



ПРОГРАМНІ МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | <i>Перший (бакалаврський)</i> |
| Галузь знань | <i>12 Інформаційні технології</i> |
| Спеціальність | <i>121 Інженерія програмного забезпечення</i> |
| Освітня програма | <i>Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем</i> |
| Статус дисципліни | <i>Вибіркова</i> |
| Форма навчання | <i>Очна (денна)</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>4 рік навчання, 7 семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>Лекції: 36 год., лабораторні заняття: 18 год, самостійна робота: 66 год.</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>Залік, модульна контрольна робота, календарний контроль</i> |
| Розклад занять | <i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року (rozklad.kpi.ua)</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: к.т.н., доцент, Онай Микола Володимирович, onay@pzks.fpm.kpi.ua Комп'ютерний практикум: к.т.н., доцент, Онай Микола Володимирович, onay@pzks.fpm.kpi.ua</i> |

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення дисципліни «Програмні методи оброблення експериментальних даних» дозволяє сформувати у здобувачів вищої освіти компетенції, необхідні для розв'язання складних задач професійної діяльності, пов'язаної із розробленням програмних систем для розв'язання типових задач, що виникають при аналізі великих об'ємів накопичених експериментальних даних.

Метою вивчення дисципліни «Програмні методи оброблення експериментальних даних» є формування у здобувачів освіти здатності проводити інноваційну діяльність, пов'язану із розробленням програмних систем для оброблення великого об'єму накопичених експериментальних даних.

Предметом дисципліни «Програмні методи оброблення експериментальних даних» є програмні методи аналізу та оброблення великого об'єму накопичених експериментальних даних.

Вивчення дисципліни «Програмні методи оброблення експериментальних даних» підсилює формування у здобувачів освіти **фахових компетентностей (ФК)**, необхідних для розв'язання практичних задач професійної діяльності:

ФК18 Здатність розробляти методи чисельного розв'язання математичних задач з використанням програмних засобів.

ФК20 Здатність застосовувати набуті фундаментальні математичні знання для розроблення методів обчислень при створенні мультимедійних та інформаційно-пошукових систем.

Вивчення дисципліни «Програмні методи оброблення експериментальних даних» сприяє формуванню у студентів наступних **програмних результатів навчання (ПРН)** за освітньою програмою:

ПРН01 Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН25 Знати і вміти використовувати фундаментальний математичний інструментарій при побудові алгоритмів та розробленні сучасного програмного забезпечення.

ПРН26 Вміти розробляти та використовувати методи і алгоритми наближеного розв'язання математичних задач при проектуванні мультимедійних та інформаційно-пошукових систем.

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

Успішному вивченню дисципліни «Програмні методи оброблення експериментальних даних» передують вивчення дисципліни «Алгоритмічне забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Отримані в результаті засвоєння дисципліни «Програмні методи оброблення експериментальних даних» теоретичні знання та практичні уміння можуть бути корисні для проведення наукових досліджень та при виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Програмні методи оброблення експериментальних даних» передбачає вивчення тем:

Тема 1. Програмна апроксимація функцій

Тема 2. Чисельне диференціювання та інтегрування

Тема 3. Розроблення програмної системи для табличного інтегрування та розв'язання матричної задачі Коші

Модульна контрольна робота

Залік

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Андруник В.А. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник / Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чурун Л.Б., Чурун Л.В. Ч // Том 2 за ред. В.В. Пасічника – Львів: Видавництво «Новий Світ», 2020. – 536 с

Використати для вивчення принципів розв'язання математичних задач, що виникають при побудові математичних моделей. Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.

Додаткова література:

2. William H. Press Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing / William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery // Cambridge University Press, 2002. – 1018 p.

Використати для опанування практичних навичок з дисципліни.

3. Walter Gautschi Numerical Analysis [Електронний ресурс], 2012. Режим доступу: http://www.ikiu.ac.ir/public-files/profiles/items/090ad_1410599906.pdf

Використати для опанування теоретичним матеріалом з дисципліни.

