

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра молекулярної та медичної біофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи



_____ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

ЧИСЛОВІ МЕТОДИ БІОФІЗИКИ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

галузь знань _____ 15 Природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 105 Прикладна фізика та наноматеріали _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ "Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи" _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем _____

2020 / 2021 навчальний рік


Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.
17 червня 2020 року, протокол №7.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Берест Володимир Петрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики.


Програму схвалено на засіданні кафедри молекулярної і медичної біофізики.
Протокол від 19 травня 2020 року № 4.

Завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики


_____ Володимир БЕРЕСТ

Програму погоджено з гарантом освітньої-професійної програми «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи».


Гарант освітньої професійної програми «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»


_____ Олександр БУТРИМ

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.

Протокол від 17 червня 2020 року № 6.

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем


_____ Леонід ЧОРНОГОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Числові методи біофізики ” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали освітньо-професійної програми "Радіофізика і електроніка та біофізика"

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою дисципліни є вивчення основних ідей чисельних методів розв’язання математичних задач, що моделюють різні процеси у фізиці, біології та медицині, особливостей та меж використання чисельних методів в біонанотехнологіях; формування у студентів достатніх теоретичних знань і практичних навичок щодо використання методів обчислювальної математики у виробничій діяльності, зокрема при їх реалізації на комп’ютерах.

Містить основні відомості про чисельні методи, необхідні для початкового знайомства з предметом. Наведено основи чисельних методів для розв’язання систем лінійних й нелінійних рівнянь, а також диференціальних й інтегральних рівнянь. Курс супроводжується практикою, розв’язанням задач, прикладів й укладанням блок-схем для полегшення сприйняття логічної структури методів, що розглядаються, та їх використання в розрахунках на комп’ютері.

Дисципліна складається з основних розділів чисельних методів для прикладних фізиків: теорія похибок, теорія апроксимації функцій, чисельне диференціювання функцій, чисельне інтегрування функцій, ітераційне розв’язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь і систем рівнянь, наближені методи лінійної алгебри, методи оптимізації, числові методи розв’язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь, сіткові методи розв’язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь, поняття про наближені методи розв’язування рівнянь в частинних похідних, чисельні методи розв’язання інтегральних рівнянь.

Здобувач вищої освіти, вивчивши дисципліну, повинен: знати основні теоретичні положення, переваги і недоліки використовуваних методів розрахунку; вміти виконувати необхідні чисельні розрахунки і оцінювати точність отриманих результатів; вміти представляти отримані результати у вигляді письмових звітів та презентацій з використанням блок-схем, таблиць і графіків.

Курс базується на дисциплінах “Математичний аналіз”, “Лінійна алгебра”, “Диференціальні та інтегральні рівняння”, “Методи математичної фізики”, “Основи програмування” і є важливою складовою природничонаукової підготовки фахівця.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завданням дисципліни є навчити студентів методам розв’язання за допомогою комп’ютера задач прикладної фізики, біофізики, медичних та фармацевтичних біонанотехнологій.

Комп’ютерний експеримент, обчислювальні симуляції, аналіз великих масивів даних, використання в прикладній фізиці, біофізиці та біоінформатиці штучного інтелекту та машинного навчання потребують розуміння чисельних/наближених/ітераційних методів розв’язання математичних задач, способів, які дозволяють отримати остаточний результат розв’язання задачі в числовій формі. Дисципліна «Числові методи біофізики» доповнює та підсумовує цикл фізико-математичних курсів підготовки бакалаврів прикладної фізики й формує компетенції використання засобів обчислювальної техніки в майбутній професійній діяльності. Нарікання роботодавців часто стосуються розгубленості випускників університету перед завданнями, що виникають безпосередньо з практики. Це зовсім не обов’язково пов’язано

з недоліком здібностей, а відображає формальний характер курсу математики в ЗВО в порівнянні з іншими дисциплінами.

