

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра астрономії та космічної інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-  
педагогічної роботи

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Інформатика, програмування та математичне моделювання**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ бакалаврський \_\_\_\_\_  
галузь знань \_\_\_\_\_ 04. Природничі науки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
спеціальність \_\_\_\_\_ 104. Фізика та астрономія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
освітня програма \_\_\_\_\_ астрономія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
спеціалізація \_\_\_\_\_ астрономія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
вид дисципліни \_\_\_\_\_ обов'язкова \_\_\_\_\_  
(обов'язкова / за вибором)  
факультет \_\_\_\_\_ фізичний \_\_\_\_\_

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 31 ” \_\_\_\_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2021\_ року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)  
Ахметов В. С., канд. фіз.-мат наук, провід. наук. співробітник НДІ астрономії, доцент  
кафедри астрономії та космічної інформатики

Програму схвалено на засіданні кафедри астрономії та космічної інформатики

Протокол від “ 5 ” \_\_\_\_\_ липня \_\_\_\_\_ 2021 року № 12

Завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики

\_\_\_\_\_ Шкуратов Ю. Г.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією  
фізичного факультету  
 \_\_\_\_\_  
 назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 31 ” \_\_\_\_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2021\_ року № 1

Голова методичної комісії фізичного факультету \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Макаровський М. О.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Інформатика, програмування та математичне моделювання**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

\_\_\_\_\_бакалавра\_\_\_\_\_

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) \_\_\_\_\_104 фізика та астрономія\_\_\_\_\_

освітня програма \_\_\_\_\_астрономія\_\_\_\_\_

спеціалізації \_\_\_\_\_астрономія\_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є придбання студентами вміння застосовувати методи обчислюваної математики при рішенні фізичних та астрономічних задач.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- а) ознайомлення студентів з основами програмування на мові С та С++;
- б) навчання математичних та числових методів в комп’ютерній арифметиці.
- в) ознайомлення з сучасними проблемами математичного моделювання фізичних та астрономічних задач

1.3. Кількість кредитів: 6

1.4. Загальна кількість годин: 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й та 2-й	-й
Семестр	
2-й та 3-й	-й
Лекції	
64 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
64 год.	год.
Самостійна робота	
52 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

### 1.6. Заплановані результати навчання

- а) уміти розв'язувати наукові завдання з використанням ЕОМ;
- б) створювати програмне забезпечення використовуючи сучасні методи програмування;
- в) розв'язувати лінійні або трансцендентні рівняння та системи рівнянь;
- г) інтерполювати та апроксимувати функції різними методами;
- д) численно знаходити похідні та визначені інтеграли;
- е) розв'язувати диференціальні та інтегральні рівняння;
- є) вміти використовувати сучасні математичні методи аналізу та обробки багатовимірних масивів даних;
- ж) створювати програмне забезпечення використовуючи числові методи комп'ютерної арифметики;
- з) вміти орієнтуватись в сучасних мовах програмування та вдосконалювати вже створені програмні алгоритми;

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

*Розділ 1. Алгоритмізація та програмування як спосіб моделювання явищ природи та суспільства.*

*Тема 1. Інформатика і сучасні інформаційні технології.*

Зміст: Предмет, цілі та проблеми інформаційних технологій. Архітектура та загальні принципи роботи ЕОМ. Ієрархія програмних засобів (ПЗ): операційні системи, системне та прикладне ПЗ.

*Тема 2. Моделювання явищ природи та суспільства.*

Зміст: Моделювання явищ природи та суспільства як метод наукового пізнання. Поняття алгоритму, види алгоритмів. Опис алгоритмів на мовах програмування ЕОМ. Процедурне та об'єктно-орієнтоване програмування (ООП). Сучасні технології програмування.

*Розділ 2. Основи мови програмування C++.*

*Тема 3. Структура програми.*

Зміст: Синтаксис мови програмування C++. Константи. Змінні. Оператори. Алгебраїчні та логічні дії. Процедури та функції. Правила оформлення текстів програм.

*Тема 4. Лінійні, гіллясті та циклічні програми.*

Зміст: Умовний оператор *if else*. Цикл з передумовою *while* та після умовою *do while*. Оператори керування циклами *break* та *continue*. Циклічні програми з заздалегідь відомим та невідомим числом повторення. Оператор виходу з процедури або функції *return* та переривання програми *break*.

*Тема 5. Масиви. Одновимірні, двовимірні та багатовимірні масиви.*

Зміст: Операції над масивами та елементами. Алгебраїчні операції над векторами та матрицями. Пошук елементів масиву за значеннями. Сортування масивів.

*Розділ 3. Об'єктно-орієнтоване програмування на мові C++.*

*Тема 6. Основні концепції об'єктно-орієнтоване програмування.*

Зміст: Концепції ООП як найбільш адекватна парадигма моделювання явищ природи та суспільства. Інкапсуляція, наслідування, поліморфізм. Класи та об'єкти. Поля, методи, властивості.