4. Singular Value Decomposition [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.cs.cmu.edu/~venkatg/teaching/CStheory-infoage/book-chapter-4.pdf>

Використати для вивчення загальної структури сингулярного розкладення матриці. Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.

5. Courtney Remani Numerical Methods for Solving Systems of Nonlinear Equations [Електронний ресурс], 2013.

Режим доступу: <https://www.lakeheadu.ca/sites/default/files/uploads/77/docs/RemaniFinal.pdf>

Використати для вивчення принципів розв'язання нелінійних рівнянь. Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.

6. McDonough J. M. Computational Numerical Analysis [Електронний ресурс], 2007. Режим доступу: <http://web.engr.uky.edu/~acfd/eqr537-lctrs.pdf>

Використати для опанування практичних навичок з дисципліни.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

| № з/п | Тип навчального заняття | Опис навчального заняття |
|---|--|--|
| <i>Тема 1. Програмна апроксимація функцій</i> | | |
| 1 | <i>Лекція 1. Інтерполяційний многочлен Лагранжа</i> | <i>Визначення термінів апроксимація, інтерполяція, екстраполяція. Матриця Вандермонда. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Лінійна, квадратична та кубічна інтерполяція. Бікубічна інтерполяція. Залишковий член інтерполяційного многочлена Лагранжа. Інтерполяційна схема Ейткена. Завдання на СРС: розглянути приклади апроксимації за допомогою інтерполяційного многочлена Лагранжа та схеми Ейткена.</i> |
| 2 | <i>Комп'ютерний практикум 1</i> | <i>Завдання: Розробити програмні компоненти для знаходження наближених значень табличних функцій.</i> |
| 3 | <i>Лекція 2. Скінченно-різницеві інтерполяційні формули. Загальні поняття</i> | <i>Поняття скінченної різниці. Порядок скінченної різниці. Зв'язок скінченних різниць з похідними. Діагональна таблиця скінченних різниць. Завдання на СРС: проаналізувати запропоновані способи подання скінченних різниць.</i> |
| 4 | <i>Комп'ютерний практикум 2</i> | <i>Завдання: Розробити програмні компоненти для візуалізації графіка апроксимованої функції.</i> |
| 5 | <i>Лекція 3. Скінченно-різницеві інтерполяційні формули. Інтерполяційні многочлени Ньютона</i> | <i>Перший інтерполяційний многочлен Ньютона. Другий інтерполяційний многочлен Ньютона. Інтерполяційні формули Ньютона Завдання на СРС: розглянути приклади апроксимації за допомогою інтерполяційних многочленів Ньютона.</i> |

| | | |
|--|--|--|
| 6 | Лекція 4. Скінченно-різницеві інтерполяційні формули. Центральні інтерполяційні формули | Центральні інтерполяційні формули. Перший інтерполяційний многочлен Гаусса. Другий інтерполяційний многочлен Гаусса. Інтерполяційна формула Стірлінга. Інтерполяційна формула Бесселя. Завдання на СРС: розглянути приклади апроксимації за допомогою центральних скінченно-різницевих інтерполяційних формул. |
| 7 | Лекція 5. Інтерполяційна формула Ньютона для нерівновіддалених вузлів | Поняття розділеної різниці. Порядок розділеної різниці. Таблиця розділених різниць. Перша інтерполяційна формула Ньютона для нерівновіддалених вузлів. Друга інтерполяційна формула Ньютона для нерівновіддалених вузлів. Завдання на СРС: вивести другу інтерполяційну формулу Ньютона для нерівновіддалених вузлів. |
| 8 | Комп'ютерний практикум 3 | Завдання: Розробити програмні компоненти для виконання інтерполювання за допомогою інтерполяційної формули для нерівновіддалених вузлів (формулу обрати за варіантом). |
| 9 | Лекція 6. Інтерполяційні сплайни із неперервною першою похідною на рівномірних сітках вузлів | Основи інтерполювання функцій та обґрунтування введення сплайнів. Основні означення сплайнів та форми їх зображення. Вбудовані функції MatLab для роботи із сплайнами |
| 10 | Лекція 7. Дискретні сплайнові базиси | Методика побудови інтерполяційного квадратичного сплайна. Методика побудови інтерполяційного кубічного сплайна. Оцінка похибки інтерполяційного сплайна |
| 11 | Комп'ютерний практикум 4 | Завдання: Розробити програму для інтерполювання за допомогою сплайнів. |
| 12 | Лекція 8. Метод найменших квадратів | Методи побудови емпіричних сплайн-функцій способом найменших квадратів. Аналітичний метод побудови лінійних сплайнів. Побудова ермітових сплайнів, що згладжують |
| 13 | Комп'ютерний практикум 5 | Завдання: Розробити програму для інтерполювання за допомогою сплайнів. |
| 14 | Модульна контрольна робота. Частина 1 | |
| Тема 2. Чисельне диференціювання та інтегрування | | |
| 15 | Лекція 9. Чисельне диференціювання | Скінченно-різницева формула чисельного диференціювання. Симетрична та несиметрична формула чисельного диференціювання. Залишковий член формул чисельного диференціювання. Порядок точності формул чисельного диференціювання. Завдання на СРС: проаналізувати різні способи чисельного диференціювання. |

