

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет



Переддипломна практика

Методичні вказівки до переддипломної практики для
здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Штучний інтелект та аналіз масивів
даних» галузі знань 11 Математика і статистика спеціальності
113 «Прикладна математика» денної та заочної форм
навчання

ЛУЦЬК 2025

УДК 517.53/.55

К 21

До друку

Голова вченої ради факультету архітектури, будівництва та дизайну
О. Андрійчук

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в
репозитарій ЛНТУ

Директор бібліотеки _____ Н. Поліщук

Рекомендовано до видання вченою радою факультету архітектури,
будівництва та дизайну ЛНТУ,

протокол № ____ від « ____ » _____ 2025 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри прикладної математики та
механіки

протокол № ____ від « ____ » _____ 2025 року.

Завідувача кафедри _____ О. Мікуліч

Укладач: _____ О. Бондарський, кандидат технічних наук,
доцент кафедри прикладної математики та механіки ЛНТУ

Рецензент: _____ О. Приходько, кандидат технічних наук,
доцент кафедри прикладної математики та механіки ЛНТУ

Відповідальний за випуск: _____ О. Мікуліч, доктор технічних
наук, завідувач кафедри прикладної математики та механіки ЛНТУ

Переддипломна практика: Методичні вказівки до переддипломної практики для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Штучний інтелект та аналіз масивів даних» галузі знань 11 Математика і статистика спеціальності 113 «Прикладна математика» денної та заочної форм навчання / укладач О. Бондарський. – Луцьк: ЛНТУ, 2025. – 31 с.

Методичні вказівки складено відповідно до діючої програми курсу Переддипломна практика до переддипломної практики для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Штучний інтелект та аналіз масивів даних» галузі знань 11 Математика і статистика спеціальності 113 «Прикладна математика» денної та заочної форм навчання. Наведені мета, завдання та програма навчальної дисципліни.

©Бондарський О., 2025

1. Мета та завдання практики

Мета практики: оволодіння студентами сучасними методами, формами, засобами майбутньої професійної діяльності в галузі прикладної математики, її організації, професійних умінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних ринкових і виробничих умовах, виховання потреби систематично поновлювати свої знання та творчо їх застосовувати в практичній діяльності; остаточний вибір та обґрунтування актуальності теми випускної кваліфікаційної роботи бакалавра, підбір технічної документації щодо розробки графічної частини проекту, пояснювальної записки, збір необхідних керівних матеріалів.

1.1. Завдання практики: ознайомлення з структурою та основними підрозділами бази практики; проведення бібліографічного пошуку по темі випускної кваліфікаційної роботи бакалавра; набуття навичок дотримання правил охорони праці.

1.2. Найменування та опис компетентностей, формування яких забезпечує проходження практики

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати спеціалізовані прикладні задачі та практичні інженерні завдання на основі методів та засобів прикладної математики у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає побудову відповідних моделей та розробку методів їх аналізу.

Загальні компетентності

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 4. Здатність бути критичним та самокритичним.

ЗК 5. Здатність проведення дослідження на відповідному рівні.

ЗК 6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів діяльності).

ЗК 12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК 13. Навички міжособистісної взаємодії.

Фахові компетентності

ФК 1. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

ФК 2. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

ФК 3. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФК 4. Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію.

ФК 5. Здатність проектувати бази даних, інформаційні системи та ресурси.

ФК 6. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.

ФК 8. Здатність використовувати сучасні технології програмування та тестування програмного забезпечення.

ФК 9. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК 10. Здатність створення документів встановленої здатності, використання нормативно-правових документів.

ФК 11. Здатність до організації роботи колективу виконавців, приймання доцільних та економічно обґрунтованих організаційних та управлінських рішень, забезпечення безпечних умов праці.

ФК 12. Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.

ФК 13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК 14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, ґрунтуючись на постановку певної предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

ФК 15. Здатність брати участь у складанні наукових звітів із виконаних науково дослідних робіт та у впровадженні результатів проведених досліджень і розробок. ФК 16. Здатність до ефективної професійної

письмової й усної комунікації українською мовою та однією з офіційних мов ЄС.

ФК 17. Здатність до ефективного використання методів та технологій штучного інтелекту при розробці експертних та інформаційних інтелектуальних систем, в тому числі аналізу масивів даних.

ФК 18. Здатність до вибору адекватних моделей машинного навчання щодо ефективного вирішення конкретних задач аналізу та глибинного добування масивів даних.

1.3. Передумови для проходження практики

Базові знання:

- Рівняння математичної фізики;
- Диференціальні рівняння;
- Системи комп'ютерної математики.

1.4. Результати навчання

Студент повинен опанувати та розширити свої вміння у межах наступних програмних результатів навчання.

ПРН 1. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

ПРН 2. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.

ПРН 3. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

ПРН 4. Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.

ПРН 5. Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.

ПРН 6. Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.

ПРН 7. Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.

ПРН 8. Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень. ПРН 9. Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат з системних ресурсів з алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.

ПРН 10. Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.

ПРН 11. Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символьних алгоритмів.

ПРН 12. Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.

ПРН 14. Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.

ПРН 15. Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.

ПРН 16. Демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в команді.

ПРН 17. Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому академічної недоброчесності.

ПРН 18. Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом.

