

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ І НАНОМАТЕРІАЛІВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

_____ С. І. Гоменюк

“ _____ ” _____ 2018 р.

ПРОГРАМУВАННЯ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврів
спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітньо-професійна програма Прикладна фізика

Укладач: Недоля А.В., к. фіз.-мат. н., доцент кафедри прикладної фізики і наноматеріалів

Обговорено та ухвалено
на засіданні прикладної фізики і
наноматеріалів

Ухвалено науково-методичною
радою
математичного факультету

Протокол № 1 від «22» серпня 2018 р.
Завідувач кафедри прикладної фізики
і наноматеріалів

Протокол №3 від «25» жовтня 2018 р..
Голова науково-методичної ради
математичного факультету

В. Г. Міщенко

О. С. Пшенична

2018 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти,	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 10 – Природничі науки	Нормативна
		Цикл дисциплін професійної підготовки
Розділів – 2	Спеціальність 105 – Прикладна фізика та наноматеріали	Рік підготовки:
		2-й
Загальна кількість годин – 120	Освітньо-професійна програма Прикладна фізика	Лабораторні
Самостійна робота		
64 год.		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 год. самостійної роботи студента – 4,6 год.	Рівень вищої освіти: бакалаврський	Вид підсумкового контролю: Залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Програмування та математичне моделювання» є ознайомити студентів з основами програмування та сучасними проблемами і напрямками розвитку комп'ютерних методів моделювання з метою подальшого застосування отриманих знань та навичок для обробки експериментальних результатів досліджень та використання методів моделювання у прикладній фізиці з метою створення та дослідження фізичних моделей, визначення закономірностей впливу фізичних явищ на процеси та властивостей об'єктів досліджень.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Програмування та математичне моделювання» є: засвоїти основні засоби програмування та моделювання, розрахунків фізичних задач; ознайомитися з програмними пакетами для програмування, вимогами до ефективності методів моделювання, їхньої точності та відповідності сучасним вимогам прикладної фізики; навчитися самостійно застосовувати методи моделювання у науково-дослідних та науково-технічних роботах.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Програмування та математичне моделювання» студент повинен:

знати:

- основні теоретичні положення для застосування методів інтерполяції, екстраполяції та апроксимації;
- основні оператори та алгоритми програмування та математичного моделювання в лінійній алгебрі, математичному аналізі;
- методи розв'язку системи диференціальних рівнянь з початковими та граничними умовами;
- відмінності застосування методів моделювання для окремих фізичних задач;
- особливості вибору методів програмування для опису об'єктів дослідження в прикладній фізиці.

вміти:

- використовувати програмні пакети для моделювання математичних та фізичних задач;
- використовувати стандартні формули та граничні та початкові умови при моделюванні фізичних процесів;
- використовувати фізичні та математичні константи при моделюванні багатокомпонентних систем;
- здійснювати розрахунки теплових, механічних, електромагнітних, оптичних процесів;
- здійснювати розрахунки покроковими та ітераційними методами;
- прогнозувати на підставі розрахунків фізичні властивості середовища та об'єктів досліджень.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання (компетентностей):

- здатність програмувати в обираному програмному середовищі;
- здатність застосовувати фізичні та математичні моделі, що базуються на фізичних законах та явищах для моделювання та розрахунків;
- здатність застосовувати сучасні комп'ютерні програми і програмні пакети для створення моделей фізичних об'єктів та явищ;
- здатність на основі довідкових даних визначати фізико-хімічні властивості об'єктів дослідження;
- здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики, прикладної фізики та хімії для аналізу результатів досліджень;
- здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів моделювання та порівнювати їх з результатами експерименту, наукових досліджень наведених у літературі;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями в області фізики, прикладної фізики та хімії.