| | | |
|--|--|---|
| 16 | <i>Лекція 10. Загальні ідеї побудови формул чисельного інтегрування</i> | <i>Інтеграл Рімана. Інтегральна сума Рімана та її роль в чисельних методах. Приклади випадків коли неможливо використовувати формулу Ньютона-Лейбніца. Геометричний зміст визначеного інтеграла Завдання на СРС: проаналізувати зв'язок формул чисельного інтегрування з формулами чисельного диференціювання.</i> |
| 17 | <i>Лекція 11. Квадратурні формули прямокутників. Сімейство квадратурних формул Ньютона-Котеса</i> | <i>Загальна формула прямокутників. Квадратурна формула лівих, правих та середніх прямокутників. Локальна похибка найпростішої формули прямокутників. Глобальна похибка квадратурної формули прямокутників. Сімейство квадратурних формул Ньютона-Котеса. Коефіцієнти Котеса. Найпростіші квадратурні формули, що отримуються з формул Ньютона-Котеса. Завдання на СРС: розглянути приклади чисельного інтегрування за допомогою формули Ньютона-Котеса.</i> |
| 18 | <i>Комп'ютерний практикум 6</i> | <i>Завдання: Розробити програму для чисельного інтегрування методом заданим за варіантом</i> |
| 19 | <i>Лекція 12. Складені квадратурні формули трапецій та Сімпсона. Принцип Рунге практичного оцінювання похибок та алгоритм Ромберга</i> | <i>Найпростіша та складена квадратурна формула трапецій. Найпростіша та складена квадратурна формула Сімпсона. Залишковий член складених квадратурних формул трапецій та Сімпсона. Зв'язки між формулами прямокутників, трапецій та Сімпсона. Поправка Річардсона. Принцип Рунге практичного оцінювання похибок. Узагальнена поправка Річардсона. Алгоритм прямокутників-трапецій. Алгоритм Ромберга. Завдання на СРС: розглянути приклади чисельного інтегрування за допомогою формули трапецій та формули Сімпсона.</i> |
| 20 | <i>Комп'ютерний практикум 7</i> | <i>Завдання: Розробити програму для чисельного інтегрування методом заданим за варіантом</i> |
| <i>Тема 3. Розроблення програмної системи для табличного інтегрування та розв'язання матричної задачі Коші</i> | | |
| 21 | <i>Лекція 13. Метод Ейлера розв'язання звичайних диференціальних рівнянь</i> | <i>Загальний вигляд звичайного диференціального рівняння. Порядок звичайного диференціального рівняння. Загальний розв'язок звичайного диференціального рівняння. Формулювання задачі Коші. Геометричний спосіб виведення метода Ейлера. Виведення метода Ейлера використовуючи формулу Тейлора. Різницевий спосіб виведення метода Ейлера. Квадратурний спосіб виведення метода Ейлера. Завдання на СРС: розглянути приклади розв'язання звичайних диференціальних рівнянь методом Ейлера.</i> |
| 22 | <i>Лекція 14. Модифікації метода Ейлера розв'язання звичайних диференціальних рівнянь</i> | <i>Неявний метод Ейлера. Метод трапецій. Метод Хойна. Метод Ейлера-Коші. Метод Мілна. Удосконалений метод Ейлера.</i> |