ПРН 19. Збирати та інтерпретувати відповідні дані й аналізувати складності в межах своєї спеціалізації для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.

ПРН 20. Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні однією з офіційних мов ЄС.

ПРН 21. Вміти будувати математичні моделі штучного інтелекту на розробляти на їх основі системи аналізу великих даних.

ПРН 22. Вміти застосовувати методи та алгоритми глибинного аналізу даних для задач прогнозування, прогнозування, кластерного аналізу та пошуку асоціативних правил.

2. Зміст практики

2.1. Особливості організації практики

Практика як один з найважливіших видів навчального процесу покликана максимально підготувати майбутніх фахівців до практичної роботи, підвищити рівень їхньої професійної підготовки, забезпечити придбання навичок роботи в трудових колективах.

Тривалість практики складає 4 тижні.

Програма практики розробляється на основі наскрізної програми практики відповідно до конкретної бази практики, підписується особою яка її розробила і завідувачем профілюючої кафедри та узгоджується з підприємством. Після цього вона стає документом, виконання якого обов'язкове для кафедри, підприємства, викладача, студента-практиканта.

Проводиться практика на виробничих базах підприємства та на підприємствах. У тих випадках, коли підприємство не може забезпечити умови для проходження практики, фахову практику проходять в лабораторіях випускової кафедри.

Офіційною підставою для проведення практики студентів на виробництві є договір, що укладається між учбовим закладом і підприємством.

Студенти мають можливість самостійно домовлятися про проходження практики з підприємствами, які відповідають профілю спеціальності. Для направлення на практику за бажанням студент повинен подати лист або договір з підприємства.

Про направлення студентів на практику ректор університету на підставі подання декана факультету видає наказ. У наказі обов'язково вказується факультет, курс, група, прізвище, ім'я, по батькові студентів, які направляються на практику на дане підприємство, терміни проходження практики, керівники практики від навчального закладу, терміни їхнього перебування на базі практики.

Керівник підприємства - бази практики видає наказ на практику, визначаючи в ньому порядок організації і проведення практики, заходи щодо створення сприятливих умов студентам-практикантам для виконання їхньої програми практики, забезпечення їх спецодягом і гуртожитком, охорони праці і запобігання нещасним випадкам, контролю за виконанням студентами правил внутрішнього трудового розпорядку, інші заходи, що забезпечують якісне проведення практики відповідно до Положення про практику студентів, призначає керівник практики від підприємства.

Визначення місць практики і розподіл студентів проводить індивідуально викладач кафедри, відповідальний за організацію практики. Кожному студенту, якщо потрібно, видається направлення на практику.

На період підготовки і проведення практики призначається керівник практики з числа професорсько-викладацького складу.

Відповідальний керівник практики від кафедри до початку практики повинен:

- ознайомитися з необхідними розділами наскрізної програми практики;
- провести організаційні збори зі студентами та проінформувати їх про терміни практики і розподіл студентів по місцях практики;
- ознайомити студентів з робочою програмою практики і звернути їх увагу на основні моменти і особливості проходження практики на конкретних підприємствах;
- проінформувати студентів про порядок звітності і отримання оцінки по закінченню практики.

Не допускається включення в наказ з практики викладачів, що перебувають у відпустках чи відрадженьнях.

У перший день практики студент повинен прибути на базу практики для оформлення необхідних документів та знайомства з місцем практики.

У програму практики входить календарний графік, що повинен передбачати:

- оформлення і одержання перепусток на підприємство;
- вивчення правил охорони праці;
- проведення навчальних занять і екскурсій;
- збір матеріалів для написання бакалаврської роботи;
- виконання самостійних завдань на конкретному робочому місці;
- оформлення звіту;
- здачу практики.

У період проходження практики студенти вивчають та виконують правила внутрішнього розпорядку підприємства - бази практики. Безпосереднє керівництво студентами у період практики на робочих місцях здійснюють керівники практики від підприємства, закріплені за студентом-практикантом.

Протягом фахової переддипломної практики студент повинен:

- ознайомитися із вимогами та технічним завданням по темі бакалаврської роботи;
- намітити шляхи реалізації поставленого завдання, вибрати способи його виконання;
- виконувати індивідуальні завдання, видані керівниками практики від підприємства чи кафедри за темою бакалаврської роботи;
- ознайомитися з інформаційно-програмними технологіями, які забезпечують функціонування, управління, захист інформації та контроль обчислювальних систем;
- провести патентний пошук за темою бакалаврської роботи;

- закріпити знання правил охорони праці та пожежної безпеки;
- проаналізувати та узагальнити зібрані матеріали, написати, як мінімум перший розділ пояснювальної записки до бакалаврської роботи.

Контроль за проведенням практики має на меті виявлення і усунення недоліків надання практичної допомоги студентам з виконання програми практики.

Контроль з боку університету повинен здійснюватися;

- керівником практики;
- завідувачем випускної кафедри;
- представником деканату;
- представником навчального відділу.

Необхідність поїздки керівника практики від університету на місце проходження практики студентом визначається в кожному випадку окремо.

Контролюючий повинен вживати оперативних заходів для усунення виявлених недоліків. Про серйозні недоліки він повинен негайно доповідати керівництву університету і підприємства - бази практики.

2.2. Індивідуальні завдання.