Власне для формування навичок аналізу практичних задач, вибору оптимального способу їх розв'язання призначена навчальна дисципліна «Числові методи біофізики», яка знайомить студентів з основними методами і прийомами обчислювальної математики на базі стандартного вузівського курсу вищої математики, прищеплює їм навички розв'язання типових задач обчислювальної математики, необхідні при проведенні наукових досліджень під час виконання курсових, бакалаврських та магістерських дипломних робіт. При обчисленнях за допомогою персонального комп'ютера можливе використання пакетів прикладних програм або написання власного коду. Беручи до уваги перелік компетенцій та нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали, сформульований у термінах результатів навчання, вивчення конкретних чисельних методів не завжди супроводжується суворим теоретичним обґрунтуванням. При цьому підвищена увага приділена проблемам практичного застосування обчислювальних методів. Набуті знання можуть бути використані при розв'язанні фізичних та медико-біологічних завдань, створенні та аналізі математичних моделей в прикладній фізиці та нанотехнологіях.

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
24 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота, у тому числі	
96 год.	год.
Індивідуальні завдання	
Розрахунково-графічна робота	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати:

- основні поняття, пов'язані з похибками обчислень, основні джерела похибок при розрахунках на комп'ютері, способи зменшення похибок;
- методи апроксимації функцій з використанням рядів, інтерполяційних многочленів і сплайнів;
- методи побудови емпіричних формул і визначення параметрів емпіричної залежності;
- методи чисельного диференціювання, способи визначення похибки і поліпшення апроксимації чисельного диференціювання;

- методи чисельного інтегрування, способи побудови адаптивних алгоритмів чисельного інтегрування;
- прямі методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь, обчислення визначника і зворотної матриці;
- ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- методи знаходження власних значень і власних векторів матриць;
- методи чисельного розв'язання нелінійних (алгебраїчних і трансцендентних) рівнянь і систем нелінійних рівнянь;
- методи розв'язання задач безумовної оптимізації і задач математичного програмування;
- методи чисельного розв'язання звичайних диференціальних рівнянь;
- методи чисельного розв'язання основних типів рівнянь з частковими похідними за характерних для прикладної фізики початкових і граничних умов;
- методи чисельного розв'язання інтегральних рівнянь.

вміти:

- обрати чисельний метод, яким необхідно скористатися при вирішенні конкретної обчислювальної задачі біофізики;
- використати персональний комп'ютер для вирішення завдання обраним методом і вміти користуватися бібліотеками стандартних або пакетами проблемно-орієнтованих програм;
- скласти алгоритм і програму розрахунку на комп'ютері;
- виконати розрахунок і оцінити точність отриманих результатів; вміти представити отримані результати у вигляді блок-схем, таблиць і графіків;
- аналізувати отримані результати і давати їм відповідну фізичну інтерпретацію.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Наближене обчислення функцій. Апроксимація похідних та інтегралів.

Тема 1. Вступ

Етапи розв'язання задачі на комп'ютері. Математичні моделі. Поняття чисельного методу.

Тема 2. Точність обчислювального експерименту

2.1. Наближені числа. Похибки обчислень. Джерела похибок. Способи зменшення похибок.

2.2. Поняття стійкості, коректності та збіжності чисельного методу.

Тема 3. Апроксимація функцій

1.1. Поняття про наближення функцій. Постановка завдання. Точкова апроксимація. Рівномірне наближення.

1.2. Використання рядів. Апроксимація елементарних функцій. Застосування поліномів Чебишева. Обчислення многочленів за схемою Горнера. Раціональні наближення.

1.3. Інтерполяція. Лінійна квадратична інтерполяція. Сплайни. Многочлен Лагранжа. Многочлен Ньютона. Многочлен Ерміта. Точність інтерполяції. Інтерполяція періодичних функцій. Інтерполяція функцій двох змінних.

1.4. Підбір емпіричних формул. Характер дослідних даних. Поняття емпіричної формули. Способи побудови емпіричної залежності та визначення її параметрів. Метод найменших квадратів.

Тема 4. Чисельне диференціювання та інтегрування.

4.1. Чисельне диференціювання. Апроксимація похідних. Похибка чисельного диференціювання. Використання інтерполяційних формул. Метод невизначених коефіцієнтів. Шляхи поліпшення апроксимації.

4.2. Чисельне інтегрування. Методи прямокутників і трапецій. Метод Сімпсона. Використання сплайнів. Уточнення значення інтеграла за схемою Ейткена. Адаптивні алгоритми. Огляд інших методів чисельного інтегрування (Ньютона-

Котеса, Гауса, Ерміта, Маркова, Філона). Особливі випадки чисельного інтегрування (розриви, невласні інтеграли). Кратні інтеграли.