| | | |
|----|---|--|
| | | <i>Завдання на СРС: розглянути приклади розв'язання звичайних диференціальних рівнянь за допомогою модифікацій методу Ейлера.</i> |
| 23 | <i>Комп'ютерний практикум 8</i> | <i>Завдання: Розробити програмні компоненти для розв'язання задачі Коші.</i> |
| 24 | <i>Лекція 15. Узагальнення метода Ейлера розв'язання звичайних диференціальних рівнянь</i> | <i>Основні принципи побудови методів Рунге-Кутта. Однопараметричне сімейство методів Рунге-Кутта другого порядку. Метод середньої точки як різновид методів Рунге-Кутта. Завдання на СРС: розглянути приклади розв'язання звичайних диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта другого порядку.</i> |
| 25 | <i>Лекція 16. Модифікації методів Рунге-Кутта розв'язання звичайних диференціальних рівнянь</i> | <i>Метод Рунге-Кутта четвертого порядку. Метод Кутти-Мерсона. Критерій зупинки ітераційного процесу для методів Рунге-Кутта. Завдання на СРС: розглянути приклади розв'язання звичайних диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутта четвертого порядку.</i> |
| 26 | <i>Комп'ютерний практикум 9</i> | <i>Підсумки</i> |
| 27 | <i>Модульна контрольна робота. Частина 2</i> | |

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Дисципліна «Програмні методи оброблення експериментальних даних» ґрунтується на самостійній підготовці до аудиторних занять на теоретичні та практичні теми.

| <i>№ з/п</i> | <i>Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання</i> | <i>Кількість годин</i> | <i>Література</i> |
|--------------|--|------------------------|-------------------|
| 1 | <i>Підготовка до лекцій</i> | 16 | 1-6 |
| 2 | <i>Підготовка до комп'ютерного практикуму</i> | 27 | 1-6 |
| 3 | <i>Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 1</i> | 9 | 1-6 |
| 4 | <i>Підготовка до модульної контрольної роботи. Частина 2</i> | 9 | 1-6 |
| 5 | <i>Підготовка до заліку</i> | 5 | 1-6 |

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять. Відсутність на аудиторному занятті не передбачає нарахування штрафних балів, оскільки фінальний рейтинговий бал студента формується виключно на основі оцінювання результатів навчання. Разом з тим, обговорення результатів виконання тематичних завдань, а також презентація / публічний виступ та участь у обговореннях та доповнення на семінарах оцінюватимуться під час аудиторних занять. Для активної участі у роботі семінару студент готується за рекомендованою викладачем до певного семінарського

заняття літературою. Участь у роботі семінару також передбачає підготування доповідей та співдоповідей у межах усіх занять.

Пропущені контрольні заходи оцінювання. Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини (лікарняний, мобільність тощо) заняття за рахунок самостійної роботи. Детальніше за посиланням: <https://kpi.ua/files/n3277.pdf>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання. Студент може підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного. Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.

Академічна доброчесність. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни «Науково-дослідна діяльність у комп'ютерній інженерії» може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англомовних джерел. Призначення заохочувальних та штрафних балів Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали оцінювання.

Всі студенти повинні відвідувати лекційні та практичні заняття, на яких потрібно активно працювати над засвоєнням навчального матеріалу. За об'єктивних причин (наприклад - хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі індивідуально за погодженням із керівником курсу.

Політика щодо дедлайнів та перескладання:

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності:

Усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 20%. Списування під час контрольних робіт заборонені (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).

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

Протягом семестру студентами виконують 8 комп'ютерних практикумів. Максимальна кількість балів за кожний комп'ютерний практикум: 6 балів.

Бали нараховуються за:

- якість виконання комп'ютерного практикуму: 0-2 бали;
- відповідь на теоретичні запитання під час захисту комп'ютерного практикуму: 0-2 бали;
- своєчасне представлення роботи до захисту: 0-2 бали.