Фахова практика і дипломне проектування поєднані у плані всього періоду проходження практики. З метою надбання під час практики умінь та навиків самостійного розв'язання окремих питань, активізації діяльності та розширення світогляду, кожному студенту слід виконати індивідуальне завдання. Тому перед початком практики керівники бакалаврської роботи повинні визначити зі студентами індивідуальні завдання.

2.3. Заняття та екскурсії під час практики

Теоретичні заняття проводяться провідними спеціалістами бази практики протягом всього періоду проходження практики тривалістю не більше чотирьох годин за тиждень.

Тематика занять визначається та узгоджується керівниками практики і повинна відповідати загальній програмі.

Теми орієнтовних лекцій і бесід, проведених керівником підприємства:

- структура підприємства, організація виробництва, права і обов'язки посадових осіб;
- досягнення підприємства в розвитку новітніх технологій в області прикладної математики;
- системи організації конструкторських відділень;
- технічне та програмне забезпечення конструкторських, технологічних відділів та лабораторій;
- сучасний стан розвитку прикладної математики;

- особливості використання систем комп'ютерної математики;
- ознайомлення з виробничими підрозділами.

Екскурсії під час практики проводяться з метою отримання студентами більш повного уявлення про базу практики, її структуру, взаємодію її окремих підрозділів та діючу систему управління.

2.4. Навчальні посібники

Для успішного вирішення задач практики студента необхідно ознайомитися з рядом літературних джерел. До них відносяться технічна документація підприємства, науково-технічні журнали, стандарти усіх рівнів та інші.

З питань вибору необхідної літератури студенту доцільно консультуватися з керівництвом практики від закладу вищої освіти та підприємства, а також з кваліфікованими співробітниками підприємства.

До рекомендованих літературних джерел відносяться:

1. Технічна документація підприємства.
2. Звіти про технічні науково-дослідні роботи підприємства.
3. Державні та інші стандарти.
4. Методичні вказівки по проведенню патентних досліджень.

3. Форми та методи контролю

Основними документами, якими студенти звітуються про проходження практики, є звіт та щоденник практики.

Керівництво та контроль за практикою здійснюється керівниками практики від бази практики та університету. Вони перевіряють введення щоденника та виконання програми практики студентами. Щоденник повинен вестись систематично. У ньому відображається порядок виконання усіх видів робіт, визначених програмою практики. Не рідше одного разу на тиждень студенти подають щоденник на перегляд керівникам практики. Останні підписують щоденник, занотовують в ньому свої зауваження та дають студентам певні вказівки.

Керівники практики від підприємства та університету за потреби проводять збори практикантів, на яких підводять підсумки та результати проходження практики, уточнюють завдання на подальший період.

Для оформлення звіту студенту наприкінці практики виділяється 2-3 дні.

У кінці практики керівники дають кожному студенту характеристику, яка відображає ступінь і якість виконання програми практики, набутих практичних навиків і знань, трудової дисципліни тощо. При оцінці роботи студента на практиці приймається до уваги письмова характеристика, яка дається йому керівником практики від підприємства.

4. Зміст та вимоги до оформлення звіту

По завершенні фахової практики студенти здають та захищають звіт по практиці, який містить перший розділ бакалаврської роботи та оформлений щоденник практики. Звіт складається практикантом по мірі проходження практики. Технічна частина звіту оформляється у відповідності до ЄСКД. Зміст звіту обумовлюється програмою практики та індивідуальним завданням. Звіт зазвичай містить до 20 сторінок формату А4 рукописного машинописного тексту, виконаного у відповідності з ДСТУ 3008-95 або СТП 15-96, який регламентує правила оформлення пояснювальних записок. Звіт обґрунтовується керівниками практики від підприємства та університету, скріплюється печаткою підприємства. У звіті слід коротко відобразити пророблену за час практики роботу, особисто виконаному студентом, відомості, що одержані у процесі її виконання, а також висновки і пропозиції студента. Слід уникати цитування літературних джерел та копіювання матеріалів, які не мають відношення до практики.

Приблизна послідовність матеріалу звіту:

1. Титульний лист
2. Зміст
3. Вступ (загальна характеристика підприємства, коротка історична довідка, перспективи розвитку)
4. Основна частина звіту
5. Індивідуальне завдання
6. Висновки
7. Список використаної літератури
8. Додатки.

В основній частині звіту слід коротко охарактеризувати структуру бази практики, склад та призначення основних підрозділів, описати задачу яка поставлена йому в індивідуальному завданні, а також побудувати математичну модель задачі; навести аналітичний розв'язок задачі або моделі для розв'язання обраними чисельними методами; описати програмну реалізацію побудованої моделі, інтерфейсу для заданої задачі, тестування отриманої програми, зробити опис свого програмного продукту у відповідності до стандартів виготовлення технічної документації на програмний продукт. У додатках можуть бути наведені блок-схема алгоритми програми та лістинг окремих її функціональних частин.

Орієнтовний перелік основних розділів звіту по переддипломній практиці

1. Аналіз задачі, яка буде вирішена в рамках досліджень у бакалаврської роботі.
2. Огляд літературних джерел в напрямку дослідження

3. Аналіз існуючих методів рішення і вибір оптимального згідно поставлених вимог
4. Математичні моделі процесів, що мають місце у досліджуваному об'єкті
5. Експериментальні дослідження згідно з індивідуальним планом бакалаврської роботи.