*Тема 7. Організація програм у стилі ООП.*

Зміст: Застосування наслідування та поліморфізму. Віртуальні методи. Ієрархія класів. Простір імен. Елементи комп'ютерної графіки. Побудування найпростіших графіків та зображень.

*Розділ 4. Базові чисельні методи.*

*Тема 8. Методи чисельного вирішення рівнянь.*

Зміст: Методи розв'язку рівнянь з однією невідомою. Швидкість збіжності методу. Похибка методу. Метод перебору. Метод половинного поділу. Метод дотичних (Ньютона) та його модифікації. Метод хорд. Комбіновані методи (алгоритм ZEROIN).

*Тема 9. Методи вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь.*

Зміст: Метод Крамера, метод Гауса, метод Джордано-Гауса. Метод уточнення розв'язку. Задача обернення матриць. Розріджені системи рівнянь. Метод прогонки для три діагональних систем рівнянь. Оцінка похибок.

*Тема 10. Чисельне диференціювання та інтегрування.*

Зміст: Чисельні методи диференціювання. Некоректність операцій чисельного диференціювання. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів. Метод прямокутників. Метод трапецій. Метод парабол (Сімпсона). Оцінка похибок.

*Тема 11. Методи інтерполяцій та апроксимацій функцій.*

Зміст: Лінійна інтерполяція. Інтерполяція Лагранжа. Інтерполяція Ньютона. Інтерполяція кубічним сплайном. Постановка задачі апроксимації. Метричні, нормовані, евклідові простори. Критерій "найкращого наближення" функції. Апроксимація методом найменших квадратів у класі поліномів для функцій дискретної та неперервної змінної.

*Розділ 5. Чисельні методи обробки експериментальних даних.*

*Тема 12. Чисельні методи рішень диференціальних та інтегральних рівнянь.*

Зміст: Задача Коши. Метод Ейлера. Методи Рунге-Кутта. Багатокрокові методи. Метод Адамса та Мілна. Система диференціальних рівнянь.

*Тема 13. Згладжування та фільтрації експериментальних даних.*

Зміст: Згладжування експериментальних даних вікном, що плаває, медіанним та середнім-арифметичним значенням.

*Тема 14. Пошук екстремуму багатовимірної функції*

Зміст: Пошук мінімуму багатовимірної функції методом перебору, методом градієнтного спуску (Хука-Дживса). Сімплекс-метод, модифікований сімплекс-метод (метод Нелдера-Міда).

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	-	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ I. Алгоритмізація та програмування як спосіб моделювання явищ природи та суспільства.</b>												
Тема 1.	7	4	-	-	-	3						
Тема 2.	7	4	-	-	-	3						
Разом за розділом I	14	8	-	-	-	6						
<b>Розділ II. Основи мови програмування C++.</b>												
Тема 3.	16	6	-	4	-	6						
Тема 4.	20	6	-	8	-	6						
Тема 5.	18	4	-	8	-	6						
Разом за розділом II	54	16	-	20	-	18						
<b>Розділ III. Об'єктно-орієнтоване програмування на мові C++.</b>												
Тема 6.	9	4	-	2	-	3						
Тема 7.	9	2	-	4	-	3						

Разом за розділом III	18	6	-	6	-	6						
<b>Розділ IV. Базові чисельні методи.</b>												
Тема 8.	11	4	-	4	-	3						
Тема 9.	13	6	-	4	-	3						
Тема 10.	13	6	-	4	-	3						
Тема 11.	15	6	-	6	-	3						
Разом за розділом IV	52	22	-	18	-	12						
<b>Розділ V. Чисельні методи обробки експериментальних даних.</b>												
Тема 12.	13	4	-	6	-	3						
Тема 13.	13	4	-	6	-	3						
Тема 14.	16	4	-	8	-	4						
Разом за розділом V	42	12	-	20	-	10						
<b>Усього годин</b>	180	64		64		52						

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Правила техніки безпеки під час праці з персональним комп'ютером: безпека оператора, безпека апаратури та безпека інформації.	1
2	Знайомство з операційною системою Linux. Створення нового проекту, запис на диск, відкриття проекту в середовищі Eclipse. Створення та редагування найпростішої програми. Компіляція та запуск програми. Налаштування програм.	4
3	Розробка лінійної програми. Розробка програми з процедурами та функціями. Розробка програми з умовами. Програма вирішення коренів квадратного рівняння. Програма обчислення поверхні та об'єму циліндра. Розробка програми обчислення факторіалу.	8
4	Програми з масивами. Розробка процедур введення масиву з клавіатури та текстового файлу. Розробка процедури виведення масиву в текстовий файл. Розробка програм сортування масивів.	8
5	Розробка програми додавання, віднімання матриць, знаходження скалярного добутку векторів. Добуток та обернена матриця.	6
6	Робота з бінарними файлами. Робота з FITS зображеннями.	6
7	Розробка програм вирішення рівнянь методом перебору, половинного ділення, методом хорд, методом Ньютона. Оцінка точності та швидкості обчислень.	4
8	Розробка програм вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гауса, Крамера та методом Джордано-Гауса.	6
9	Знаходження похідної. Написання програми для обчислення визначеного інтегралу методом прямокутників, трапецій та Сімпсона.	4
10	Розробка програм для лінійної інтерполяції, інтерполяції Лагранжа та інтерполяція Ньютона. Інтерполяція кубічним сплайном.	6
11	Задача Коши. Метод Ейлера. Розробка програми розв'язання	6