Критерії оцінювання якості виконання:

2 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі;

1 бал – робота виконана в повному обсязі, але містить незначні помилки;

0 балів – робота виконана не в повному обсязі, або містить суттєві помилки.

Критерії оцінювання відповіді:

2 бали – відповідь повна, добре аргументована;

1 бал – в цілому відповідь правильна, але має недоліки або незначні помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання своєчасності представлення роботи до захисту:

2 бали – робота представлена до захисту не пізніше вказаного терміну;

0 балів – робота представлена до захисту пізніше вказаного терміну.

Максимальна кількість балів за виконання та захист комп'ютерних практикумів:

6 балів × 8 комп. практ. = 48 балів.

Завдання на модульну контрольну роботу складається з 3 запитань – 1 теоретичного та 2 практичних. Відповідь на теоретичне запитання оцінюється 6 балами, а відповідь на практичне запитання оцінюється 10 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання контрольної роботи:

6 балів – відповідь правильна, повна, добре аргументована;

5 балів – відповідь правильна, розгорнута, але не дуже добре аргументована;

4 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;

3 балів – у відповіді є незначні помилки;

1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання практичного запитання контрольної роботи:

9-10 балів – відповідь правильна, розрахунки виконані у повному обсязі;

7-8 балів – відповідь правильна, але не дуже добре підкріплена розрахунками;

5-6 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;

3-4 балів – у відповіді є незначні помилки;

1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

*2 роботи * (6 балів × 1 теоретичне запитання + 10 балів × 2 практичних запитання) = 52 бали.*

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$R_c = R_{\text{ком.практ}} + R_{\text{МКР}} = 48 \text{ балів} + 52 \text{ балів} = 100 \text{ балів.}$

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 % від максимальної кількості балів (20 балів), яку може отримати студент до першої атестації.

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 % від максимальної кількості балів (35 балів), яку може отримати студент до другої атестації.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю:

За семестрового рейтингу (R_c) не менше 60 балів та зарахуванні усіх робіт комп'ютерного практикуму аспірант отримує залік «автоматом» відповідно до таблиці (Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою). В іншому разі він має виконати залікову контрольну роботу.

Необхідною умовою допуску до виконання залікової контрольної роботи є виконання і захист комп'ютерного практикуму.

Аспірант може спробувати підвищити свою оцінку шляхом написання залікової контрольної роботи, при цьому його бали, отримані за семестр, анулюються («жорстка» система оцінювання).

Склад та критерії оцінювання залікової контрольної роботи:

Завдання на **залікову контрольну роботу** складається з 4 запитань – 2 теоретичних та 2 практичних. Відповідь на кожне теоретичне та практичне запитання оцінюється 25 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання контрольної роботи:

24-25 балів – відповідь правильна, повна, добре аргументована;

21-23 бали – відповідь правильна, розгорнута, але не дуже добре аргументована;

17-20 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;

12-16 балів – у відповіді є незначні помилки;

1-11 бали – у відповіді є суттєві помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Критерії оцінювання практичного запитання контрольної роботи:

24-25 балів – відповідь правильна, розрахунки виконані у повному обсязі;

21-23 бали – відповідь правильна, але не дуже добре підкріплена розрахунками;

17-20 балів – в цілому відповідь правильна, але має недоліки;

12-16 балів – у відповіді є незначні помилки;

1-11 бали – у відповіді є суттєві помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь неправильна.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

25 балів × 2 теоретичних запитання + 25 балів × 2 практичних запитання = 100 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Кількість балів | Оцінка |
|---------------------------|--------------|
| 100-95 | Відмінно |
| 94-85 | Дуже добре |
| 84-75 | Добре |
| 74-65 | Задовільно |
| 64-60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено |

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань, які виносяться на семестровий контроль буде оприлюднено на останньому занятті.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц., Онай М.В.

Ухвалено кафедрою ПЗКС (протокол №8 від 25.01.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол №6 від 27.01.2023)