



ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитивна навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>лекції, практичні заняття, http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н, доцент, Прокопенко Юрій Васильович, prok@ee.kpi.ua Практичні / Семінарські: д.т.н, доцент, Прокопенко Юрій Васильович, prok@ee.kpi.ua Лабораторні:</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Кредитний модуль «Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень» є складовою частиною навчальної дисципліни «Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень» з циклу вибірових дисциплін освітнього компонента 2 Ф - Каталогу.

Необхідність вивчення цієї дисципліни обумовлюється тим, що більшість явищ та процесів в мікро- та наноелектроніці електроніці описуються алгебраїчними, диференціальними або інтегральними рівняннями. Вміння ставити задачі на основі таких рівнянь та їх розв'язувати дозволяє моделювати різноманітні процеси, явища, пристрої та прилади та системи в галузі мікро- та наноелектроніки, що є одним з етапів як їх наукового дослідження, так і створення нового покоління електронних пристроїв. Велика увага приділяється чисельним методам розв'язання, що враховують специфіку задач мікро- та наноелектроніки.

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів здатностей:

- вибору ефективних апаратних та програмних засобів розв'язання наукових задач;*
- системного використання сучасних методів розв'язання математичних задач, до яких зводяться задачі дослідження та аналізу мікро- та наноелектронних приладів, пристроїв та систем із врахуванням особливостей побудови, специфіки та властивостей чисельних методів.*

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- сучасних чисельних методів для розв'язання задач мікро- та наноелектроніки;
- особливостей обчислювальних методів, умов їх застосовності, можливостей адаптації до конкретних задач мікро- та наноелектроніки.

уміння:

- добирати найефективніші обчислювальні засоби та методи відповідно розв'язуваних задач;
- оцінювати похибки отриманих результатів;
- оцінювати достовірність отриманих розв'язків вихідній задачі;
- розробляти та використовувати алгоритми чисельних методів для аналізу сигналів та процесів в мікро- та наноелектронних приладах, пристроях та системах;

досвід:

- апаратної та програмної реалізації алгоритмів чисельних методів;
- адаптації засобів та методів до розв'язання задач мікро- та наноелектроніки.

Протягом семестру будуть вивчатися наступні питання:

- специфіка та властивості математичних рівнянь, зокрема лінійних, нелінійних, диференціальних та інтегральних рівнянь, до яких зводяться задачі мікро та наноелектроніки;
- чисельні методи розв'язання рівнянь;
- розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними, які мають аналітичний розв'язок;
- розв'язання задач наближення функцій, включаючи нелінійні задачі апроксимації;
- розв'язання задач умовної та безумовної оптимізації;
- обчислювальні засоби розв'язання математичних задач.

Дисципліна формує загальні компетентності щодо здатності знаходити, обробляти й аналізувати необхідну інформацію для розв'язання задач і прийняття рішень, а також фахові компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
- Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології (ЗК4).
- Здатність застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати фізичні та математичні експерименти при проведенні наукових досліджень в області мікро- та наносистемної техніки (ФК8).
- Здатність удосконалювати існуючі і розробляти нові методи і технології, програмні і апаратні засоби мікро- і наносистемної техніки біомедичного призначення (ФК9).
- Системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки, пропонувати способи розв'язання поставлених задач, коли методи їх вирішення не відомі (ПРН4).
- Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження у сфері мікро- та наносистемної техніки, дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних теорій, методів, спеціалізованого обладнання та оснащення, інформаційно-комунікаційних технологій, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (ПРН5).
- Планувати, організовувати та координувати роботу щодо проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки. (ПРН6)
- Розробляти нові методи і технології, програмні і апаратні засоби мікро- і наносистемної техніки, мікроелектронних інформаційних систем (ПРН9).

