Національний університет водного господарства та природокористування

# ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**1. Код:** _2.3.5;

**2. Назва:** МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКІВ РІДИНИ ;

**3. Тип:** *вибірковий*;

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

**5. Рік навчання, коли пропонується дисципліна:** *4*;

**6. Семестр, коли вивчається дисципліна:**_*7 ;*

**7. Кількість встановлених кредитів ЄКТС:** _3,25;

**8. Прізвище, ініціали лектора/лекторів, науковий ступінь, посада:** Гладка О.М., канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук

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

- конструювати математичні моделі процесів руху рідини; аналізувати та вибирати обчислювальні методи розв'язування задач, що описують гідродинамічні та екологічні системи;
- застосовувати класичні і авторські алгоритми в задачах математичного моделювання природничо-екологічних процесів за допомогою інформаційних технологій; вибирати та перетворювати математичні моделі потоків рідини для їх ефективної програмної реалізації на комп'ютерних системах;
- володіти прийомами побудови та модифікації математичних моделей природничих процесів, підходами до розв'язування відповідних модельних задач та сучасними обчислювальними технологіями комп'ютерного моделювання.

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

**11. • Дисципліни, що передують вивченню зазначеної дисципліни:** «Чисельні методи», «Алгоритмізація та програмування», «Моделювання систем»;

**• Дисципліни, що вивчаються супутньо із зазначеною дисципліною (за необхідності):**___ _____;

**12. Зміст курсу:** Пористі середовища та їх характеристики. Пористість та коефіцієнт пористості. Напруження в пористих середовищах. Компресійні залежності для ґрунтів. Класифікація ґрунтів. Математична модель фільтрації ідеальної рідини у пористому середовищі. Швидкість фільтрації. Закон Дарсі. Коефіцієнт фільтрації. Рівняння фільтрації у пористому середовищі. Граничні умови та їх фізична інтерпретація. Особливості фільтрації в'язкої рідини (нафти, крові). Поняття густини і в'язкості речовини. Урахування в'язкості в математичному моделюванні фільтраційних процесів. Профільна та планова схеми фільтрації. Рівняння планової фільтрації. Математична модель фільтрації в деформівному пористому середовищі. Узагальнення закону Дарсі. Математичні моделі вологоперенесення в пористих середовищах. Параметри процесу вологоперенесення. Явище гістерезису. Закон вологоперенесення. Рівняння вологоперенесення. Математичні моделі гідродинаміки. Рівняння нерозривності та руху нестискуваної рідини. В'язкість рідини та її урахування. Рівняння руху нестискуваної в'язкої рідини, записані через вихор в двовимірному випадку. Рівняння Пуассона для напору (тиску). Граничні та початкові умови. Метод конформних відображень розв'язання крайових задач. Комплексні потенціали. Суть методу конформних відображень, приклади його застосування. Фізичний зміст аналітичної функції. Ідеальні (безджерельні і безвихрові) поля. Фізичний зміст логарифмічних потенціалів, метод особливих точок. Математичне моделювання процесів фільтрації у криволінійних LEF-пластах. Поняття LEF-пласта. Побудова математичної моделі. Крайові задачі на конформні відображення у криволінійних областях, обмежених лініями течії і еквіпотенціальними лініями. Прямі та обернені задачі на конформні відображення в диференціальній та різницевій формах. Алгоритми їх розв'язання. Математичне моделювання процесів руху речовини в неоднорідних анізотропних середовищах. Поняття неоднорідного і анізотропного середовища. Особливості моделювання фільтраційних процесів у неоднорідних анізотропних середовищах. Поняття про квазіконформні відображення. Математичне моделювання нелінійних процесів руху речовини. Крайові задачі на конформні відображення у криволінійних областях з керуванням у граничних умовах. Моделювання впливу великих градієнтів, потенціалу та функції течії на вихідні фільтраційні характеристики середовища.

Крайові задачі на конформні відображення у криволінійних областях з керуванням у граничних умовах: проблема обернення та алгоритм вибору. Моделювання впливу на процеси з метою запобігання екологічного забруднення довкілля.

**13. Рекомендовані навчальні видання:** *(зазначити до 5 джерел)*


1. Бахвалов Н. С., Житков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. – М. : БИНОМ, 2004. – 636 с.
2. Веригин Н. Н. Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод. – М. : Колос, 1979. – 336 с.
3. Власюк А. П., Мартинюк П. М. Математичне моделювання консолідації ґрунтів при фільтрації сольових розчинів в неізотермічних умовах. – Рівне : Вид-во НУВГП, 2008. – 416 с.
4. Гинзбург И. П. Прикладная гидрогазодинамика. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1958. – 340с.
5. Грунтоведение // Под ред. Е. М. Сергеева. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 390 с.