Міждисциплінарні зв'язки. Для опанування курсу «Програмування та математичне моделювання» студенти повинні мати базову підготовку з основних розділів вищої математики, загальної та теоретичної фізики,

фізичного практикуму, чисельних методів, володіти навиками роботи з комп'ютером. У свою чергу, знання з курсу «Програмування та математичне моделювання» може бути корисним для засвоєння фізики твердого тіла, використовуватися студентами при написанні кваліфікаційної роботи магістра, проведенні наукових досліджень із застосуванням моделювання, підготовки наукових статей, тощо.

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Початок роботи з програмним пакетом для програмування та моделювання.

Тема 1. Символьний процесор системи MathCAD.

Робота з меню програмного пакета. Символьні операції з виразами. Символьні операції зі змінними. Символьні операції з матрицями. Символьні операції з перетвореннями. Виділення об'єктів символьних операцій. Виконання символьних розрахунків.

Тема 2. Робота з виразами в MathCAD.

Спрощення виразів (Simplify). Розширення виразів (Expand). Розкладення виразів (Factor). Комплектування по виразам (Collect). Розрахунки коефіцієнтів поліномів (Polynomial Coefficients). Диференціювання із заданою змінною (Differentiate). Інтегрування із заданою змінною (Integrate).

Тема 3. Операції над виразами та матрицями.

Розв'язок рівнянь відносно заданої змінної (Solve). Підстановка для заданої змінної (Substitute). Розкладання в ряд Тейлора із заданою змінною (Expand to Series...). Розкладання на правильні дроби (Convert to Partial Fraction). Символьні операції над матрицями. Транспонування матриці (Transpose). Обернення матриць (Invert). Знаходження визначника матриці (Determinant). Функції перетворення Фур'є, Лапласа и Z-перетворення.

Тема 4. Вхідна мова системи MathCAD.

Абетка MathCAD. Числові константи. Комплексні числа, змінні. Системні змінні, оператори. Вбудовані функції та функції, які задає користувач. Значення, які присвоюються змінним

Тема 5. Ранжування змінних та таблиці введення.

Ранжування змінних. Таблиці вводу. Використання ранжованих змінних. Масиви, вектори, матриці. Введення елементів векторів і матриць. Визначення векторів та матриць.

Тема 6. Робота з даними файлового типу.

Оператори READ, WRITE, APPEND, WRITEPRN, APPENDPRN, READRGB. Розрахунки елементарних функцій. Типові функції. Функції комплексного аргументу. Функції з умовами зберігання. Робота з функціями користувача. Робота з векторами і матрицями.

Тема 7. Елементи графічної візуалізації.

Побудова двовимірного графіка однієї функції. Побудова графіка ряду функцій. Форматування двовимірних графіків. Форматування осей графіку. Форматування ліній графіку. Загадування типу ліній графіків. Загадування написів на графіку. Графічні настанови за замовчуванням. Параметри

форматування 2D графіків. Використання графічного маркера. Побудова параметрично заданих кривих. Побудова графіків у полярній системі координат.

Розділ 2. Практичне програмування

Тема 8. Оптимізація обчислень.

Система SmartMath та її можливості. Призначення системи SmartMath. Оператор символного введення. Оператор розширеного символного введення. Директиви системи SmartMath та їхнє застосування. Склад директив. Приклади застосування символних директив. Оператори розрахунків межі функцій.

Тема 9. Основи програмування.

Задання програмних модулів. Програмні оператори. Огляд програмних операторів. Оператор Add Line. Оператор \leftarrow . Оператор if. Оператор for. Оператор otherwise. Оператор break. Оператор continue. Оператор return. Оператор on error. Приклади програмування.

Тема 10. Обробка табличних даних.

Проведення лінійної та сплайнової апроксимації. Одновимірна лінійна апроксимація. Одновимірна сплайн-інтерполяція і апроксимація. Приклади лінійної і сплайнової апроксимації.

Тема 11. Статистична обробка даних.

