**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ «ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ ІНСТИТУТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ЯКОСТІ ТА ІНЖЕНЕРІЇ МАТЕРІАЛІВ**

**КАФЕДРА СИСТЕМ ЯКОСТІ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА МЕТРОЛОГІЇ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Комп’ютерні методи аналізу результатів вимірювань**

Рівень вищої освіти: **другий (магістерський)**

Спеціальність: **175 - Інформаційно-вимірювальні технології**

Освітня програма: **Якість, стандартизація, сертифікація та метрологія**

Код освітньої компоненти: **ОК 2.6**

Статус дисципліни: **обов’язкова**

Мова викладання: **українська**

Дніпро – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп’ютерні методи аналізу результатів вимірювань»

Розробила:

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Катерина ЧОРНОІВАНЕНКО

ПОГОДЖЕНО

Протокол засідання Групи забезпечення якості освітньої програми «Якість, стандартизація, сертифікація та метрологія»

від « » 202 р., № \_\_\_.

Гарант освітньої програми: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Оксана МАКСАКОВА

ПОГОДЖЕНО

Навчально-методичний відділ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Олена ЗАХАРОВА

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ р.

ПОГОДЖЕНО

Заст. керівника навчального

відділу УДУНТ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Тетяна ШЕМЕТ

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання кафедри Систем якості, стандартизації та метрології (№ від « » 202 р., №\_\_\_\_.

Завідувач кафедри: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Анатолій ДОЛЖАНСЬКИЙ

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ р.

Реєстраційний номер 175.2.02.ОК2.6-24

(надається працівником НМВ)

**1 МІСЦЕ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ В ОСВІТНІЙ ПРОГРАМІ**

**1.1 Мета навчальної дисципліни**

Набуття знань щодо основних методів використання комп'ютерних технологій для розв'язання задач моделювання об'єктів і процесів під час проведення вимірювальних та випробувальних експериментів, здебільшого, із застосуванням програмного середовища MathCAD.

**1.2 Компетентності, формування яких забезпечується**

Навчальна дисципліна забезпечує набуття таких передбачених освітньою програмою компетентностей:

ІК1. Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми у галузі інформаційно вимірювальних технологій і техніки, метрології та  
якості техніко-організаційних систем, процесів та продукції (послуг) у будь-якій предметній області економічної діяльності, що передбачає проведення  
досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК-3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК-5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (використовувати системний аналіз та синтез, комп’ютерне  
моделювання та методи оптимізації).

ЗК-6. Здатність виявляти, формулювати та  
вирішувати проблеми у фаховій сфері.

ФК-1. Здатність обирати та застосовувати придатні математичні методи, комп'ютерні технології, а також підходи до стандартизації, аспектів технічного регулювання та сертифікації для вирішення завдань у сферах метрології, інформаційно-вимірювальної техніки, систем якості і технічного регулювання.

ФК-3. Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів експериментальної інформатики, необхідних для наукової та практичної діяльності у сфері метрології та інформаційно-вимірювальної  
техніки з орієнтацією на управління якістю, стандартизацію та технічне регулювання (сертифікацію).

ФК-4. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань метрології та інформаційно-вимірювальної техніки (застосовувати теорію планування експерименту, розробляти плани проведення досліджень, вибирати алгоритми опрацювання вимірювальної інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для  
автоматизації обчислень).

ФК-5. Здатність розв’язувати складні професійні завдання і проблеми на основі розуміння технічних аспектів забезпечення контролю якості  
продукції, вдосконалювати методи та технічні засоби оцінювання якості продукції та послуг з використанням інформаційних технологій.

ФК-7. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань із застосуванням засобів інформаційно- вимірювальної техніки та прикладного програмного забезпечення, організовувати і проводити експериментальні дослідження при оцінці відповідності продукції, послуг та персоналу, випробувальних і калібрувальних лабораторій.

ФК-8. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для створення віртуальних засобів вимірювання та інформаційно-вимірювальної техніки, які застосовуються для контролю якості продукції та послуг.