5. Підведення підсумків практики

Документами, які підтверджують виконання практики є посвідчення про відрядження, календарний графік, щоденник та звіт по практиці.

Посвідчення про відрядження видається на руки і дійсне при наявності документа, який підтверджує особу студента.

Посвідчення перед виїздом необхідно заповнити за формою, поставити дату виїзду з закладу вищої освіти, підписати деканом та скріпити відповідними печатками.

Після прибуття на місце практики необхідно поставити дату прибуття на підприємство, а по закінченні практики - дату закінчення практики. Ці дві дати підтверджуються відповідними підписами та штампами підприємства, на якому проходила практика.

Посвідчення про відрядження разом із документами на проїзд здаються керівнику практики від університету або в деканат по закінченню терміну практики. Документи за датами від'їзду та прибуття повинні збігатися з датами, проставленими в посвідченні про відрядження.

У випадку невідповідності, студент пише пояснювальну записку про невчасний приїзд або від'їзд, візує її в керівника практики від закладу вищої освіти і з резолюцією керівника здає разом із посвідченням про відрядження.

Календарний графік складається студентом у перший тиждень практики разом із керівником від підприємства та показує розподіл часу в період практики відповідно до програми. Календарний графік виконується на окремому листі і підписується керівником підприємства та закладу вищої освіти.

Щоденник студента – документ, який показує виконану щоденну роботу відповідно до програми практики, а також особистий внесок у виконанні виробничого плану підприємства.

Щоденник видається на початку практики закладом вищої освіти.

Після прибуття на базу практики студент ставить дату прибуття і робить перший запис про прибуття. Другий запис - інструктаж із техніки безпеки і дата його проведення.

Студент, щодня наприкінці роботи робить запис, що він виконав під час робочого дня, яку заплановану роботу. При роботі на устаткуванні,

використовуючи різноманітні пристосування, у щоденник вносять дані про їх характеристики та режими роботи.

Перед заліком по практиці студент отримує характеристику керівника практики від підприємства, про що робиться відповідний запис в щоденнику.

При від'їзді з підприємства студент становить дата від'їзду і підпис керівника практики від підприємства підтверджується печаткою підприємства або організації. Керівник практики від закладу вищої освіти в щоденнику робить запис про виконання програми практики.

Кожен студент зобов'язаний самостійно на підставі зібраних матеріалів і набутого досвіду оформити звіт по практиці.

Не дозволяється писати звіт колективно, переписувати готові технологічні процеси і режими роботи цехів та ілюструвати звіт заводськими копіями.

Звіт оформляється студентом систематично в міру проходження окремих етапів практики.

Звіт про практику є однією з перших самостійних робіт майбутнього фахівця, за яким кафедра оцінює відношення студента щодо виконання доручених йому виробничих задач.

Звіти з практики захищаються студентами, які проходили практику у формі заліку. Результати складання заліку оцінюються комісією, призначеною завідувачем кафедри. До складу комісії входять керівники практики від університету і, за можливістю, від баз практики, викладачі кафедри.

Результати захисту звіту з практики вносяться у заліково-екзаменаційну відомість і в залікову книжку студента за підписами членів комісії.

Звіт і щоденник студент подає на кафедру після закінчення терміну проходження практики. Оцінка по практиці виставляється на підставі знань, виявлених студентом на заліку, якості оформлення звіту, щоденника і оцінки керівника від підприємства.

Студент що не виконав програму практики або отримав негативний відгук керівника або негативну оцінку, проходить практику повторно під час канікул або відраховується з університету.

6. Методичне забезпечення

1. Закон України “Про вищу освіту”
2. Положення ЛНТУ №710 “Про організацію освітнього процесу в ЛНТУ”
3. Положення ЛНТУ №659 “Про практичну підготовку в ЛНТУ”

(Взірець виконання звіту по практиці)

Міністерство освіти та науки України
Луцький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики та механіки

ЗВІТ

про проходження переддипломної практики

Виконав: студент групи ПРМ-41

Бондар О.Г.

Перевірив: керівник практики

Луцьк 2025

ВСТУП

Переддипломна практика відбувалася згідно вимог Робочої програми та наказу по ЛНТУ.

Під час практики були вивчені

- структура підприємства, організація виробництва, права й обов'язки посадових осіб
- досягнення підприємства в розвитку новітніх технологій в області прикладної математики
- система організації конструкторських відділень
- технічне та програмне забезпечення конструкторських, технологічних відділів та лабораторій
- сучасний стан розвитку прикладної математики
- особливості використання систем комп'ютерної математики
- виробничі підрозділи.

Експерсії під час практики дали змогу отримати більш повне уявлення про базу практики, її структуру, взаємодію її окремих підрозділів та діючу систему управління.

ОСНОВНА ЧАСТИНА ЗВІТУ

Під час практики відбулося ознайомлення із вимогами та технічним завданням по темі бакалаврської роботи, намічені шляхи реалізації поставленого завдання, вибраний спосіб його виконання.

Темою дослідження було вибрано *Аналітично-математичне моделювання процесів теплообміну в складних інженерних конструкціях*.

Було проведено ознайомлення з рядом літературних джерел. До них відносяться технічна документація підприємства, науково-технічні журнали, стандарти усіх рівнів та інші.