Розділ 2. Чисельні методи розв'язання рівнянь та систем рівнянь. Основи оптимізації.

Тема 5. Системи лінійних рівнянь

- 5.1. Лінійні системи. Методи розв'язання лінійних систем. Обчислення визначника, оберненої матриці, власних значень матриці.
- 5.2. Прямі методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Метод Гаусса. Визначник і обернена матриця. Метод прогонки. Огляд інших прямих методів (Жордана, квадратного кореня, оптимального виключення, клітинні).
- 5.3. Ітераційні методи. Уточнення розв'язку. Метод Гауса-Зейделя.
- 5.4. Задача на власні значення. Метод обертань. Трьохдіагональні матриці. Часткова проблема власних значень.

Тема 6. Нелінійні рівняння.

- 6.1. Рівняння з одним невідомим. Метод розподілу відрізка навпіл. Метод хорд. Метод Ньютона. Метод простої ітерації.
- 6.2. Розв'язання алгебраїчних рівнянь (дійсні та комплексні корені).
- 6.3. Системи рівнянь. Метод простої ітерації. Метод Ньютона.

Тема 7. Методи оптимізації.

- 7.1. Основні поняття. Задачі оптимізації. Постановка задачі.
- 7.2. Одновимірні оптимізація. Задачі на екстремум. Методи пошуку. Метод золотого перетину.
- 7.3. Багатовимірні задачі оптимізації. Метод покоординатного спуску. Метод градієнтного спуску.
- 7.4. Задачі з обмеженнями. Метод штрафних функцій. Лінійне програмування. Геометричний метод. Симплекс-метод.
- 7.5. Генетичні алгоритми.
- 7.6. Штучні нейронні мережі. Машинне навчання. Оптимізація пошуку в БД. Розпізнавання образів.

Розділ 3. Чисельні методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь.

Тема 8. Звичайні диференціальні рівняння.

- 8.1. Однокрокові методи розв'язання задачі Коші. Багатокрокові методи. Підвищення точності результатів.
- 8.2. Крайові задачі. Метод стрільби. Методи скінченних різниць.
- 8.3. Задачі на власні значення. Різницевий метод. Метод Гальоркіна.

Тема 9. Рівняння в частинних похідних.

- 9.1. Апроксимація частинних похідних (сітки і шаблони). Побудова різницевих схем. Стійкість і збіжність різницевих схем.
- 9.2. Крайові задачі для еліптичних рівнянь. Варіаційні і варіаційно-різницеві методи розв'язання. Стаціонарні різницеві схеми. Прямі та ітераційні методи обчислення різницевого розв'язку.
- 9.3. Різницеві схеми для гіперболічних рівнянь в частинних похідних. Розв'язання одновимірного хвильового рівняння.
- 9.4. Різницеві схеми для параболічних рівнянь в частинних похідних. Розв'язання одновимірного рівняння дифузії.

Тема 10. Інтегральні рівняння

- 10.1. Види інтегральних рівнянь. Коректно поставлені завдання. Різницевий метод розв'язання. Розв'язування методом Гальоркіна.
- 10.2. Некоректні задачі. Регуляризуючий алгоритм. Різницеві схеми.
- 10.3. Методи розв'язання рівнянь типу згортки на кінцевому проміжку.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	Л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Наближене обчислення функцій. Апроксимація похідних та інтегралів.												
Разом за розділом 1	40	8				32						
Розділ 2. Чисельні методи розв'язання рівнянь та систем рівнянь. Основи оптимізації.												
Разом за розділом 2	40	8				32						
Розділ 3. Чисельні методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь.												
Разом за розділом 3	40	8				32						
Усього годин	120	24				96						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Робочим навчальним планом не передбачені в малочисельних групах.

Організаційно-методичні вказівки

Основні види занять і особливості їх проведення при вивченні даної дисципліни.

Лекційні заняття - побудовано як типові лекційні заняття відповідно до вимог державних стандартів для підготовки фахівців спеціальності 105. При викладі теоретичного матеріалу, з урахуванням його великого обсягу, а також особливостей спеціальності, частина аналітичних викладок (доведення теорем, обґрунтувань збіжності методів тощо) може бути оминеною або залишена для самостійного вивчення студентом. Аудиторне навантаження становить 2 години на тиждень.