**1.3 Програмні результати навчання, що забезпечуються**

Відповідно до освітньої програми дисципліна спільно з іншими освітніми компонентами має забезпечити досягнення таких програмних результатів навчання:

ПРН-1. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп’ютеризованих методів  
дослідження та опрацювання результатів вимірювань, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, який необхідний для досягнення представлених результатів освітньої програми.

ПРН-2. Знати і розуміти основні поняття теорії вимірювань, метрології, комп’ютерного моделювання об’єктів та явищ, менеджменту якості, стандартизації та оцінювання відповідності, застосовувати їх на практиці.

ПРН-7. Вміти проєктувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи метрологічної спрямованості, обирати і застосовувати методи  
комп’ютеризованих експериментальних досліджень, зокрема, з оцінкою та підвищенням точності вимірювань та валідності контролю, в тому числі - при використанні комп’ютеризованих систем.

ПРН-13. Ідентифікувати, класифікувати, описувати та застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для  
вирішення задач в сферах метрології, забезпечення якості та інформаційно  
вимірювальної техніки.

**1.4 Міждисциплінарні зв’язки**

Навчальна дисципліна є обов’язковою для вивчення студентами, які здобувають освітній ступінь магістра за Освітньою програмою «Якість, стандартизація, сертифікація та метрологія».

Передумовами для вивчення дисципліни є попереднє опанування дисциплінами освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, а також дисциплін «Метрологія, контроль та інформаційно-вимірювальні технології», «Системи управління якістю» та «Методологія та організація наукових досліджень».

Вивчення дисципліни йде паралельно з дисципліною «Проєктування інформаційно-вимірювальних систем». Набуті знання і вміння застосовуються при підготовці кваліфікаційної роботи магістра та в майбутній професійній діяльності випускника вишу.

**2 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код | Очікуваний результат навчання | Рівень |
| ОРН1 | Вибирати необхідне комп’ютерне програмне забезпечення, яке сприяє проведенню вимірювальних і випробувальних експериментів, а також застосовувати прийнятний математичний апарат для розв’язання вимірювальних задач. | ІІ |
| ОРН2 | Класифікувати характерні ознаки об’єктів і процесів у контексті вимірювальних або випробувальних завдань, а також на основі отриманих теоретичних даних змоделювати цей процес з використанням комп’ютерних математичних програмних пакетів. | ІV |
| ОРН3 | Перевіряти точність формулювання завдань при моделюванні об'єктів і процесів, а також під час моделювання вимірювальних та випробувальних експериментів. | VІ |

Соціальні навички (soft skills),

розвитку яких сприяє навчальна дисципліна (ОН - Особистісні навички; КН - Комунікаційні навички)

|  |  |
| --- | --- |
| Код | Соціальна навичка (*soft skill*) |
| ОН1 | Здатність управляти власним часом. |
| ОН2 | Здатність самостійно приймати рішення. |
| ОН4 | Розуміння важливості предмету вивчення як філософії забезпечення загальної якості. |
| КН1 | Здатність зрозуміло формулювати думки. |
| КН3 | Здатність дискутувати та надавати аргументовані відповіді. |
| УН1 | Здатність працювати в команді |

**3 РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Денна форма навчання

| Види  навчальної діяльності | Усього | Семестри/півсеместри | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | | 2 | |
| 1/1 | 1/2 | 2/3 | 2/4 |
| Усього годин за навчальним планом | 90 |  |  |  | 90 |
| у тому числі: Аудиторні заняття | 32 |  |  |  | 32 |
| – лекції | 8 |  |  |  | 8 |
| – лабораторні роботи | 16 |  |  |  | 16 |
| – практичні заняття | 8 |  |  |  | 8 |
| – семінарські заняття | - |  |  |  | - |
| Самостійна робота | 58 |  |  |  | 58 |
| – підготовка до аудиторних занять | 16 |  |  |  | 16 |
| – виконання та захист курсової роботи | - |  |  |  | - |
| – виконання та захист індивідуальних завдань | - |  |  |  | - |
| – підготовка та складання екзаменів | - |  |  |  | - |
| – підготовка до інших контрольних заходів | 18 |  |  |  | 18 |
| – опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях | 24 |  |  |  | 24 |
| Форма семестрового контролю | Диф. залік |  |  |  | Диф.  залік |

