Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра астрономії та космічної інформатики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан (директор навчально-наукового інституту)
фізичного факультету
(вказати назву структурного підрозділу)
Руслан ВОВК
(вказати П.І.Б керівника)
“30” серпня 2024 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

2024 / 2025 навчальний рік

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

“___30___” ____серпня _____ 2024_ року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
Сергеєвв **О.**В., 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 “_27__”___серпня_____2024 року № _1

Завідувач кафедри астрономії та космічної інформатики

_____ Шкуратов Ю. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) _____«Астрономія»_____
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) _____«Астрономія»_____

_____ _Станкевич Д.Г.
(підпис) **(прізвище та ініціали)**

Програму погоджено методичною комісією
_____фізичного факультету_____
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “_28__”_____серпня _____2024_ 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 (напряму) _____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

Компетентності, що забезпечуються дисципліною:

• Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується складністю та невизначеністю умов (ІК).
• Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1).
• Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2).
• Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК-4).
• Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-5).
• Навички міжособистісної взаємодії (ЗК-6).
• Навички здійснення безпечної діяльності (ЗК-7).
• Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК-9).
• Прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК-10).
• Здатність діяти соціально відповідально та свідомо (ЗК-11).
• Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-12).
• Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-13).
• Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК-14).
• Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (ЗК-15).
• Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії (ФК-1).
• Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів. (ФК-2).

• Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів (ФК-3).
• Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень (ФК-4).
• Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання астрофізичних систем (ФК-5).
• Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи (ФК-8).
• Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації (ФК-9).
• Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей (ФК-10).
• З Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю (ФК-11).
• Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук. (ФК-13).
• Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту (ФК-14).

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	
24 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
64 год.	год.
Самостійна робота	
92 год.	год.
В тому числі 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 диференційні 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;

Програмні результати навчання, що забезпечуються дисципліною:

• Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії (ПРН-1).

• Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них (ПРН-2).

• Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій (ПРН-3).

• Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії (ПРН-5).

• Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії (ПРН-6).

• Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації (ПРН-7).

• Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань (ПРН-8).

• Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів (ПРН-10).

• Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки (ПРН-11).

• Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження (ПРН-12).

• Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень (ПРН-13).

• Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини (ПРН-14).

• Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних і астрономічних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини (ПРН-15).

• Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів (ПРН-16).

• Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду (ПРН-17).

• Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень (ПРН-18).

• Знати та розуміти необхідність збереження та примноження моральних, культурних та наукових цінностей і досягнень суспільства (ПРН-19).

• Знати і розуміти свої громадянські права і обов'язки, як члена вільного демократичного суспільства, мати навички їх реалізації, відстоювання та захисту (ПРН-20).

• Розуміти основні принципи здорового способу життя та вміти застосовувати їх для підтримки власного здоров'я та працездатності (ПРН-21).
• Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства (ПРН-22).
• Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій (ПРН-24).
• Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку (ПРН-25).

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 С++.

Тема 3. Структура програми.
Зміст: Синтаксис мови програмування С++. 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 С++.

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 диференційних та інтегральних рівнянь.

Зміст: Задача Коши. Метод Ейлера. Методи Рунге-Кутта. Багатокрокові методи. Метод Адамса та Мілна. Система диференційних 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
Розділ I. Алгоритмізація та програмування як спосіб моделювання явищ природи та суспільства.												
Тема 1.	10	4	-	-	-	6						
Тема 2.	10	4	-	-	-	6						
Разом за розділом I	20	8	-	-	-	12						
Розділ II. Основи мови програмування С++.												
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						
Розділ III. Об‘єктно-орієнтоване програмування на мові С++.												
Тема 6.	12	4	-	2	-	6						
Тема 7.	12	2	-	4	-	6						
Разом за розділом III	24	6	-	6	-	12						
Розділ IV. Базові чисельні методи.												
Тема 8.	14	4	-	4	-	6						
Тема 9.	16	6	-	4	-	6						
Тема 10.	16	6	-	4	-	6						
Тема 11.	18	6	-	6	-	6						
Разом за	64	22	-	18	-	24						

розділом IV												
Розділ V. Чисельні методи обробки експериментальних даних.												
Тема 12.	16	4	-	6	-	6						
Тема 13.	16	4	-	6	-	6						
Тема 14.	16	4	-	8	-	4						
Разом за розділом V	48	12	-	20	-	16						
Усього годин	210	64		64		82						