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень» забезпечується дисциплінами, що вивчаються протягом виконання бакалаврської та магістерської програм, зокрема дисциплінами, що забезпечують здобуття компетентностей з математичного аналізу, програмування та алгоритмічних мов, обчислювальної математики, інформаційних технологій, мікропроцесорної техніки. Поняття, що вивчають в дисципліні «Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень» використовуються для подальшого вивчення аспірантами решти дисциплін. Знання, уміння та навички, набуті в результаті вивчення даної дисципліни, будуть використані у проведенні наукових досліджень з використанням обчислювальної техніки.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Загальна структура та принципи наукових досліджень. Методи математичного моделювання мікро- та наноелектронних приладів, пристроїв та систем. Опис математичних моделей. Похибки математичних моделей.
2. Ефективні методи лінійної алгебри. Сингулярний розклад матриць.
3. Ефективні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.
 - 3.1. Узагальнені Методи Рунге-Кутта.
 - 3.2. Методи Гіра зі змінним кроком.
 - 3.3. Автоматичний вибір кроку інтегрування та забезпечення збіжності метода.
4. Чисельні методи розв'язання задач математичної фізики.
 - 4.1. Метод скінченних різниць.
 - 4.2. Проекційні методи.
 - 4.3. Метод скінченних елементів.
5. Чисельні методи розв'язання задач оптимізації.
 - 5.1. Градієнтні методи.
 - 5.2. Метод Ньютона та змінної метрики.
 - 5.3. Методи забезпечення глобальної збіжності розв'язання задач оптимізації.
6. Ідентифікація параметрів моделей. Методи нелінійної апроксимації.
7. Математичні методи в експериментальних дослідженнях.
 - 7.1. Науковий експеримент. Опис явищ, передбачення результатів наукового експерименту.
 - 7.2. Статистичний опис результатів експерименту.
 - 7.3. Оцінка похибки експериментальних вимірювань.
8. Проведення наукових досліджень з використанням комп'ютерних технологій та методів моделювання. Сучасні засоби та пакети прикладних програм, призначені для математичного моделювання мікро- та наноелектронних приладів, пристроїв та систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Бірта Г.О. Методологія і організація наукових досліджень / Г.О Бірта., Ю.Г. Бургу. – К.: Центр учбової літератури, 2014. — 142 с. — ISBN 978-617-673-248-8
2. Прокопенко Ю.В., Татарчук Д.Д., Казміренко В.А. Обчислювальна математика: Навч. Посібник.–К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2013.–224 с.
3. Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці : підручник / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. – Київ : ВНУ, 2006. – 480 с.
4. Зеленський, К.Х., Ігнатенко, В.М., Коц, О.П. Комп'ютерні методи прикладної математики.– К.: Академперіодика.– 480 с.

5. Чисельні методи розв'язання прикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с. ISBN 978-966-657-828-3.
6. Чисельні методи в прикладній фізиці : навч. посіб. / В. О. Катрич, Д. В. Майборода, С. О. Погарський, С. Л. Просвірнін. – Харків : Харківський нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2011. – 172 с.
7. J. E. Dennis, Robert B. Schnabel. Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations. – Prentice Hall, 1983. – 378 pp. – ISBN 0-13-627216-9.
8. Молчанов И.Н. Машинные методы решения прикладных задач. Алгебра, приближение функций.– Киев: Наукова думка, 1987.– 288 с.
9. Молчанов И.Н. Машинные методы решения прикладных задач. Дифференциальные уравнения.– Киев: Наукова думка, 1988.– 344 с.
10. Цегелик Г. Г. Чисельні методи : підручник / Г. Г. Цегелик. – Львів : Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, 2004. – 408 с.