Заочна форма навчання

| Види  навчальної діяльності | Усього | Семестри | |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 |
| Усього годин за навчальним планом | 90 |  | 90 |
| у тому числі: Аудиторні заняття | 8 |  | 8 |
| – лекції | 2 |  | 2 |
| – лабораторні роботи | 2 |  | 2 |
| – практичні заняття | 4 |  | 4 |
| – семінарські заняття | - |  | - |
| Самостійна робота | 82 |  | 82 |
| – підготовка до аудиторних занять | 4 |  | 4 |
| – виконання та захист курсової роботи | - |  | - |
| – виконання та захист індивідуальних завдань | 12 |  | 12 |
| – опрацювання навчального матеріалу | 48 |  | 48 |
| – підготовка та складання екзаменів | - |  | - |
| – підготовка та складання інших контрольних заходів | 18 |  | 18 |
| Форма семестрового контролю |  |  | Інд.завд.  Диф. залік |

**4 ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Роз-діл | Тема лекції (заняття) | Обсяг, годин | | ОРН | СН |
| Очна форма | Заочна  форма |
| І | **Розділ 1. Методи моделювання об'єктів при дослідженнях** | | |  |  |
| **Лекції:** |  |  |  |  |
| **Особливості моделювання в розв’язанні прикладних задач**.Основні поняття, уявлення та методи теорії математичного моделювання. Класифікація моделей. | 2 | 0,5 | ОРН1  ОРН2 | ОН1  ОН2  ОН4  КН1  КН3 |
| **Основні принципи побудови математичної моделі.** Приведення реальних завдань до загального вигляду. Математичний опис процесів. Основні етапи математичного моделювання: постановка задач, створення математичної моделі, математичне моделювання, побудова обчислювальної моделі, алгоритм методу, реалізація методу обчислень. | 2 | 0,5 |
| **Практичні заняття:** |  |  |
| Практична робота № 1. Моделювання вимірювальних і випробувальних експериментів. Алгоритм математичного моделювання вимірювальних та випробувальних експериментів за допомогою: дослідження оригіналу, фізичний опис, математичний опис, проведення контрольного обчислювального експерименту, оцінка адекватності результатів, планування та обчислювального експерименту, аналіз результатів та формулювання висновків | 4 | 2 |
| Практична робота № 2. Наближення функцій. Постановка задачі наближення функції. Поліноміальне інтерполювання. Інтерполювання сплайнами. Апроксимація типових функцій. | 2 | 1 |
| Практична робота № 3. Чисельне диференціювання та інтегрування типових функцій. Засоби чисельного диференціювання і інтегрування. Чисельне інтегрування диференційних рівнянь. | 2 | 1 |
| **Самостійна робота:** |  |  |
| Підготовка до аудиторних занять | 6 | 2,5 |
| Виконання та захист індивідуальних завдань | - | - |
| Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання): Проблеми побудови математичної моделі. Ранжирування *(Агрегатування. Теорія катастроф. Метод послідовних наближень. Метод спроб та помилок. Метод перебору. Метод перевірки гіпотез).* [1, 2, 5]. | 6 | - |
| Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання) | - | 16,5 |
| Підготовка та складання інших контрольних заходів | 6 | 6 |
| У с ь о г о: | 30 | 30 |  |
| ІІ | **Розділ 2. Інженерні задачі у програмному середовищі MathCAD** | | | | |
| **Лекції** |  |  |  |  |
| **MathCAD - універсальна система математичних розрахунків.** Вивчення основ роботи з програмою MathCAD. Освоєння вхідної мови системи. Команди меню і панелі інструментів. Правила введення, призначення змінних і рішення задач в середовищі MathCAD. Основні елементи інтерфейсу системи MathCAD. Символьна оцінка. Спрощення та розкладання виразів. Коефіцієнти поліному. Символьні обчислення за обраною змінною. | 2 | 0,5 | ОРН1  ОРН2 | ОН1  ОН2  ОН4  КН1  КН3 |