Метою лекційних занять дисципліни «Числові методи біофізики» є формування у студентів достатніх теоретичних знань і практичних навичок щодо використання методів обчислювальної математики у виробничій діяльності, в тому і числі, при їх програмній реалізації на комп'ютерах. Завданням теоретичної частини курсу «Числові методи біофізики» є формування у студента необхідних знань щодо класифікації чисельних методів; причин виникнення похибок та їх урахування при оцінці результату обчислень; основ чисельних методів лінійної алгебри, наближення функцій, основ диференціювання і інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних рівнянь і деяких рівнянь в частинних похідних, щодо розв'язання задач оптимізації; стосовно особливостей комп'ютерної реалізації чисельних методів і використання при цьому стандартних пакетів прикладних програм.

Практичні заняття побудовані як типові практичні заняття з обчислювальної математики відповідно до вимог державних стандартів для підготовки фахівців з прикладної фізики. Основна увага на практичних заняттях приділяється розвитку у студентів навичок застосування чисельних методів, які не потребують великої кількості обчислень з використанням мікрокалькулятора. Проводиться ретельний аналіз отриманого рішення, його точності, адекватності методу розв'язання поставленого завдання, його особливості та недоліки. Обговорюється область застосування розглянутого методу.

В результаті виконання завдань практичних занять студент повинен вміти:

- вибрати чисельний метод, яким йому необхідно скористатися при вирішенні конкретної задачі;
- в разі малої кількості обчислень при вирішенні завдання обраним методом застосувати мікрокалькулятор;
- в разі великої кількості обчислень при вирішенні завдання обраним методом застосувати персональний комп'ютер і, наприклад, систему символьної математики або реалізувати метод за допомогою відповідного пакета прикладних програм;
- написати програмний додаток, що реалізує даний метод;
- адекватно оцінити отримані результати.

В ході виконання ІДЗ студенти використовують зручний фреймворк. Студенти мають провести розрахунки для контрольного прикладу і проінтерпретувати отримані результати. Студенти можуть за бажанням скласти програму на одній з мов вивчених раніше чи самостійно, для реалізації того чи іншого метода. За допомогою цієї програми здійснити розрахунки для контрольного прикладу і інтерпретувати отримані результати. Конкретне число ІДЗ і їх тематика можуть варіюватися.

В ході вивчення даного курсу студент слухає лекції з основних тем, відвідує практичні заняття, займається індивідуально. Навчальним планом передбачено консультації, які студент може відвідувати за бажанням.

5. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота студентів полягає у виконанні розрахунково-графічної роботи, індивідуальних домашніх завдань і двох аудиторних контрольних робіт.

У 5 семестрі студентами виконуються по дві аудиторні контрольні роботи і по два індивідуальних домашніх завдання. Аудиторні контрольні роботи проводяться по 1 годині кожна під час двох проміжних атестацій. При виконанні самостійної роботи студентам необхідно використовувати теоретичний матеріал, робити посилання на відповідні літературні джерела, з яких беруться теореми, формули.

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість Годин
1	Дії над наближеними числами. <i>Оцінка абсолютної і відносної похибок наближених чисел. Оцінка похибки величин, заданих функціональними співвідношеннями, при відомих значеннях похибок вихідних даних.</i>	10
2	Апроксимація функцій <i>Обчислення значення функції, заданої степеневим рядом. Використання схеми Горнера. Побудова раціонального наближення для функції, заданої степеневим рядом. Перетворення заданого многочлена в многочлен меншого ступеня. Оцінка допустимої похибки.</i>	10
3	Інтерполяція функцій і побудова емпіричних формул <i>Визначення значень функції, заданої таблично, в міжвузлових точках. Використання інтерполяційних многочленів Лагранжа, Ньютона. Порівняння з результатом лінійної інтерполяції. Визначення параметрів емпіричної залежності, апроксимуючої заданий набір експериментальних даних. Використання методу середніх. Використання методу найменших квадратів.</i>	12
4	Чисельне диференціювання <i>Обчислення першої та другої похідних функції, заданої таблицею. Використання інтерполяційних многочленів Ньютона і Лагранжа.</i>	10