Допоміжна література

1. Tikhonov A.N. and Samarskii A.A. Equations of mathematical physics. – Dover Publications, 2013. – 800 pp.
2. Григоренко Я.М., Панкратова Н.Д. Обчислювальні методи в задачах прикладної математики: Навч. посібник. – К.:Либідь, 1995. – 280 с.– ISBN 5-325-00486-7.
3. Андруник В. А. Чисельні методи в комп'ютерних науках / В. А. Андруник. – Львів : Новий світ-2000, 2019. – Т. 1. – 470 с.
4. Чисельні методи в комп'ютерних науках : навч. посіб. / В. А. Андруник, В. А. Висоцька, В. В. Пасічник та ін. ; за ред. В. В. Пасічника. – Львів : Новий світ-2000, 2018. – Т. 2. – 536 с.
5. Вступ до числових методів: Навч. посіб. для вищ. закл. освіти / П. І. Каленюк, В. А. Бакалець, І. І. Бакалець, Н. В. Горбачова, П. Л. Сохан; Держ. ун-т «Львів. політехніка». – Л., 2000. – 145 с. — (Математика для інженерів). — Бібліогр.: 20 назв.
6. Чисельні методи: [навч. посіб.] / М. В. Кутнів. — Л. : Вид-во «Растр-7», 2010. — 288 с. — Бібліогр.: с. 285—286 (23 назви). — ISBN 978-966-2004-44-1
7. Чисельні методи: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Г. Г. Цегелик; Львів. нац. ун-т ім. І.Франка. — Л., 2004. — 407 с. — Бібліогр.: 32 назв.
8. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. Вычислительные методы для инженеров.– М.: Высшая школа, 1994.– 544 с. – ISBN 5-06-000625-5.
9. Бабенко К.И. Основы численного анализа.– М.:Наука,1986.
10. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. – М.:Высшая школа, 2000.– 266 с. – ISBN 5-06-003654-5.
11. Воеводин В.В. Численные методы алгебры. Теория и алгоритмы. – М.:Гос. издат. физ.-мат. литературы, 1966.– 248 с.
12. Волков А. Е. Численные методы. – М.: Наука, 1982. – 248 с.
13. Гавурин М.К. Лекции по методам вычислений. – М.:Наука,1971.
14. Гловацкая А. П. Методы и алгоритмы вычислительной математики. – М.: Радио и связь, 1999. – 408 с. – ISBN 5-256-01458-7.
15. Григоренко Я.М., Панкратова Н.Д. Обчислювальні методи в задачах прикладної математики: Навч. посібник. –К.:Либідь, 1995. – 280 с.– ISBN 5-325-00486-7.
16. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1970. – 665 с.
17. Евдокимов А.Г. Минимизация функций. Харьков: Издательское объединение «Вища школа», 1977. – 160 с.
18. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.:Наука.1978.

19. Копченова Н.В., Марон И.А. *Вычислительная математика в примерах и задачах.* – М.:Наука,1978.
20. Корн Г., Корн Т. *Справочник по математике.* – М.:Наука,1974.
21. Краскевич В.Е., Зеленский К.Х., Гречко В.И. *Численные методы в инженерных исследованиях.* К.: Вища школа, 1986.
22. Крылов В. И., Бобков В. Б., Монастырский П. И. *Вычислительные методы: В 2 т.* – М.: Наука, 1977. – 339 с.
23. Кук Д., Бейз Г. *Компьютерная математика.* – М.:Наука,1990.
24. Кунин С. *Вычислительная физика.* – М.: Мир, 1991.
25. Ляшко И.И., Макаров В.Л., Скоробогатько А.А. *Методы вычислений.* – К.: Вища школа,1977.
26. Марчук Г.И. *Методы вычислительной математики.* – М.:Наука,1989.
27. Ортега Дж., Рейнболдт В. *Итерационные методы решения нелинейных систем уравнений со многими неизвестными.* – М.: Мир, 1975. – 560 с.
28. Плис А.И., Сливина Н.А. *Лабораторный практикум по высшей математике.*– М.: Высшая школа, 1983.
29. Пресс У., Фланнери Б., Тьюкольский С. и др. *Численные рецепты.* – М.:Мир,1990.
30. Рябенский В.С. *Введение в вычислительную математику: Учебное пособие: Для вузов.*– М.: Физматгиз, 1994.– 336с.
31. Румшинский Л.З. *Вычислительный лабораторный практикум.* – М.: Физматгиз, 1963.
32. Самарский А.А. *Введение в численные методы.*– М.: Наука,1987.
33. Федоренко Р.П. *Введение в вычислительную физику: Учебное пособие: Для вузов.*– М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та, 1994.–528с.
34. Фадеев Д.К., Фадеева В.Н. *Вычислительные методы линейной алгебры.* – М.:Гос. издат. физ.-мат. литературы, 1960. – 656 с.
35. Forsythe G.E., Malcolm, M. A., Moler C. B., *Computer Methods for Mathematical Computations.* Englewood Cliffs, New Jersey 07632. Prentice Hall, Inc., 1977. XI, 259 pp.
36. Хаусхолдер А.С. *Основы численного анализа.* – М.:ИЛ,1986.
37. Хемминг Р.В. *Численные методы для научных работников и инженеров.* – М.: Гос. издат. физ.-мат. литературы, 1972. – 400 с.
38. Черкасова М.П. *Сборник задач по численным методам.* – Минск: Высшая школа,1967.
39. Шуп Т. Е. *Решение инженерных задач на ЭВМ.* – М.: Мир, 1990. – 235 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Методика вивчення дисципліни повинна бути спрямована на формуванні професійної компетентності майбутніх фахівців, створення методологічної бази, оперуючи якою можна реалізувати проекти в науково-технічній сфері. Методика повинна бути спрямована на досягнення формування у аспіранта системних знань про взаємозв'язок таких аспектів професійної компетентності:

- уміння обирати та використовувати ефективні методи чисельного розв'язання задач аналізу сигналів та процесів у мікро- та наноелектронних пристроях, приладах та системах;
- оцінювати похибки та достовірність отриманих результатів;
- реалізовувати наукові проекти, дослідження і розробки засобами обчислювальної техніки;
- здатність використовувати сучасні обчислювальні засоби та методи в наукових дослідженнях.

В лекційних видах навчальних занять розглядаються особливості структури наукових досліджень, засобів та методів розв'язання наукових задач для аналізу сигналів та процесів в мікро- та наноелектронних пристроїв, приладів та систем. На лекціях варто зосередитися на необхідності гармонійного поєднання теоретичних аспектів курсу та можливостей і необхідності їх використання у практичній діяльності під час роботи за фахом. Для цього необхідне узгодження лекційного матеріалу з тими задачами, які будуть опрацьовані в ході практичної діяльності аспірантів у наукових дослідженнях

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Загальна структура та принципи наукових досліджень. Методи математичного моделювання мікро- та наноелектронних приладів, пристроїв та систем. Література: базова: 1,5,8,9; допоміжна: 11,18,26. Завдання на СРС: класифікація моделей мікро- та наноелектронних пристроїв, приладів та систем.
2.	Опис математичних моделей. Похибки математичних моделей Література: базова: 1,2,10; допоміжна: 24 Завдання на СРС: припущення та обмеження моделей.
3.	Ефективні методи лінійної алгебри. Сингулярний розклад матриць. Література: базова: 8,2; допоміжна: 35. Завдання на СРС: розв'язання задач лінійної алгебри з використанням сингулярного розкладу матриць.
4.	Узагальнені Методи Рунге-Кутта розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Література: базова: 9,2; допоміжна: 35,37,39. Завдання на СРС: вплив порядку точності на збіжність та стійкість метода Рунге Кутта.
5.	Методи Гіра зі змінним кроком. Література: базова: 2,9; допоміжна: 16,37,39 Завдання на СРС: поняття про жорсткі диференціальні рівняння.
6.	Автоматичний вибір кроку інтегрування та забезпечення збіжності метода Література: базова: 2,5,9; допоміжна: 2,12,18,26 Завдання на СРС: апостеріорна оцінка похибки розв'язання диференціальних рівнянь.
7.	Метод скінченних різниць розв'язання задач математичної фізики Література: базова: 3,10; допоміжна: 1,33,34,37. Завдання на СРС: Скінченно-різницева апроксимація похідних
8.	Проекційні методи розв'язання задач математичної фізики Література: базова: 3; допоміжна: 8,13,24,37 Завдання на СРС: Повні системи ортогональних функцій.
9.	Метод скінченних елементів розв'язання задач математичної фізики Література: базова: 3,10; допоміжна: 3,12,15,23 Завдання на СРС: методи триангуляції для побудови сітки вузлів.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
10.	Градiєнтні методи розв'язання задач оптимізації Література: базова: 7; допоміжна: 16,18,27 Завдання на СРС: одновимірні методи розв'язання задач оптимізації
11.	Метод Ньютона та змінної метрики розв'язання задач оптимізації Література: базова: 7; допоміжна: 5,29,34, 37 Завдання на СРС: збіжність метода Ньютона
12.	Методи забезпечення глобальної збіжності розв'язання задач оптимізації Література: базова: 7; допоміжна: 17, 36, 39 Завдання на СРС: критерії збіжності розв'язання задач оптимізації.