| **Лабораторні заняття:** |  |  |
| **Лабораторна робота № 1.** **Побудова графіків типових функцій.** Побудова двомірного графіка. Форматування графіків. Побудова графіка в полярній системі координат. Побудова тривимірного графіка у вигляді поверхні. Побудова перехрещених фігур. | 4 | 0,5 |
| **Лабораторна робота № 2.** **Матричні обчислення результатів вимірювань.** Способи завдання матриці. Основні оператори і функції для роботи з масивами. Команди панелі інструментів. Символьні операції з матрицями. Об'єднання матриць. | 4 | 0,5 |
| **Самостійна робота:** |  |  |
| Підготовка до аудиторних занять | 5 | 0,75 |
| Виконання та захист індивідуальних завдань | - | - |
| Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання):  **Визначення лімітів та дослідження збіжності рядів в cистемі MathCAD** *(Визначення лімітів функції в конкретних точках. Визначення нескінченно великих і нескінченно малих функцій за допомогою лімітів. Визначення збіжності рядів з використанням ознак Коші та Даламбера)* [8...10]. | 9 | - |
| Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання) | - | 21,75 |
| Підготовка та складання інших контрольних заходів | 6 | 6 |
| У с ь о г о: | 30 | 30 |
| ІІІ | **Розділ 3. Розрахунок результатів експериментів за допомогою програмного середовища MathCAD** | | | | |
| **Лекції:** |  |  | ОРН2  ОРН3 | ОН1  ОН2  ОН4  КН1  КН3 |
| **Чисельне інтегрування та диференціювання при обробці результатів вимірювань.** Вирішення звичайних диференціальних рівнянь.Символьне вирішеннялінійних диференціальних рівнянь. Вирішення диференціальних рівнянь. Виконання символьних операцій. Створення і обробка масивів. Функції однієї та двох змінних. | 2 | 0,5 |
| **Лабораторні заняття:** |  |  |
| **Лабораторна робота № 3.** **Розв'язання рівнянь при обробці результатів вимірювань.** Чисельне розв’язання нелінійного рівняння.Знаходження коренів полінома. Рішення систем рівнянь. Рішення систем лінійних рівнянь. Рішення систем рівнянь матричним методом. Символьний розв'язок рівнянь. | 4 | 0,5 |
| **Розрахунково-графічна робота**  **Лабораторна робота № 4.** **Математична обробка виміряних експериментальних даних в системі MathCAD.** Функції для обробки експериментальних даних. Статистичні функції. Функції лінійної та сплайнової інтерполяції. Локальна та глобальна інтерполяція. Функції для лінійної регресії. Апроксимація функції. | 4 | 0,5 |
| **Самостійна робота:** |  |  |
| Підготовка до аудиторних занять | 5 | 0,75 |
| Виконання та захист індивідуальних завдань | - | 12 |
| Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання):  **Наближене обчислення інтегралів в cистемі MathCAD** *(Формула прямокутників. Формула трапецій. Формула Симпсона)* [8...10]. | 9 | - |
| Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання) | - | 9,75 |
| Підготовка та складання інших контрольних заходів | 6 | 6 |
| У с ь о г о: | 30 | 30 |

**5 МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ**

Дисципліна передбачає навчання через:

– пояснювальні вербально-ілюстративні інтерактивні лекції (МН1);

– репродуктивно-практичні заняття (МН2);

– практико-орієнтоване навчання (МН3);

– частково-пошукове навчання (МН4);

* модульне навчання (МН5).

*Лекції* надають студентам матеріали з теорії та методології математичного моделювання об’єктів і процесів під час проведення вимірювальних і випробувальних експериментів та відомих позитивних результатів впровадження відповідних методик, що є основою для самостійного удосконалення компетентностей здобувачів вищої освіти.

