15. Форми та критерії оцінювання:

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

Підсумковий контроль: **залік** в кінці 1 семестру і **іспит** в кінці 2 семестру.

Поточний контроль (60 балів): тестування, опитування, результати самостійної роботи.

### 16. Мова викладання: українська.

Завідувач кафедри  
Розробник опису дисципліни

П. М. Грицюк, д-р екон. наук, професор  
О. М. Гладка, канд. техн. наук, доцент

## DESCRIPTION OF EDUCATIONAL DISCIPLINE

Code: 6: Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

2. **Title:** COMPUTATIONAL METHODS;

3. **Type:** *Required;*

4. **Level of higher education:** *I (Bachelor's degree);*

5. **Year of study, when the discipline is offered:** 1;

6. **Semester when studying discipline:** 4;

7. **Number of established ECTS credits:** 1-2;

8. **Surname, initials of the lecturer / lecturers, scientific degree, position:** Hladka O. M., PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Computer Technologies and Economic Cybernetic;

9. **Results of study:** *after studying the discipline the student must be capable:*

- have basic concepts related to computational methods; know the formulation of typical mathematical problems;
- perform actions with approximate numbers; evaluate the errors of the results;
- apply numerical methods of linear and nonlinear algebra; solve linear and nonlinear equations and systems of equations; find eigenvalues of matrices;
- apply numerical methods of approximation of functions; build interpolation polynomials and approximation formulas;
- know the methods of numerical differentiation and integration of functions; build formulas for numerical differentiation and integration;
- know numerical methods for solving ordinary differential equations; find the numerical solution of the Cauchy problem;
- know numerical methods for solving boundary value problems; apply difference methods to solve boundary value problems;
- make an informed choice of a numerical method to solve a practical problem;
- substantiate the convergence and stability of the numerical method; provide its geometric interpretation;
- use developed or standard programs that implement appropriate numerical methods to find solutions to mathematical problems.

10. **Forms of organization of classes:** *study lessons, independent work, practical training, control measures*

11. • **Disciplines preceding the study of the indicated discipline:** availability of previous knowledge of the school course of mathematics and basics of computer science.

• **Disciplines studied in parallel with this:** «Higher Mathematics», «Programming», «Computer Discrete Mathematics»;

• **Disciplines studied in conjunction with this discipline:** «Probability theory and math. statistics», «Methods of optimization and research of operations», «Symbolic calculations and computer algebra», «Decision theory»/

12. **Course contents:** Subject and problems of computational mathematics. Calculation methods. The main sources of errors and their classification. Absolute and relative errors of the approximate value of the number. Actions with approximate numbers. Direct and inverse problems of error theory. Representation of a linear algebraic system in matrix form. SLAR solution methods. Direct methods of solving SLAR. Gauss's method is classical, modified. Jordan-Gauss method. Stability and accuracy of direct methods. LU-factorization method. QR-factorization method. Schedule of a symmetric positive-definite matrix into triangles. The method of square roots (Kholetsky). Construction of iterative methods in the general case. Jacobi simple iteration method. Seidel's method of improved iterations. The method of upper relaxation. Sufficient conditions for the convergence of iterative methods. Calculation of eigenvalues and eigenvectors of matrices. Direct deployment method. Iterative methods for calculating eigenvalues and eigenvectors. The method of rotation in the complete problem of eigenvalues of matrices. Algorithm of rotation method. The concept of methods for solving nonlinear equations with one variable. Separation of roots. Dichotomy method. Chord method (January). Tangent method (Newton). Combined method of chords and tangents.

Geometric interpretation of chord and tangent methods. A method of simple iteration of solving nonlinear equations with one variable. Conditions of convergence of the method. Approximate solution of systems of nonlinear equations. Simple iteration method. Newton's method. Nonlinear methods of Jacobi and Seidel. Sufficient conditions for convergence of methods. The concept of approximation (approximation) of a function. Practical problems of approximation of functions. Least squares method. The concept of interpolation. Interpolation function and interpolation nodes. Error and interpolation step. Statement of the interpolation problem. Interpolation methods. Linear and quadratic interpolation. Lagrange interpolation polynomial. Estimation of the maximum interpolation error. Separated differences and their properties. Newton's interpolation polynomials: first and second interpolation formulas. Construction of Newton's interpolation polynomial. Interpolation accuracy. Using interpolation formulas for the extrapolation problem. The concept of splines. Interpolation and smoothing splines. Algorithms for constructing quadratic and cubic splines. Methods for determining the slopes of an interpolation cubic spline. Formulation of the problem. Using interpolation polynomials to construct numerical differentiation formulas. Estimation of numerical differentiation error. Numerical integration problem. Construction of quadrature formulas. Quadrature formulas of rectangles, trapezoids, parabolas (Simpson). Quadrature formulas of Newton-Cotes and Gauss. Estimation of numerical integration error. Approximate calculation of multiple integrals. Simpson's cubature formula. Geometric interpretation. Classification of approximate methods for solving the Cauchy problem for ordinary differential equations. Euler's method and its modifications. Runge-Kutta method for solving the Cauchy problem for ordinary differential equations. Convergence and error estimation of approximate methods. The concept of multi-step methods for solving the Cauchy problem for ordinary differential equations. Adams method. Boundary value problem for ordinary differential equations. Finite difference method for linear differential equations of the second order. Accuracy, stability and convergence of difference schemes. Classification of differential equations with partial derivatives. Finite difference method for solving differential equations with partial derivatives. Solving parabolic equations. Approximation of hyperbolic differential equations with partial derivatives. Approximation of elliptic equations. Solving boundary value problems for elliptic and hyperbolic differential equations with partial derivatives by the finite difference method.

### 13. Recommended editions:

1. Lyashenko BM, Krivonos OM, Vakalyuk TA Calculation methods: teaching method. pos. for students. physical and mathematical f-tu. Zhytomyr: ZhDU, 2014. 228 p.
2. Dombrugov MR Workshop on computational mathematics: textbook. pos. K. : KPI them. I. Sikorsky, 2018. 211 p.
3. Tasks VM, Konyushenko IG Numerical methods: textbook. pos. Kh: KhNEU them. S.Kuznets, 2014.180p
4. Popov VV Methods of calculations: lecture notes for students of mechanical engineering. f-tu. K. : VPTs "Kyiv University", 2012. 303 p.
5. Gavrilyuk IP, Makarov VL Methods of calculations. Textbook. K. : Higher school, 1995. 367 p.

### 14. Planned types of educational activities and teaching methods:

*42 hours lectures, 42 hours practical work, 156 hours independent work. Together – 240 hours.*

*Methods: interactive and classical lectures, elements of problem lectures, individual tasks, use of computer and multimedia tools, use of the Moodle learning platform.*

### 15. Form and evaluation criteria:

*The evaluation is carried out on a 100-point scale.*

*Final control: **completion** at the end of 1st semester and **exam** at the end of the 2nd semester.*

*Current control (60 points): testing, survey, results of independent work.*

### 16. Language of teaching: Ukrainian.

*Head of the Department  
Descriptor of the discipline*

*P. M. Hrytsiuk, Dr. of Economics Sci., Professor  
O. M. Hladka, Ph.D. in Tech. Sci., Associate Professor*