13.	Ідентифікація параметрів моделей. Література: базова: 5, 6; допоміжна: 24 Завдання на СРС: Чутливість параметрів моделей до зміни режимів роботи та зовнішніх умов
14.	Методи нелінійної апроксимації Література: базова: 7; допоміжна: 4,35, 37 Завдання на СРС: Збіжність метода Ньютона-Гаусса
15.	Науковий експеримент. Опис явищ, передбачення результатів наукового експерименту Література: базова: 1,6; допоміжна: 9,13 Завдання на СРС: Планування експериментальних досліджень
16.	Статистичний опис результатів експерименту Література: базова: 6,10; допоміжна: 6,22,24 Завдання на СРС: функції розподілу випадкових процесів
17.	Оцінка похибки експериментальних вимірювань Література: базова: 5,6; допоміжна: 15,19 Завдання на СРС: методи визначення чутливостей характеристик до зміни параметрів
18.	Проведення наукових досліджень з використанням комп'ютерних технологій та методів моделювання. Сучасні засоби та пакети прикладних програм, призначені для математичного моделювання мікро- та наноелектронних приладів, пристроїв та систем Література: базова: 1; допоміжна: 33 Завдання на СРС: Методи паралельних обчислень, хмарні технології

Метою циклу практичних занять є формування практичних навичок та вмінь розв'язання наукових задач обчислювальними засобами та методами; аргументованого вибору параметрів обчислювальних процесів для забезпечення отримання результатів з заданими похибками та характеристиками збіжності, реалізовувати різні стратегії отримання наукових результатів обчислювальними засобами та методами.

№	Назва практичного заняття	Кількість годин
1.	Розв'язання задач лінійної алгебри, використовуючи сингулярний розклад матриць	2
2.	Забезпечення глобальної збіжності розв'язання систем нелінійних рівнянь	2
3.	Розв'язання систем жорстких диференціальних рівнянь	2
4.	Метод скінченних різниць розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними	2
5.	Проекційні методи розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними	2
6.	Метод скінченних елементів розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними	2
7.	Розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації	2
8.	Розв'язання задач нелінійної апроксимації	2
9.	Статистична обробка експериментальних даних	2
Всього		18

Методичні рекомендації

Коректне використання відомого та розробка нового програмного забезпечення для розв'язання наукових задач можливе тільки на основі глибокого розуміння обчислювальних засобів та методів, які використовуються, та специфіки виконання обчислень на комп'ютері. Неправильне використання обчислювальних методів і нерозуміння впливу похибок різного походження часто призводять до абсолютно невірних результатів. Тому в лекційному і практичному циклах особливе місце необхідно відвести розбору обмежень використання методів, що вивчаються, а також аналізу похибок обчислень і засобам їх зменшення та досягнення необхідної збіжності та точності.

Особливу увагу необхідно звернути на те, що комп'ютерна реалізація алгоритмів розв'язання різного класу задач (комп'ютерна модель задачі) відрізняється від математичної постановки тих же задач (математичної моделі задачі) внаслідок похибки дискретизації і похибки округлення. Тому часто коректно поставлені задачі з математичної точки зору є некоректно поставленими за комп'ютерної реалізації. Це призводить до отримання невірних розв'язків. На лекціях необхідно детально розглянути приклади таких задач і розібрати причини, які призвели до появи помилок та виявити способи їх усунення.