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. Налагодження 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 диференційних рівнянь методом Рунге-Кутта.	6
12	Розробка програми для пошуку мінімуму багатовимірної функції методом перебору, методом Хука-Дживса.	5
	Разом	64

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення та виведення значень у консольному режимі. Складений оператор. Операторні дужки. Відношення, логічні вирази, оператори порівняння.	6
2	Читання (запис) масивів з(в) текстовий або бінарній файл.	6

	Приймання аргументів програми з командної строки.	
3	Строка (**string**) як масив символів. Операції над строками. Структури (**struct**) як тип даних. Доступ до полів структури. Типи, що задаються користувачем.	6
4	Написання програми для роботи з бінарними файлами астрономічних каталогів.	6
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.	6
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.	6
11	Знаходження екстремуму функції в заданому інтервалі значень методом градієнтного спуску з постійним або з автоматичною зміною кроку.	6
12	Методи Рунге-Кутта	6
13	Згладжування експериментальних даних	6
14	Пошук мінімуму багатовимірної функції методом перебору	4
	Разом	82

6. Індивідуальні завдання

7. Методи навчання

Лекції, практичні, та самостійна робота.

8. Методи контролю

Поточне тестування на лекціях, контрольні за розділами, екзамен.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання																		Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1		Розділ 2			Розділ 3		Розділ 4				Розділ 5			Контрольна робота,		Індивідуальне завдання	Разом		
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т 10	Т 11	Т 12	Т 13	Т 14	1	2				100
2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	10	10		60	40	100

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше _30_ балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Користуючись загальними критеріями оцінювання рівня сформованості знань, умінь та навичок, ступеня сформованості системи професійних компетенцій осіб, які навчаються для здобуття освітнього ступеня бакалавра, встановленими Міністерством освіти і науки України, виходячи зі Стандарту вищої освіти бакалавра Міністерства освіти і науки України за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія та його складової «Засоби діагностики якості вищої освіти», та у відповідності до Положення про організацію навчального процесу в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна встановлюються такі вимоги до проведення та критерії оцінювання екзамену зі спецкурсу «**Інформатика, програмування та математичне моделювання**»:

1. Екзаменаційна робота проводиться у письмовій формі.
2. Термін виконання завдань три аудиторні години, після чого студент передає відповідь викладачу.
3. Оцінка за виконання екзаменаційної роботи виставляється за шкалою оцінювання від 1 до 40 балів.
4. Оцінка за весь семестр роботи виставляється за шкалою оцінювання від 1 до 100 балів, як сума балів за навчальну діяльність студента протягом семестру, бали за контрольну роботу та екзаменаційну роботу.

Бали	**Критерії оцінювання виконання завдань**
90-100 Балів	Відповідь на контрольні та екзаменаційні питання правильна, обґрунтована, логічна, містить аналіз і систематизацію, зроблені аргументовані висновки.
70-89 Балів	У відповідях на контрольній та екзаменаційній роботах відтворюється значна частина питання. Студент виявляє знання і розуміння основних положень з навчальної дисципліни, певною мірою може аналізувати матеріал, порівнювати та робити висновки.
50-69 Балів	Відповіді на контрольній та екзаменаційвій роботах відтворюють основні положення питання на рівні запам'ятовування без достатнього розуміння.
0-49 Балів	Відповіді на контрольній та екзаменаційній роботах дані неправильно, безсистемно, з грубими помилками, відсутні розуміння основної суті питань.

5. Студенту зараховується екзамен, якщо кількість балів складає не менше 50.

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

10. Рекомендована література

1. Lafore R. Object-oriented programming in C++. Springer, 2004.
2. Devis S. R. C++ for users. 2009.
3. Straustrap B. Introduction to C++. 2012.
4. Чолій В.Я. 512 вправ з програмування: збірник вправ. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2008. 54 с.
5. Ortega J., Pull W. Input to numerical methods. Introduction to Numerical Methods for Solving Differential Equations, Cambridge University Press. 1986.
6. Kahaner D., Mouler K., Nesh C. Numerical methods and software. Cambridge University Press. 1998.

11. 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.