	<i>Використання методу Рунге-Ромберга для уточнення значення похідної.</i>	
5	<i>Чисельне інтегрування. Розрахунок значення певного означеного інтеграла. Використання формули прямокутників з напівцілими вузлами і формули трапецій. Отримання уточненого значення за результатами обчислень. Використання формули Сімпсона. Оцінка похибки.</i>	10
6	<i>Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Розв'язання системи рівнянь із заданою похибкою методом Гауса з вибором головного елемента. Використання методу прогонки для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь з трьохдіагональною матрицею коефіцієнтів. Використання методу Гауса-Зейделя для ітераційного розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.</i>	10
7	<i>Розв'язання нелінійних рівнянь. Визначення кореня заданого нелінійного рівняння методом Ньютона з необхідною точністю. Розв'язання системи двох нелінійних рівнянь методом Ньютона з необхідною точністю.</i>	12
8	<i>Розв'язування задач оптимізації. Визначення оптимального значення проектного параметра, що забезпечує мінімум заданої цільової функції. Використання методу золотого перетину. Побудова штрафних функцій для вирішення задач математичного програмування. Розв'язання задач лінійного програмування геометричним методом.</i>	10
9	<i>Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь і рівнянь в частинних похідних. Розв'язання задачі Коші методами Ейлера і Рунге-Кутта. Розв'язання крайової задачі різницеvim методом. Побудова різницевої схеми для розв'язання задачі Діріхле.</i>	12

6. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачено виконання розрахунково-графічної роботи. Індивідуальні домашні завдання (ІДЗ) видаються на практичних заняттях на початку вивчення відповідних тем. Темі ІДЗ: «Апроксимація функцій», «Системи лінійних алгебраїчних рівнянь», «Нелінійні рівняння», «Квадратурні формули», «Диференціальні рівняння». Розрахунки можна виконати на калькуляторі або на ПК з використанням системи символічної математики MathCAD, пакетів Maple, MatLab.

Завдання для розрахунково-графічної роботи (РГР) відповідають математичним завданням знаходження коренів нелінійних рівнянь, розв'язання систем рівнянь, інтерполяції таблично заданих функцій, чисельного диференціювання та інтегрування, одновимірної і багатовимірної оптимізації, а також розв'язання задачі Коші та крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь в частинних похідних й інтегральних рівнянь.

Виконання РГР є складовою частиною самостійної роботи студентів.

РГР включає в себе побудову алгоритму вирішення поставленого завдання, отримання чисельного рішення, оцінку його точності, порівняння результатів чисельних розрахунків із точним аналітичним розв'язком (коли можливо).

Результати виконання РГР подаються у формі пояснювальної записки. Звіт з РГР виконується на паперових носіях інформації і містить: титульний аркуш, бланк - завдання, теоретичні відомості із зазначеного методу, блок-схему, розрахункові формули, докладні розрахунки, результати розрахунків у вигляді таблиць, графіки виконані із використанням комп'ютерної техніки, необхідні пояснювальні посилання, графіки, таблиці, лістинги програм, висновки і список використаних джерел.

7. Методи контролю

Дисципліна розрахована на 2 лекційні години та 3 години практичних занять кожного тижня, супроводжується 2 контрольними роботами та практичним проектом у формі РГР. При плануванні навантаження у малочисельних групах формування навичок практичного розв'язання завдачь ЧМ виноситься на самостійну роботу та індивідуальні заняття і здійснюються як поступове опрацювання реальних кейсів в аудиторії із викладачем та в домашньому завданні.

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення практичних занять;
- прийому та оцінювання звітів з виконання практичних завдань та самостійної роботи;
- проведення тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

Програма дисципліни в себе включає обов'язкові атестації: дві проміжні і одну підсумкову.

Проміжні атестації проводяться у формі контрольних робіт і містять питання теоретичного і практичного характеру, на які студент дає письмові відповіді. Контрольна робота розрахована на одну академічну годину кожна. За проміжні атестації студентам виставляються бали.

Підсумкова атестація з дисципліни проводиться у формі екзамену. Для допуску до іспиту необхідно успішно пройти дві проміжні атестації, захистити РГР. Результати проміжних атестацій враховуються при виставленні підсумкової оцінки.

В якості додаткового виду контролю та способу контролю СРС використовуються індивідуальні домашні завдання (ІДЗ) на розв'язання певних завдань курсу із застосуванням ПК. Рекомендована кількість ІДЗ - три.