Типові статистичні функції. Статистичні функції для векторів. Робота з випадковими числами. Кумулятивна нормальна функція. Функція похибок або інтеграл ймовірності. Функція генерації випадкових чисел. Коефіцієнт кореляції двох векторів. Коефіцієнти коваріації.

Тема 12. Виконання регресії.

Виконання лінійної регресії. Приведені функції $\text{corr}(VX, VY)$, $\text{intercept}(VX, VY)$, $\text{slope}(VX, VY)$. Реалізація лінійної регресії загального вигляду. Функція $\text{linfit}(VX, VY, F)$. Проведення нелінійної регресії загального вигляду. Функція $\text{genfit}(VX, VY, VS, F)$.

Тема 13. Розв'язок рівнянь та їхніх систем.

Розв'язок систем лінійних рівнянь. Розв'язок нелінійних рівнянь і систем. Функція пошуку кореня нелінійного рівняння. Функція пошуку всіх коренів багаточлена. Функція пошуку кореня нелінійного рівняння в складі функції користувача. Директива Given для підготовки блока розв'язків системи рівнянь. Функції Find и Minerr для розв'язку систем нелінійних рівнянь. Введення обмежень при розв'язку системи нелінійних рівнянь. Приклади розв'язку нелінійних рівнянь.

Тема 14. Розв'язок диференційних рівнянь.

Функції для розв'язку звичайних диференційних рівнянь. Розв'язок системи диференційних рівнянь із застосуванням функції rkfixed. Розв'язок системи диференційних рівнянь із застосуванням функції Rkadapt. Розв'язок системи диференційних рівнянь із застосуванням функції Bulstoer. Розв'язок диференційного рівняння другого порядку з введенням його до системи ДУ першого порядку.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лаб.	сам.роб.			л	лаб.	сам.роб.	
					інд.завд. (при наявності)					інд.завд. (при наявності)
1	2	3	4	5		6	7	8	9	
Розділ 1. Початок роботи з програмним пакетом для програмування та моделювання										
Тема 1. Символьний процесор системи MathCAD	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Робота з виразами в MathCAD	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Операції над виразами та матрицями	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Вхідна мова системи MathCAD	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Ранжування змінних та таблиці введення	8	-	4	4	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Робота з даними файлового типу	8	-	4	4	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Елементи графічної візуалізації	8	-	4	4						
Разом за розділом 1	60	-	28	32						
Розділ 2. Практичне програмування										
Тема 8. Оптимізація обчислень	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Основи програмування	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 10. Обробка табличних даних	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 11. Статистична обробка даних	9	-	4	5	-	-	-	-	-	-
Тема 12. Виконання регресії	8	-	4	4	-	-	-	-	-	-
Тема 13. Розв'язок рівнянь та їхніх систем	8	-	4	4						

Тема 14. Розв'язок диференційних рівнянь	8	-	4	4						
Разом за розділом 2	60	-	24	36	-	-	-	-	-	-
<i>Усього годин</i>	120	-	56	64	-	-	-	-	-	-

5. Темы лабораторних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин
1	Символьний процесор системи MathCAD	4
2	Робота з виразами в MathCAD	4
3	Операції над виразами та матрицями	4
4	Вхідна мова системи MathCAD	4
5	Ранжування змінних та таблиці введення	4
6	Робота з даними файлового типу	4
7	Елементи графічної візуалізації	4
8	Оптимізація обчислень	4
9	Основи програмування	4
10	Обробка табличних даних	4
11	Статистична обробка даних	4
12	Виконання регресії	4
13	Розв'язок рівнянь та їхніх систем	4
14	Розв'язок диференційних рівнянь	4
Разом		56

6. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин
1	Символьний процесор системи MathCAD	5
2	Робота з виразами в MathCAD	5
3	Операції над виразами та матрицями	5
4	Вхідна мова системи MathCAD	5
5	Ранжування змінних та таблиці введення	4
6	Робота з даними файлового типу	4
7	Елементи графічної візуалізації	4
8	Оптимізація обчислень	5
9	Основи програмування	5
10	Обробка табличних даних	5
11	Статистична обробка даних	5
12	Виконання регресії	4
13	Розв'язок рівнянь та їхніх систем	4
14	Розв'язок диференційних рівнянь	4
Разом		64