Лекції проводяться в інтерактивному режимі з розглядом при представленні викладачем навчальної інформації проблемних ситуацій.

Лекції доповнюються репродуктивно-практичними заняттями, які мають ділову спрямованість (часто – за вибором здобувача згідно з предметною сферою будь-якої економічної діяльності: важка, легка або хімічна промисловість, будівництво, бізнес, менеджмент, транспорт, виробництво харчової продукції, фармакологія тощо).

*Практико-орієнтоване навчання* реалізується шляхом самостійного визначення здобувачем освіти методології математичного моделювання об’єктів і процесів (на підставі власного досвіду та/або інформації, що отримана з різних джерел) при виконанні ним лабораторних і практичних робіт. Цей метод застосовується на лабораторних і практичних заняттях із засвоєння основних положень на основі відомих принципів та підходів щодо розв’язання вимірювальних та випробувальних задач.

*Пошуковий метод* застосовується через організацію активного розв'язання завдань, висунутих викладачем, лабораторних і практичних робіт, які характеризується наперед неповністю визначеною предметною сферою щодо розв’язання вимірювальних та випробувальних задач та частково мають творчу спрямованість.

*Модульне навчання* полягає у представленні навчального матеріалу у вигляді окремих змістовно, методично і організаційно завершених розділів (модулів): автономних частин дисципліни, що інтегруються з іншими частинами.

Заходи, що використовуються для *розвитку соціальних навичок*:

1. Здатність керувати власним часом (ОН1) формується встановленням контрольних термінів виконання лабораторних і практичних робіт, самостійної роботи і, додатково - для студентів заочної форми навчання - при виконанні ними індивідуального завдання.
2. Здатність самостійно приймати рішення (ОН2) реалізується завдяки необхідності обирати способи з виконання студентами лабораторних і практичних робіт, самостійної роботи і, додатково – для студентів заочної форми навчання - індивідуального завдання.

3) Для розвитку прихильності до позитивного мислення (ОН4) лектор проявляє доброзичливе ставлення до студентів, користуючись прикладами запровадження заходів успішного застосування засобів комп’ютерного моделювання об’єктів та розрахунків при розв’язанні задач, успішного виконання вимог навчального плану за Освітньою програмою та використання набутих знань і умінь у виробничій діяльності випускників.

4) Здатність зрозуміло письмово формулювати думки (КН1) формується у процесі складання висновків за результатами лабораторних і практичних робіт і, додатково – для студентів заочної форми навчання - індивідуального завдання.

5) Здатність надавати аргументовані відповіді (КН3) розвивається у студентів під час опитувань на аудиторних заняттях, а також під час захисту індивідуального завдання студентами заочної форми навчання.

6) Здатність працювати в команді (УН1) зумовлюється колективним обговоренням ефективності застосованих методів комп’ютерного моделювання об’єктів та відповідних розрахунків при розв’язанні математичних та інженерних задач з моделювання вимірювань та обробки їх результатів.

**6 МЕТОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

**6.1 Методи поточного оцінювання**

За дисципліною передбачені такі методи поточного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за результатами інтерактивного спілкування, самооцінювання, обговорення та взаємне оцінювання студентами результатів виконання лабораторних, практичних робіт та індивідуального завдання (останнє - для студентів заочної форми навчання).Оцінкою з виконання лабораторних, практичних робіт та індивідуального завдання може бути «зараховано» або «не зараховано» без фіксації в екзаменаційній відомості.

**6.2 Методи та критерії семестрового оцінювання**

Оцінки з кожного розділу визначаються за прийнятою шкалою згідно із затвердженими критеріями за результатами таких контрольних заходів:

– оцінки РО1, РО2 та РО3 з розділів 1, 2 та 3 відповідно – за результатами письмової контрольної роботи у тестовій формі (РК1);

**6.3 Критерії семестрового та підсумкового оцінювання**

Формою семестрового контролю з дисципліни є диференційований залік.

Оцінка С1 формується за результатами контрольної роботи РК1 за прийнятою шкалою.