Необхідно також враховувати, що обчислювальні методи у задачах електроніки мають свою специфіку. Так, наприклад, диференціальні рівняння, до яких зводяться задачі електроніки, виявляються жорсткими, а матриці коефіцієнтів систем лінійних алгебраїчних рівнянь є погано обумовленими. Тому основну увагу лекційного і лабораторного циклів потрібно зосередити на тих обчислювальних методах, які пристосовані для задач електроніки. Крім того, приклади застосування чисельних методів, що вивчаються, бажано будувати на основі типових задач з області мікро- та наноелектроніки.

Жоден з існуючих обчислювальних методів не задовольняє всім вимогам, що висуваються до них. Тому, реальні обчислювальні алгоритми, як правило, будуються на основі комбінації різних методів. Цим продиктована множина методів, які розглядаються. При цьому особливу увагу необхідно приділити порівнянню різних методів, області їх застосування, детальному розбору їх переваг та недоліків. У ході вивчення дисципліни необхідно виробляти у аспірантів

навички вибору найбільш придатних методів розв'язання, виведення необхідних розрахункових формул, модифікації і адаптації їх до задач, що розглядаються.

У процесі виконання практичних робіт бажано вимагати, щоб усі алгоритми були виконані у вигляді універсальних процедур, функцій або підпрограм. Це продиктовано кількома міркуваннями. По-перше, аспіранти набувають навички узагальнення алгоритмів, що використовуються для розв'язання широкого класу задач. При цьому, аспіранти вчатья виділяти блоки алгоритмів, незалежні від конкретної задачі, здійснювати взаємодію між різними блоками, контроль та управління процесами обчислень шляхом використання параметрів процедур, функцій або підпрограм. Це формує розуміння структури програмного забезпечення для розв'язання різних задач аналізу сигналів та процесів у мікро- та наноелектронних пристроях, приладах та системах. Придбані навички дозволяють не тільки розробляти нове програмне забезпечення, але й ефективно використовувати і керувати розв'язанням в існуючих пакетах прикладних програм. По-друге, накопичене до закінчення вивчення дисципліни програмне забезпечення дозволяє надалі швидко та ефективно розв'язувати задачі подальших дисциплін та у наукових дослідженнях, зосереджуючи свою увагу не на обчислювальних аспектах, а на інтерпретації отриманих результатів з точки зору предметної області, що вивчається.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота аспіранта включає підготовку до лекції та практичного заняття, опрацювання підрозділів, які пропонуються в ході лекційних та практичних занять та виконання індивідуальних завдань. Індивідуальні письмові завдання присвячені розробці алгоритмів чисельного розв'язання наукових задач з аналізу сигналів та процесів у мікро- та наноелектронних пристроях, приладах та системах.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує гугл-диск для викладання матеріалу поточної лекції, додаткових ресурсів, лабораторних робіт та інше; викладач відкриває доступ до певної директорії гугл-диска для скидання електронних лабораторних звітів та відповідей на МКР;
- на лекції заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу, усі питання, уточнення та ін. студенти задають в кінці лекції у відведений для цього час;
- індивідуальні завдання захищаються на практичних заняттях. індивідуальні завдання подаються в електронному і паперовому вигляді.
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях, практичних заняттях; по результатах презентації реферату, підготовка оглядів наукових праць Кількість заохочуваних балів не більше 10.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- 1) відвідування лекційних занять;

- 2) участь у практичних заняттях;
- 3) виконання індивідуальних завдань;
- 4) екзаменаційної роботи.

Система рейтингових балів

1. Лекції

За відвідування кожної лекції нараховується один бал. До уваги приймається 15 лекцій з максимальним балом. Максимальний сумарний бал за відвідування лекцій складає $15 \times 1 = 15$ балів, що становить 7,5% від підсумкового рейтингу

2. Практичні заняття (семінари)

Максимальна оцінка за участь у практичному занятті (семінарі) складає 2 бала. До уваги приймається 15 практичних занять з максимальним балом. Максимальний сумарний бал за участь у практичному занятті складає $15 \times 2 = 30$ балів, що становить 15% від підсумкового рейтингу.