Дисципліна завершується іспитом. Обов'язковою умовою допуску студента до екзамену є успішне виконання двох контрольних робіт та подання РГР у паперовому вигляді. Іспит проводиться письмово, в екзаменаційні білети включаються теоретичні і практичні питання. Для успішного складання іспиту студент повинен продемонструвати знання основних теоретичних положень дисципліни, що вивчається, і показати свої навички застосування теорії для розв'язання конкретних практичних завдань. При незгоді студента із отриманою оцінкою викладач може уточнити рівень знань студентів в усній формі.

8. Схема нарахування балів

Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену або залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання													Екзамен	Сума	
Розділ 1				Розділ 2			Розділ 3			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10+10	30	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Критерії оцінки успішності студентів

при семестровому контролі та виконанні письмових робіт

Оцінку «відмінно» (90-100% від максимальної кількості балів за завдання; 90-100 балів з дисципліни в цілому) отримує студент, якщо він:

- міцно засвоїв зміст навчальної дисципліни, наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- вміє повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст матеріалу, поставленого завдання чи проблеми; комплексно вирішувати поставлені завдання чи проблему; правильно застосовує одержані знання з різних дисциплін для вирішення завдань чи проблем; послідовно і логічно викладає матеріал;
- висловлює обґрунтоване власне ставлення до тих чи інших проблем;
- чітко розуміє зміст і вільно володіє спеціальною термінологією; встановлює взаємозв'язок основних понять;
- грамотно ілюструє відповіді прикладами;
- вільно використовує набуті теоретичні знання для аналізу практичного матеріалу; демонструє високий рівень набутих практичних навичок.
- здатен обрати чисельний метод, яким йому необхідно скористатися для розв'язання певного обчислювального завдання біофізики;
- при вирішенні завдання обраним методом застосовує персональний комп'ютер і вміє користуватися бібліотеками стандартних або пакетами проблемно-орієнтованих програм; вміє проводити обчислювальні експерименти
- складає алгоритм і програми розрахунку;
- може виконати необхідні чисельні розрахунки і оцінити точність отриманих результатів;
- вміє представити отримані результати у вигляді блок - схем, таблиць і графіків;
- здатен аналізувати отримані результати і давати їм відповідну фізичну інтерпретацію.

Допускається декілька неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень.

Оцінку «добре» (70-89% балів за завдання; 70-89 балів з дисципліни в цілому) отримує студент, якщо він:

- добре засвоїв основний зміст навчальної дисципліни, основні ідеї наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- аргументовано, правильно та послідовно розкриває основний зміст матеріалу;
- висловлює власні міркування з приводу тих чи інших проблем;
- точно використовує термінологію;
- має практичні навички з розв'язання завдань матеріалу дисципліни.

Допускається декілька неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладу теоретичного змісту або аналізу практичного матеріалу, несуттєвих та не грубих помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді. Наявні неточності та помилки враховуються при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою.

Оцінку «задовільно» (50-69% балів за завдання; 50-69 балів з дисципліни в цілому) студент отримує, якщо:

- у відповіді суть запитання в цілому розкрита, але зміст питання викладено частково; студент невпевнено орієнтується у змісті наукових першоджерел та рекомендованої літератури;
- матеріал викладений не завжди послідовно, висновки не ув'язані між собою;
- не вміє обґрунтовано оцінювати факти та явища, пов'язувати їх з майбутньою професійною діяльністю;

– при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань зроблені суттєві помилки.

Оцінку «незадовільно» (менше 50 балів) студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито; студент майже не орієнтується у наукових першоджерелах та рекомендованій літературі; не знає наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві помилки у висновках;
- студент слабо володіє спеціальною термінологією;
- наукове мислення та практичні навички майже не сформовані.

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. Численные методы. Решения задач и упражнения : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, А. А. Корнев, Е. В. Чижонков. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Лаборатория знаний, 2016. — 352 с.
2. Самарский А.А. Введение в численные методы. - М.: Наука, 1987. - 286 с.
3. Самарский А.А. Численные методы. - М.: Наука, 1989. - 430 с.
4. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – СПб: Невский диалект: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 630 с.
5. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. - М.: Высшая школа, 2000. - 190 с.
6. Мэтьюз Д.Г., Финк К.Д., Козаченко Л.Ф. Численные методы: Использование MATLAB. - К.: Вильямс, 2001. - 713 с.
7. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа: Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: Учеб.пособие для втузов. - М.: Б.и., 1963. - 400 с.
8. Волков Е.А. Численные методы. - М.: Наука, 1987. - 428 с.
9. Данилина Н.И., Дубровская Н.С., Кваша О.П. Численные методы. - М.: Высшая школа, 1976. - 368 с.
10. Дэннис Дж. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. – 1988. - 440 с.

11. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач: Учеб. пособие для вузов. - М.: Наука, 1988. - 549 с.
12. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2009. - 266 с.
13. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов: Учеб. пособие для вузов. - М.: Физматлит, 2002. - 304 с.

Допоміжна література

1. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. – М.: Высшая школа, 2000.
2. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD7 в математике, физике и в Internet. – М.: Нолидж, 1998.
3. Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на ФОРТРАНе. – М.: Мир, 1977.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – М.: ГРФМЛ, 1980.
5. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами / Пер. с англ.; Под ред. Абрамовица М. и Стиган И. – М.: Наука, ГРФМЛ, 1979.
6. Кублановская В.Н. Численные методы и вопросы организации вычислений. – СПб.: Путь к истине, 1992. – 208 с.
7. Кабулов В.К. Аналитические и численные методы решения задач математической физики. – Ташкент: Б.и., 2000. – 178 с.
8. Дэннис Дж. Заглавие: Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. 440 с., 1988

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

Курси *Coursera* по темі Numerical Analysis:

https://ru.coursera.org/courses?query=numerical+analysis&ranMID=40328&ranEAID=a1LgFw09t88&ranSiteID=a1LgFw09t88-5Cc6N.eVbZvAcn85Ib6pgw&siteID=a1LgFw09t88-5Cc6N.eVbZvAcn85Ib6pgw&utm_content=10&utm_medium=partners&utm_source=linkshare&utm_campaign=a1LgFw09t88

Курс «Introduction to Numerical Methods» на MIT OpenCourseWare:

<https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-335j-introduction-to-numerical-methods-spring-2019/>

Контрольні питання для самостійного відстеження прогресу засвоєння дисципліни та формування відповідних фахових компетенцій

1. Постановка завдання наближення функції. Типи збіжності в теорії наближення функцій. Інтерполяція та апроксимація. Екстраполяція.
2. Емпіричні формули.
3. Інтерполяція рядами, поліномами. Визначення коефіцієнтів інтерполяційного многочлена.
4. Інтерполяційний многочлен Лагранжа, Ньютона, Чебишева. Сплайни. Криві Безьє. Ряди Фур'є. Вейвлети.
5. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Матриця, визначник, мінор, алгебраїчне доповнення, зворотна матриця, множення матриць.
6. Прямі та ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь: Крамера, Гаусса, зворотна матриця, Гаусса-Зейделя.
7. Ітераційне віднайдення коренів нелінійного рівняння: метод бісекції, метод хорд, метод (дотичних) Ньютона.
8. Чисельне диференціювання. Підвищення точності апроксимації похідних.
9. Чисельне інтегрування, формули прямокутників, трапецій, Сімпсона.
10. Область застосування квадратурних формул різного типу.
11. Розв'язання звичайних диференційних рівнянь першого порядку. Метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта.
12. Числове розв'язання диференційних рівнянь та систем рівнянь.
13. Розв'язання ДР у частинних похідних.
14. Одновимірні та багатовимірні оптимізація.

типи завдань

1. Побудова інтерполяційного многочлена Лагранжа.
2. Побудова інтерполяційного многочлена Ньютона.
3. Розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь (методом: Гаусса, Гаусса-Зейделя, простої ітерації).
4. Розв'язання нелінійних рівнянь.
5. Розв'язання системи нелінійних рівнянь методом Ньютона.
6. Чисельне диференціювання.
7. Обчислення визначених інтегралів.
8. Розв'язання задачі оптимізації.
9. Числове розв'язання диференційних рівнянь. Метод Рунге-Кутта.

Особливості навчання в умовах запровадження карантинних обмежень через пандемію Covid-19 або інших обмежень внаслідок дії обставин непереборної сили

В умовах дії карантинних обмежень або інших обмежень внаслідок дії обставин непереборної сили освітній процес в університеті здійснюється відповідно до наказів та розпоряджень керівництва університету.