Моделювання є найбільш ефективним способом дослідження складних систем різного призначення, – технічних, економічних, екологічних, соціальних, інформаційних – як на етапі їх проектування, так і в процесі експлуатації. Можливості моделювання систем далеко не вичерпані, тому постійно з'являються найновіші методи та технології моделювання.

Моделлю називається представлення об'єкта, системи чи поняття в деякій абстрактній формі, що є зручною для наукового дослідження.

Існують два способи побудови моделей. При першому способі в результаті ретельного вивчення системи встановлюються закони функціонування системи, які потім відтворюються за допомогою моделі. Поведінку системи, таким чином, досліджують на моделі. Параметри моделі в цьому випадку пов'язані з реальними процесами, що протікають

в системі, і мають фізичну інтерпретацію. Тому моделі такого типу називають фізичними моделями.

При другому, параметри не зв'язані з фізикою реальних процесів, що протікають в системі, або, точніше, цей зв'язок досліднику залишається невідомим. Тому моделі такого типу називають нефізичними моделями.

З точки зору вихідної змінної моделі поділяють на статичні – якщо вихідна змінна не змінюється з часом, та динамічні – якщо змінна змінюється з часом. Динамічні моделі поділяють на неперервні – якщо змінювання змінної є неперервним, та дискретні – якщо змінювання змінної трапляється в деякі особливі моменти часу, а в інші моменти часу залишається незмінним. Дискретні системи поділяють на детерміновані якщо змінювання змінної в особливі моменти часу є цілком передбачуваними, та стохастичні – якщо змінювання змінної відомо з деякою ймовірністю.

З точки зору способу представлення залежності вихідних змінних моделі від вхідних її змінних розрізняють також алгебраїчні моделі, диференційні моделі, аналітичні моделі, імітаційні моделі і багато інших. Наприклад, диференційна модель описується системою диференційних рівнянь. Імітаційна модель описується алгоритмом імітації.

Існують такі методи моделювання: аналітичне моделювання, математичне моделювання, імітаційне моделювання.

Моделювання аналітичне, якщо представлення залежності F вихідних змінних Y від вхідних її змінних X має аналітичний вигляд, тобто представлений у вигляді відомих аналітичних функцій. Аналітичні функції диференційовані безліч разів і тому до них можуть застосовуватись методи математичного аналізу. Перевагою цього методу моделювання є можливість отримання залежності $Y=f(X)$ в явному вигляді і застосування до неї методів класичного математичного аналізу. Якщо є можливість побудувати аналітичну модель системи, то завжди віддають перевагу цьому методу моделювання.

Відшукання залежності $Y=f(X)$ може виявитись складним, що доведеться застосовувати спеціальне програмне забезпечення, а для деяких систем доводиться відмовлятися від пошуку абстрактної залежності $Y=f(X)$ і задовольнятися наближеним розв'язком, що знаходиться чисельними методами.

Деякі системи настільки складні, що не дивлячись на те, що опис їх функціонування піддається опису аналітичними функціями, знаходження залежності $Y=f(X)$ у явному вигляді виявляється неможливим. Наприклад, усі задачі математичного програмування мають досить простий аналітичний опис, але розв'язок задачі може бути знайдений тільки в результаті виконання певної кількості кроків. Іншими словами відомий

алгоритм відшукування точного розв'язку задачі, але сам розв'язок не може бути записаний в аналітичній формі. Такий метод моделювання називають математичним моделюванням. Зауважимо, що алгоритм F відшукування точного розв'язку задачі може бути реалізований за допомогою спеціального програмного забезпечення або за допомогою чисельних методів.

Існують системи, опис яких не піддається опису аналітичними функціями, але процес функціонування їх може бути описаний алгоритмом імітації. Під імітацією розуміють відтворення за допомогою комп'ютерної програми процесу функціонування складної системи в часі. У результаті багатократних прогонів імітаційної моделі дослідник отримує інформацію про властивості реальної системи. Такий метод моделювання називають імітаційним моделюванням.

Процес моделювання складається з кількох етапів.

На першому етапі дослідник визначає мету та задачу моделювання.

На другому етапі, виходячи з мети та задачі моделювання, дослідник приступає до вербального опису системи. Опис набору змінних моделі, разом із описом структури системи та формулюванням цілі та задачі дослідження складає концептуальну модель системи. Виходячи з концептуальної моделі системи та з огляду на вибір інструментальних засобів, дослідник робить вибір теоретичної бази, на основі якої буде побудована модель системи. Далі розглядаються формалізація систем засобами мереж масового обслуговування та засобами мереж Петрі. Отже, обравши теоретичну базу моделювання, дослідник має описати систему, що розглядається, обраними елементами формального опису і визначити для них усі необхідні параметри. Формальне представлення системи має вигляд схеми, в якій указані зв'язки між елементами системи та зв'язки із зовнішнім середовищем і указані параметри елементів системи. У формальній моделі міститься також інформація, яким чином будуть знайдені вихідні змінні моделі в результаті моделювання. Наприклад, якщо в якості теоретичної бази моделювання обрані засоби мереж масового обслуговування, то формальна модель представляється зображенням мережі масового обслуговування, що складена за умовою задачі, з указуванням числових значень вхідних змінних і параметрів, а також формули розрахунку вихідних змінних моделі, що являються ціллю моделювання.