Заключна оцінка формується як середнє арифметичне оцінок РО1, РО2, та РО3 з округленням до найближчого цілого числа.

Необхідною умовою отримання позитивної оцінки з розділів 1, 2 та 3 є відпрацювання та надання звіту з усіх лабораторних, практичних робіт та індивідуального завдання (останнє - для студентів заочної форми навчання) відповідного розділу.

Отримання незадовільної оцінки з розділу або її відсутність через відсутність здобувача на контрольному заході не створює підстав для недопущення здобувача до наступного контрольного заходу.

Студент не може бути допущеним до семестрового контроля за відсутності позитивної оцінки хоча б з одного із розділів*.*

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни формуються як середнє арифметичне визначених за прийнятою шкалою усіх 3-х оцінок з розділів з округленням до цілого числа.

**7 РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:**

**7.1 Засоби навчання**

Навчальний процес передбачає використання графічних засобів: схеми, плакати, копії документів тощо (ЗН1), комп’ютеризованих робочих місць для проведення інтерактивних лекцій, практичних робіт (ЗН2), прикладного програмного забезпечення для підтримки дистанційного навчання: ZOOM, Google Class тощо (ЗН3).

**7.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення**

***Основна література***

1. Моделювання та оптимальні металургійні системи. Навч. посібник / В.Б. Охотський та ін. Київ : ІЗМН, 1998. 156с.
2. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання: навчальний посібник. Запоріжжя : ГУ"ЗІДМУ", 2004. 140 с.
3. Махней О.В. Математичне моделювання : навчальний посібник. Івано-Франківськ : Вид. «Супрун В. П.», 2015. 372 с.
4. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем: Учебное пособие. Днепропетровск : ООО Независимая издательская организация "Дива", 2008. 248 с.
5. Сердюк Л.І. Теорія розмірностей, подібності та математичне моделювання : посібник. Полтава : ПолтНТУ, 2005. 154 с.
6. Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання. Київ : Видавничий «Дім Ін Юре», 2007. 545 с.
7. Остапчук М.В., Станкевич Г.М. Математичне моделювання на ЕОМ. Одеса : Друк, 2006. 313 с.
8. Сясєв А.В. Вступ до системи MathCAD. Дніпропетровськ : Видавництво Дніпропетровського університету, 2004. 108 с.
9. Швачич Г.Г. Лінійна алгебра в розрахунках середовища Mathcad. Дніпропетровськ : Дніпропетровська академія управління, бізнесу та права (ДАУБП), 2000. 236 с.
10. Кундрат А.М., Кундрат М.М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel: Навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2014. 252 с.
11. Скіцько І.Ф., Скіцько О.І. Обробка результатів фізичних вимірювань: Навчальний посібник. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2018. 88 с.

***Допоміжна література***

1. Положення про виконання кваліфікаційної роботи в Українському державному університеті науки і технологій : рукопис / Розробники: Радкевич А.В. та ін. Дніпро : УДУНТ. 2022. 47 с.

**8 УЗГОДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

**З МЕТОДАМИ ВИКЛАДАННЯ, НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Очікуваний результат навчання за дисципліною | Програмні результати навчання | Види навчальних занять\*) | Методи, викладання і навчання | Засоби навчання | Форми та методи оцінювання |
| ОРН1 | ПРН-1, ПРН-2 | ПЗ, ЛЗ | МН1, МН2, МН3, МН4, МН5 | ЗН1, ЗН2, ЗН3 | РК1 |
| ОРН2 | ПРН-2, ПРН-13 | Л | МН1, МН2, МН3, МН4, МН5 | ЗН1, ЗН2, ЗН3 | РК1 |
| ОРН3 | ПРН-7, ПРН-13 | ЛЗ | МН1, МН2, МН3, МН4, МН5 | ЗН1, ЗН2, ЗН3 | РК1 |

***\*) Примітка:*** Л – лекції; ПЗ – практичні заняття; ЛЗ – лабораторні заняття