Критерії оцінювання

- максимальна оцінка виставляється у разі активної участі у семінарі та виступах, що ґрунтується на глибокому володінні наукових положень, правильному їх висвітленні використовуючи наукові норми, стандарти та термінологію, витримано логіку і форму наукової дискусії, наукові етику та етикет.
- оцінка знижується, якщо є недоліки у виступах;
- за пасивну участь у семінарі та суттєві недоліки у виступах оцінка знижується на 2 бала.

3. Індивідуальні завдання

В ході вивчення курсу «Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень» аспіранти виконують індивідуальні письмові завдання присвячені розробці алгоритмів чисельного розв'язання наукових задач з аналізу сигналів та процесів у мікро- та наноелектронних пристроях, приладах та системах.

Критерії оцінювання:

- максимальний бал у 55 балів, що становить 55% від підсумкового рейтингу, виставляється, якщо повно і правильно сформульовано наукову задачу, висвітлено методи та засоби розв'язання, обґрунтовано обчислювальні процедури, проведено оцінку достовірності та похибки отриманих результатів, правильно використано термінологію;
- оцінка знижується, якщо є недоліки.

3. Екзаменаційна робота

В білеті – 4 питання: 2 теоретичних та 2 задачі. Ваговий бал теоретичного питання – 20. Ваговий бал задачі – 30. Максимальна кількість балів екзамену дорівнює $20 \text{ балів} \times 2 \text{ теоретичні питання} + 30 \text{ балів} \times 2 \text{ задачі} = 100 \text{ балів}$.

Екзаменаційну роботу всі студенти повинні писати обов'язково.

Критерії екзаменаційного оцінювання

- відповідь на теоретичне питання оцінюється виходячи з повноти та правильності освітлення наступних положень: постановка проблеми (місце, роль, цілі та задачі); обґрунтування алгоритмів, виокремлення переваг, обмежень та недоліків методів та засобів розв'язання задач;

- відповідь на задачу повинно включати: обґрунтування рівнянь, формул та виразів, що використовуються; отримання заключної системи рівнянь, її розв'язок з отриманням кількісних оцінок, їх аналіз та висновки.

Заохочувальні бали за:

- 1) модернізацію практичних завдань – 1 бал;
- 2) виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни – 1 бал;

Порядок перерахунку рейтингу у підсумкову оцінку

Розмір стартової шкали $RC =$ Сумі вагових балів контрольних заходів протягом семестру і складає:

$$RC = 15 + 30 + 55 = 100 \text{ балів.}$$

Розмір екзаменаційної шкали $RE = 100$ балів.

Розмір шкали рейтингу $RD = RC + RE = 200$ балів

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менше ніж 7 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 15 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менше ніж 22 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 45 балів).

Умови допуску до екзамену: стартовий рейтинг (rC) не менше 60 % від RC , тобто 60 балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка R розраховується, виходячи з фактично набраного стартового рейтингу rC та фактично отриманих балів на екзамені rE , згідно з таблицею:

Набрані бали $R = rC + rE$		Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
фактичні	за 100-бальною шкалою		
190....200	95....100	A	Відмінно
170....189	85....94	B	дуже добре
150...169	75...84	C	Добре
130...149	65...74	D	Задовільно
120....129	60....64	E	Достатньо
$R \leq 120$	$R \leq 60$	Fx	Незадовільно
$rC < 60$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	$rC < 30$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	F	не допущено

Аспіранти, які набрали менше, ніж 0,6 РС балів, повинні до початку екзаменаційної сесії підвищити рейтинг, інакше вони не допускаються до екзамену з дисципліни і матимуть академічну заборгованість.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Можливі додаткові бали за наявності сертифікатів про проходження дистанційних чи онлайн курсів, участі у літніх школах за тематикою рефератів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри електронної інженерії, д.т.н., доц. Прокопенко Юрієм Васильовичем.

Ухвалено кафедрою електронної інженерії (протокол № 31 від 21 червня 2023р.)

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/23 від 29.06.2023р.)