На третьому етапі дослідник приступає до створення моделі. Спочатку виконується реалізація моделі за допомогою обраного програмного забезпечення. Потім виконується верифікація моделі, тобто перевірка алгоритму моделювання на відповідність задуму моделювання. Наприклад, змінюють значення вхідних змінних і спостерігають як

модель реагує на таке змінювання. Якщо реакція моделі відповідає логіці її функціонування, то модель вважається правильною. Завершується створення моделі перевіркою адекватності моделі, що полягає у порівнянні значень вихідних змінних об'єкта, що моделюється, і моделі при однакових значеннях вхідних змінних. Очевидно, що таку перевірку можна здійснити тільки, якщо відомі деякі значення вхідних і вихідних змінних досліджуваного об'єкта.

Четвертий етап – це дослідження моделі. Результати моделювання стають корисними, якщо проведене змістовне дослідження моделі відповідно до цілі моделювання. Експерименти, що проводяться з моделлю, мають бути спочатку сплановані, потім – проведені, і наприкінці – статистично оброблені. Наприклад, якщо при дослідженні технологічного процесу обробки деталей була поставлена мета – виявлення місць накопичення деталей, то в результаті моделювання слід не тільки указати ці місця накопичення та обсяги накопичення, але й дослідити, які фактори впливають на зменшення накопичення деталей, і запропонувати заходи щодо зменшення обсягів накопичення деталей.

Аналіз результатів моделювання складається з оцінки точності результатів моделювання, оцінки стійкості результатів моделювання та оцінки чутливості результатів моделювання.

Формування висновків та пропозицій є завершальний етап моделювання, на якому підводяться підсумки та висловлюються думки щодо напрямків подальшого дослідження об'єкта моделювання.

Задачею системного аналізу являється формування опису системи, що відповідає меті дослідження системи. Опис системи складається з опису:

- 1) набору вхідних змінних системи з указуванням їх основних характеристик;
- 2) набору вихідних змінних системи, визначення яких забезпечує досягнення цілі дослідження;
- 3) границь системи з указуванням того, що являється для системи її зовнішнім середовищем;
- 4) елементів системи з указування їх основних властивостей;
- 5) зв'язків між елементами системи.

Системний підхід до дослідження систем означає, що дослідник вивчає функціонування системи в цілому, не концентруючи свою увагу на окремих її частинах. Оснований системний підхід на визнанні факту, що навіть найліпше функціонування окремих підсистем та елементів системи не гарантує найліпшого функціонування всієї системи в цілому, оскільки завжди існує взаємодія між частинами системи. Всім системам властиві характеристики, що являються перепоною на шляху до поліпшення функціонування системи :

- змінюваність – жодна реальна система не являється статичною протягом тривалого проміжку часу, тому модель, що будується, має обмежений термін користування;
- наявність оточуючого середовища – в моделі має бути передбачений вплив зовнішнього середовища, який часто має випадковий характер;
- протиприродна поведінка – виникає як результат того, що інколи наслідок проявляється пізніше причини;
- тенденція до погіршення характеристик функціонування – окремі частини системи зношуються, в результаті чого погіршується їх робота, що в свою чергу призводить до не передбачуваних наслідків;
- взаємозалежність – усі частини системи залежать одна від одної, в наслідок чого погіршення характеристик функціонування однієї частини системи неминуче впливає на характеристики функціонування інших частин системи;
- організація – існує ієрархія підсистем, що підкоряється цільовому призначенню системи.

Будь-яка система об'єктивна і в той же час суб'єктивна з точки зору вибору границь системи та її елементів. Дійсно, одному й тому ж самому об'єктивному процесу дослідник може поставити у відповідність різні системи і тільки досвід дослідника, його інтуїція і здатність творчо мислити допомагає здійснити вибір між багатьма варіантами і виконати дослідження системи найліпшим способом.

Моделі, побудовані із застосуванням системного підходу, отримали назву системних моделей.

Опис системи разом із указуванням цілі та задачі дослідження складає сутність концептуальної моделі системи. Назва „концептуальна” походить від латинського слова *conceptio*, що означає „сприйняття”.

Умовно можна виділити такі етапи створення концептуальної моделі системи:

- Визначення цілі дослідження системи (орієнтація).
- Вибір рівня деталізації системи (стратифікація).
- Визначення елементів системи (деталізація)
- Визначення впливу зовнішнього середовища (локалізація).

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Індивідуальним завданням було провести аналітично-математичне моделювання процесів теплообміну в складних інженерних конструкціях.

Зміна температури навколишнього середовища здійснює суттєвий вплив на напружено-деформований стан інженерних конструкцій, таких як стержні, пластини, оболонки та інші. Наприклад, зміна температури для жорстко защемленого стержня всього на 1° викликає додаткове

напруження 2 МПа. А це 1% від розрахункового опору сталевго елемента.

Згідно Державних будівельних норм В.12-2:2006 які упорядковують визначення розрахункових значень тривалих навантажень відносять температурні кліматичні впливи з квазіпостійними розрахунковими значеннями та до змінних коротко кліматичні впливи з граничними чи експлуатаційними розрахунковими значеннями.

ДБН В.12-2:2006 визначають випадки сполучення розрахункових значень. До сполучення входять навантаження які найбільш несприятливо впливають на конструкції з точки зору граничного стану.