7. Види контролю і система накопичення балів

	Вид контрольного заходу		Кількість контрольних заходів	Кількість балів за 1 захід	Усього балів
1	Виконання лабораторних робіт №1-5		5	4	20
2	Виконання лабораторних робіт №6-7		2	5	10
3	Виконання лабораторних робіт №8-12		5	4	20
4	Виконання лабораторних робіт № 13-14		2	5	10
5	Підсумковий контроль	Залік (захист лабораторних робіт)	1	40	40
Усього			15		100

Критерії оцінювання

1. **Захист лабораторної роботи** оцінюється за такими критеріями: правильність виконання завдань (1-3 бали) та теоретична підготовка (1-2 бали). Якщо всі завдання виконані правильно, студент отримує 4-5 балів за виконання лабораторної роботи. При виявленні незначних помилок у виконанні роботи, оцінка знижується на один бал, якщо студент не виконав декілька завдань, тоді він отримує 1 бал за виконання роботи. Теоретична підготовка оцінюється від 0 до 3 балів. Якщо студент володіє теоретичним матеріалом до лабораторної роботи, відповідає на всі питання викладача, він отримує в залежності від складності лабораторної роботи 2 або 3 бали. За наявності неправильних відповідей на окремі питання оцінка становить 1-2 бали, якщо студент не володіє теоретичним матеріалом, він отримує 0 балів за теоретичну підготовку до лабораторної роботи.

2. **Підсумковий контроль** здійснюється за результатом складання заліку (захист лабораторних робіт) (40 балів).

Таким чином, сумарна кількість балів, яку отримує студент протягом семестру, складає 100.

В залежності від отриманої суми балів до залікової відомості та в залікову книжку виставляється оцінка за національною шкалою.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

8. Рекомендована література

Основна:

1. Тарасевич Ю. Ю. Численные методы на Mathcad'е. Астрахань: Астраханский гос. пед. ун-т. 2000. 70 с.
2. Сенкевич А. Ю., Чуриков А. А. Система MathCAD в инженерной практике: лаб. Работы. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2003. 28 с.
3. Полупанова Т.И., Аверьянова А.Н. Управление вычислениями в среде MathCad: учебное электронное текстовое издание. Екатеринбург: УрФУ. 2012. 40 с.
4. Вержбитский В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения): учеб. пособие для вузов. 2-е изд., испр. Москва: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век». 2005. 432 с.
5. Вержбитский В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): учеб. пособ для вузов. 2-е изд. испр. Москва: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век». 2005. 400 с.

Додаткова:

1. Зализняк В.Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков: Учебное пособие для студентов естественно-научных и технических специальностей высших учебных заведений. Москва: Едиториал УРСС. 2002. 296 с.
2. Ращиков В.И., Рошаль А.С. Численные методы решения физических задач: учебное пособие. Санкт-Петербург: Изд-во Лань. 2005. 208 с.

3. Ильина В.А., Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, т.І. 132 с., т.ІІ 118 с.
4. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику: учеб. пособие для вузов. Москва: изд-во МФТИ, 1994. 528 с.
5. Зайцев В.В., Трещев В.М. Численные методы для физиков. Нелинейные уравнения и оптимизация: учебное пособие. Самара: СГУ, 2005. 86 с.

Інформаційні ресурси:

1. Образовательный ресурс Экспонента.ру. Веб сайт. URL: <http://old.exponenta.ru/> (дата звернення 28.10.2018).
2. PTC MathCAD. Веб сайт. URL: <https://www.ptc.com/en/products/mathcad> (дата звернення 28.10.2018).

Погоджено

Навчальний відділ _____

« _____ » _____ 2018 р.