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

*28 год. лекцій, 26 год. лабораторних робіт, 63 год. самостійної роботи. Разом – 117 год.*

*Методи: інтерактивні лекції, елементи проблемної лекції, індивідуальні завдання, впровадження ділових та рольових ігор, кейс-методів, індивідуальні та групові науково-дослідні завдання, використання мультимедійних засобів….*

**15. Форми та критерії оцінювання:**

*Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.*

*Підсумковий контроль:* ***залік*** *в кінці* _7_ *семестру.*

*Поточний контроль (100 балів): тестування, опитування*

**16. Мова викладання:** _*українська*_ **.**

Завідувач кафедри *Ю. Й. Тулашвілі, д-р пед. наук, професор*

Національний університет водного господарства та природокористування

**DESCRIPTION OF EDUCATIONAL DISCIPLINE**

1. **Code**: _2.3.5*;*
2. **Title**: MATHEMATICAL MODELING OF FLUID FLOWS;
3. **Type**: *selective;*
4. **Level of higher education**: *I (Bachelor's degree);*
5. **Year of study, when the discipline is offered**: *4*;
6. **Semester when studying discipline**: *7*;
7. **Number of established ECTS credits**: _3,25;
8. **Surname, initials of the lecturer / lecturers, scientific degree, position**: Hladka O. M., PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Computer Science;
9. **Results of study**: *after studying the discipline the student must be capable:*
   - to construct mathematical models of fluid flow processes; analyze and choose computational methods for solving problems describing hydrodynamic and ecological systems;
   - to apply classical and author's algorithms in problems of mathematical modeling of natural-environmental processes with the help of information technologies; to select and convert mathematical models of fluid flows for their effective program implementation on computer systems;
   - to possess methods of constructing and modifying mathematical models of natural processes, approaches to solving relevant model problems and modern computer-based computer modeling technologies.
10. **Forms of organization of classes**: *study lessons, independent work, practical training, control measures*
11. • **Disciplines preceding the study of the indicated discipline**: «Numerical Methods», «Algorithmization and Programming», «Modeling Systems»;
    - **Disciplines studied in conjunction with this discipline (if necessary):**___

_____;

12. **Course contents:** Porous environments and their characteristics. Porosity and porosity coefficient. Tension in porous environments. Compression dependence on soils. Classification of soils. Mathematical

model of ideal liquid filtration in a porous medium. Filtering speed. Darcy's Law. Filtering factor. Equation of filtration in a porous medium. Boundary conditions and their physical interpretation. Features of filtration of viscous liquid (oil, blood). The concept of the density and viscosity of the substance. Taking into account the viscosity in mathematical modeling of filtration processes. Profile and scheduled filtering scheme. Equation of planned filtration. Mathematical model of filtration in deformable porous medium. Generalization of the law of Darcy. Mathematical models of moisture transfer in porous environments. Parameters of the process of wet transfer. The phenomenon of hysteresis. The law of hypocrisy. The equation of moisture transfer. Mathematical models of hydrodynamics. The equation of continuity and motion of non-solidified liquid. Liquid viscosity and its consideration. The equation of motion of a non-mastic viscous fluid, recorded through a vortex in a two-dimensional case. Poisson equation for pressure (pressure). Limit and initial conditions. Method of conformal mappings of the solution of boundary value problems. Complex potentials. The essence of the method of conformal mappings, examples of its application. Physical content of the analytic function. Ideal (non-source and non-waved) fields. Physical content of logarithmic potentials, method of singular points. Mathematical modeling of filtration processes in curvilinear LEF layers. Concept of LEF-layer. Construction of a mathematical model. The boundary-value problems on conformal mappings in curvilinear regions, bounded by lines of current and equipotential lines. Direct and inverse problems on conformal mappings in differential and difference forms. Algorithms for their solution. Mathematical modeling of the processes of a substance in inhomogeneous anisotropic media. The notion of a heterogeneous and anisotropic medium. Features of simulation of filtration processes in non-homogeneous anisotropic media. The concept of quasiconformal mappings. Mathematical modeling of nonlinear processes of a substance. The boundary-value problems on conformal mappings in curvilinear domains with control in boundary conditions. Simulation of the effect of large gradients, potential and flow function on the output filtration characteristics of the medium. The boundary-value problems for conformal mappings in curvilinear domains with control in boundary conditions: the inverse problem and the choice algorithm. Modeling of influence on processes for the prevention of ecological pollution of the environment.

13. **Recommended editions**:

1. Bakhvalov NS, Zhitkov NP, Kobelkov GM Numerical methods. - M.: BINOM, 2004. - 636 p.
2. Verigin, NN Methods of forecasting the salt regime of soils and groundwater. - M.: Kolos, 1979. - 336 p.
3. Vlasyuk AP, Martinyuk PM The mathematicians modulyuvannya konsul'datiiї ґрунтів at filatatsiї solovix rozciniv v neizotermichnih umovah. - Rivne: View of the NOVGP, 2008. - 416 p.
4. Ginzburg, IP Applied Hydro-Gas Dynamics. - Leningrad: Publishing House of Leningrad State University, 1958. - 340s.
5. Ground science, Ed. E. M. Sergeeva. - Moscow: Izd-vo MGU, 1983. - 390 p.

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

*28 hours lectures, 26 hours laboratory work, 63 hours independent work. Together – 117 hours.*
*Methods: interactive lectures, elements of problem lecture, individual tasks, introduction of business and role games, case-studies, individual and group research tasks, use of multimedia tools.*

15. **Form and evaluation criteria**:

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

*Final control: completion at the end of 7 semesters.*

*Current control (100 points): testing, survey, analysis of tasks performed in laboratory classes, results of independent work.*

16. **Language of teaching**: Ukrainian.

Head of the Department of
Computer Science Yu.Y.Tulashvili, Doctor of Sciences, professor