Інженерні, зокрема будівельні конструкції можуть підлягати одночасному впливу як температурних факторів так і впливу постійних або змінних тривалих, можливо, короточасних навантажень.

Згідно розділу 11 ДБН В.12-2:2006 Температурні кліматичні впливи змінними впливами, для яких встановлено три розрахункові значення:

- граничне розрахункове значення
- експлуатаційне розрахункове значення
- квазіпостійне розрахункове значення

Для визначення експлуатаційного розрахункового значення необхідно враховувати зміну в часі Δt середньої температури і перепад температури θ по перерізу елемента. Для цього необхідно знати характеристичні значення середніх температур t_w , t_c і перепадів температур по перерізу елемента в теплу v_w і холодну v_c пору року. Для одношарових конструкцій ці значення відомі, а для багатошарових конструкцій їх необхідно визначати розрахунком.

При проектуванні зовнішніх огорожуючи конструкцій будинків необхідно вирішувати завдання взаємозв'язаного стаціонарного тепломасопереносу, ускладненого нелінійністю теплофізичних характеристик матеріалу багатошарових конструкцій при змішаних граничних умовах.

Актуальність теми дослідження. Розподіл температури у будівельних багатошарових конструкціях впливає на вибір оптимальних рішень щодо матеріалів, їх теплоізоляційних та механічних характеристик. Визначення розподілу температурних полів у будівельних конструкціях таких як пластилини та оболонки що складаються із довільної кількості шарів є актуальним дослідженням і має важливе теоретичне та практичне значення.

Метою роботи є встановлення закону про розподіл температурного поля по товщині багатошарового пакету: проведення практичних розрахунків температурного поля в деяких будівельних конструкціях.

Наукова новизна роботи полягає у розробці нової методології розв'язку стаціонарної задачі теплопровідності багат шарових конструкцій.

Практичне значення полягає у можливості використання отриманих даних теоретичних досліджень теплопровідності багат шарових пластин та оболонок при дослідженні термонапруженого стану будівельних конструкцій.

Постановка проблеми. В будівельних конструкціях перенесення тепла здійснюється теплопровідністю яка має молекулярно-атомний характер. Розглядається звичайна теплопередача яка відбувається в нерівномірно нагрітому тілі за рахунок теплового впливу як оточуючого середовища, так і внутрішніх джерел тепла. Вважається, що температурне поле і поле деформацій в конструкції не пов'язані, тобто розглядається незв'язна задача теплопровідності. Для розв'язку такої задачі теплопровідності використовують методи розділення змінних, інтегровані перетворення, числові методи та інші, які викладені в монографіях що присвячені теплопровідності.

Системне викладення теорії теплопровідності і її застосування до розв'язку практичних задач дано в монографіях Д.В. Ликова, Карслоу і Егера. Велике практичне значення мають задачі теплопровідності, які наведені в монографіях А.Д. Коваленко. За допомогою апроксимації температури по товщині тонкої пластинки степеневим законом, тривимірна задача зведена до двовимірної крайової задачі. Тут розглядаються окремі задачі теплопровідності для дисків, пластин, циліндрів які знаходяться в умовах як стаціонарного та і нестационарного конвективного теплообміну з оточуючим середовищем.

Узагальнюючи роботи, що стосуються теплопровідності багат шарових конструкцій можна зробити висновок, що найбільш точними та доступними для інженерного застосування прикладні теорії, які описуються розподіл температурного поля по товщині пакету шарів у вигляді полінома n -го ступеня.

Вихідні співвідношення

Обмін енергією між тілами (або областями одного тіла), які мають різну температуру, називають теплообміном. Передача теплоти може здійснюватися трьома способами:

- теплопровідністю
- конвективним перенесенням
- випромінюванням

У реальних умовах в чистому вигляді вони зустрічаються рідко, можуть супроводжувати один одного, а також супроводжуватися перенесенням маси.

Теплопровідність, або конвекція відбувається в результаті теплообміну між тілами, які безпосередньо стикаються, або частинами цих тіл, що мають різну температуру. Теплопровідність здійснюється молекулярним механізмом перенесення теплоти: в зоні нагріву зростає інтенсивність руху молекул, енергія цього руху передається сусіднім молекулам, енергія цього руху передається сусіднім молекулам, поширюючись у формі пружних хвиль до областей, що мають меншу температуру. Прикладом може бути процес перенесення теплоти через стіну будівлі за наявності різниці температур між її внутрішньою і зовнішньою поверхнею. Такий механізм теплопровідності характерний для твердих тіл – діелектриків. У металах до нього додається інтенсивне перенесення енергії потоком вільних електронів. Тому теплопровідність металів завжди вища, ніж діелектриків.

Конвективний теплообмін відбувається при перенесенні теплоти елементами об'єкту середовища, які переміщуються в просторі. Цей процес характерний для рідин і газів.

Найбільш важливим для практики випадок конвективного теплообміну між потоком рідини або газу (повітря) і поверхнею твердого тіла, тобто здійснюється тепловіддача.