	диференційних рівнянь методом Рунге-Кутта.	
12	Розробка програми для пошуку мінімуму багатовимірної функції методом перебору, методом Хука-Дживса.	5
	Разом	64

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення та виведення значень у консольному режимі. Складений оператор. Операторні дужки. Відношення, логічні вирази, оператори порівняння.	4
2	Читання (запис) масивів з(в) текстовий або бінарний файл. Приймання аргументів програми з командної строки.	4
3	Строка ( <b>string</b> ) як масив символів. Операції над строками. Структури ( <b>struct</b> ) як тип даних. Доступ до полів структури. Типи, що задаються користувачем.	2
4	Написання програми для роботи з бінарними файлами астрономічних каталогів.	4
5	Методи розв'язку рівнянь з однією невідомою. Швидкість збіжності методу. Похибка методу. Комбіновані методи.	6
6	Вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь: метод Джордано-Гауса. Метод уточнення розв'язку. Метод прогонки для три діагональних систем рівнянь.	6
7	Некоректність операцій чисельного диференціювання. Чисельні методи обчислення визначених інтегралів. Оцінка похибок.	4
8	Постановка задачі апроксимації. Метричні, нормовані, евклідові простори. Критерій "найкращого наближення" функції. Апроксимація методом найменших квадратів у класі поліномів для функцій дискретної та неперервної змінної.	6
9	Багатокрокові методи рішення диференційних рівнянь. Метод Адамса та Мілна. Система диференційних рівнянь. Використання квадратурних формул для рішення інтегральних рівнянь (Метод сіток). Метод вироджених ядер.	6
10	Методи сортування та пошуку даних в масиві. Сортування «бульбашкове», Шелла, включенням та швидке сортування. Послідовний та бінарний пошук даних.	5
11	Знаходження екстремуму функції в заданому інтервалі значень методом градієнтного спуску з постійним або з автоматичною зміною кроку.	5
	Разом	52

### 6. Індивідуальні завдання

### 7. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, контрольні за розділами, екзамен.

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання																	Екзамен (залікова робота)	Сума	
Розділ 1		Розділ 2			Розділ 3			Розділ 4				Розділ 5			Контроль на робота, передбачене на навчальним планом				Індивідуальне завдання
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	1	2				100
2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	10	10		60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в С++. ПИТЕР, 2004.
2. Культин Н. С/С++ в задачах и примерах. Санкт-Петербург, 2005
3. Литвиненко Н. А. - Технология программирования на С++.
4. Стефан Р. Дэвис - С++ Для чайников.
5. Керниган, Ричи. Язык С.
6. Бьерн Страустрап. Введение в язык Си++
7. Н. С. Бахвалов, Численные методы, I, М., Наука, 1975.
8. Р. В. Хемминг, Численные методы, М., Наука, 1972.
9. Дж. Ортега, У. Пул, Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений, М., Наука, 1986.
10. Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер, Машинные методы вычислений, М., "Мир", 1980.
11. Д. Каханер, К. Моулер, С. Нэш, Численные методы и программное обеспечение, М., "Мир", 1998.
12. Д. Поттер, Вычислительные методы в физике, М., Мир, 1975.



### Допоміжна література

1. Дейкстра. Дисципліна програмування.
2. Дональд Кнут. Искусство програмування.
3. А.Филд, П.Харрисон. Функциональное программирование.
4. Н.В. Копченкова, И.А. Марон «Вычислительная математика в примерах и задачах», 1972.

### 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://www.visualstudio.com/> - сайт для розробки Visual Studio
2. <https://msdn.microsoft.com/> - інформаційний сайт для розробки ПО в Visual Studio.
3. <https://eclipse.org/> - вільне середовище для розробки модульних крос-платформеного ПО.
4. <http://astrodata.univer.kharkov.ua/astrometry/akhmetov/C/> - презентації лекцій, текстові, бінарні файли даних для самостійної роботи.
5. <https://gmplib.org/> - бібліотека великих чисел.
6. <http://astrodata.univer.kharkov.ua/astrometry/db/> - база даних астрономічних каталогів НДІ астрономії ХНУ.
7. <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?> – страцбурська база даних астрономічних каталогів.