Теплове випромінювання (електромагнітне випромінювання) відбувається в інфрачервоному діапазоні частот, що випускаються речовиною за рахунок внутрішньої енергії. Ця форма перенесення теплоти характеризується відсутністю безпосереднього контакту між тілами, що обмінюються теплотою. Теплообмін випромінюванням відбувається в тому випадку, коли простір, який розділяє тіла, заповнений прозорим для випромінювання середовищем, і у тому випадку, коли воно не заповнене жодною речовиною.

Три названі процеси перенесення теплоти в реальних умовах звичайно ідуть одночасно, доповнюючи один одного або здійснюючись послідовно.

Типовим для будівельної практики випадком є теплообмін між двома середовищами через розподільчу їх стіну. Процес теплопередачі включає перенесення теплоти тепловіддачею від одного середовища до поверхні стіни, теплопровідністю крізь стіну і знову тепловіддачею від протилежної поверхні стіни до іншого середовища.

Температурне поле, яке являє собою сукупність температур у всіх точках даної області тіла в даний момент, може залежати від координат та часу.

В нашому випадку розглядаємо температурне поле, яке залежить тільки від координат, тобто стаціонарне температурне поле.

Отже, розглядаємо стаціонарне теплопровідність багат шарової оболонки яка перебуває в умовах конвективного теплообміну з оточуючим середовищем. Шари оболонки мають властивості що різняться вздовж трьох взаємно-ортогональних осей обертової симетрії, тобто ортотропні шари. Оболонка складається із m таких шарів, які працюють без відриву і проковзування (рис. 1).

Приймаємо що теплофізичні характеристики матеріалу шарів не залежать від температури. Основним з них є коефіцієнт теплопровідності λ , який характеризує властивість матеріалу проводити тепло через свою масу. Він показує яка кількість теплоти (Bm) передається через шар матеріалу в 1м при різниці температур на поверхнях шару в один градус. Величина коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів змінюється в досить широких межах – від $\lambda=0,025$ (мінераловатна вата) до $\lambda=3,49$ (граніт, гнейс, базальт). Теплопровідність металів, що застосовуються в будівництві ще вища: для чавуну – 50, сталі – 58, алюмінію – 221, міді – 407 Вт/м °С.

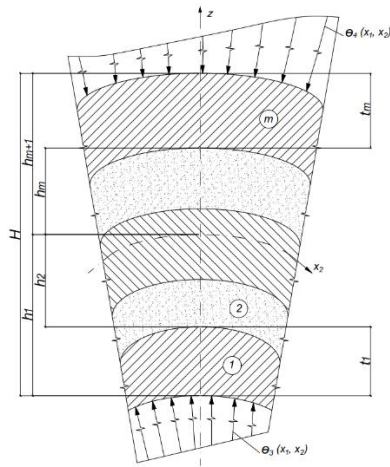


Рисунок 1. Схема багат шарової оболонки

Теплопровідність будівельних матеріалів зростає при підвищенні температури, що пов'язано із збільшенням кінетичної енергії молекул основного матеріалу. Крім цього при збільшенні температури також зростає теплопровідність повітря, що знаходиться в порах будівельних матеріалів, а також інтенсивність передачі тепла в порах матеріалу випромінюванням.

Зміна теплопровідності внаслідок коливань температури має невелике значення в будівельній практиці, тому що перепади температур при експлуатації конструкцій не перевищують 100°C .

Вважаємо, що при розв'язку задачі внутрішні теплові джерела відсутні, а суміжні шари знаходяться в умовах ідеального теплового контакту. Оболонка віднесена до ортогональної системи координат x_1, x_2, z (рис. 1.2), лінії $x_1=\text{const}$ і $x_2=\text{const}$ являють собою лінії головних кривих координатної поверхні $z=0$, а вісь z направлена по зовнішній нормалі до цієї поверхні. Відстань від координатної поверхні до еквівалентних їй поверхонь контакту шарів рівно h_i , товщини шарів рівні t_i .

ВИСНОВКИ

В результаті проведеної практики були досягнуті всі необхідні цілі і отримані відповідні результати.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.
- 2.

Луцький національний технічний університет
(повне найменування закладу вищої освіти)

ЩОДЕННИК ПРАКТИКИ

(вид і назва практики)

Здобувач вищої освіти _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Факультет _____

Кафедра _____

Рівень вищої освіти _____

Освітня програма _____

(назва)

_____ курс, група _____

Здобувач вищої освіти (студент) _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

прибув на підприємство, в організацію, установу.

Печатка
підприємства, організації, установи « ____ » _____ 20__ року

(підпис) _____ (посада, прізвище та ініціали відповідальної особи)

Вибув із підприємства, організації, установи.

Печатка
підприємства, організації, установи « ____ » _____ 20__ року

(підпис) _____ (посада, прізвище та ініціали відповідальної особи)

Переддипломна практика: Методичні вказівки до переддипломної практики для здобувачів першого (бакалаврської) рівня вищої освіти освітньої програми «Штучний інтелект та аналіз масивів даних» галузі знань 11 Математика та статистика спеціальності 113 «Прикладна математика» денної та заочної форм навчання/ укладач О. Бондарський. – Луцьк: ЛНТУ, 2025. – 31 с.

Комп'ютерний набір
Редактор

О.Бондарський
О.Бондарський

Підп. до друку «___» _____ 2025 р. Формат 60x84/16.Папір офс.
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 1,0.
Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоцій
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – відділ іміджу та промоцій ЛНТУ