



Основи стандартизації, метрології та теорії похибок
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>8,0 (240)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>1 година на тиждень (1 година практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/Ploskonos-Victor-Grigorovych.html Практичні /Семінарські: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/Ploskonos-Victor-Grigorovych.html</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4395</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Знання, набуті в процесі вивчення навчальної дисципліни, дають можливість отримати навички оцінки відповідності продукції вимогам державних стандартів, підтримки у відповідному стані засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) для належного метрологічного забезпечення технологічних процесів виробництва паперу і картону. Формується здатність обробляти та аналізувати результати наукових досліджень, застосовувати основи теорії похибок під час проведення експериментальних досліджень; проведення статистичного аналізу багаторазових вимірювань, виконаних у промислових і лабораторних умовах.

Предмет навчальної дисципліни «Основи стандартизації, метрології та теорії похибок» – розроблення планів експериментальних досліджень та математичних моделей з використанням критеріїв максимальної інформативності. Життєвий досвід показує, що жодне дослідження, як би ретельно воно не проводилося, не може бути виконано без математичної обробки експерименту та побудови моделей.

У значній мірі вирішення поставлених задач буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у целюлозно-паперовій галузі, включаючи установи наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні задачі моделювання ситуацій на найвищому науковому рівні.

Мета навчальної дисципліни «Основи стандартизації, метрології та теорії похибок»

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (К1);
- здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв (К4);
- здатність планувати і виконувати наукові дослідження у галузі хімічної інженерії (К8).

1.2. Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Основи стандартизації, метрології та теорії похибок», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій (ПР1);
- планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження в сфері хімічних технологій і інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень (ПР8).

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

Вивчення дисципліни «Основи стандартизації, метрології та теорії похибок» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату та 1 року навчання в магістратурі під час вивчення дисциплін інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «Основи стандартизації, метрології та теорії похибок» є основою, що має забезпечити розв'язання технічних проблеми та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1 СТАНДАРТИЗАЦІЯ

Тема 1 Стандартизація, мета, принципи та об'єкти стандартизації

Скорочені історичні відомості про стандартизацію, метрологію та сертифікацію. Основні результати, мета, принципи та об'єкти стандартизації.

Тема 2 Органи стандартизації, їх функції

Органи стандартизації, їх функції. Види стандартів. Порядок розроблення і затвердження стандартів. Основи стандартизації. Національна система стандартизації. Науково-методичні основи стандартизації. Організація роботи із стандартизації в Україні. Суть стандартизації та її роль у підвищенні ефективності розвитку народного господарства. Класифікація та кодування наукової, технічної, економічної та соціальної інформації.

Тема 3 Організація робіт зі стандартизації в Україні

Організація робіт зі стандартизації в Україні. Загальні положення, правила та завдання стандартизації. Маркування продукції знаками відповідності вимогам ДСТУ. Відповідальність за порушення обов'язкових вимог стандартів. Державний контроль і нагляд за дотриманням обов'язкових вимог стандартів. Міжнародне співробітництво в сфері стандартизації. Фінансування робіт зі стандартизації. Інформаційне забезпечення стандартизації, її послуг та право власності на стандарти. Вдосконалення державної системи стандартизації та вступ України у ВТО (WTO). Гармонізація стандартів.

Тема 4 Стандартизація в міжнародних організаціях

Стандартизація в міжнародних організаціях. Стандартизація в ISO. Стандартизація в IES. Стандартизація в європейських організаціях. Стандартизація в в СНД. Перспективи міжнародної стандартизації.

Тема 5 Стандартизація в зарубіжних країнах

Стандартизація в зарубіжних країнах. Стандартизація в США. Стандартизація у Великобританії. Стандартизація у Франції. Стандартизація в Німеччині. Стандартизація в Японії.

Тема 6 Порядок розроблення, погодження та впровадження технологічного регламенту та ТУ У в Україні

Порядок розроблення, погодження та впровадження ТУ У в Україні. Вступ. Нормативні посилання. Загальні положення. Правила побудови. викладання та оформлення. Правила погодження та прийняття. Правила позначання.

Порядок розроблення, погодження та впровадження технологічного регламенту. Загальні положення. Склад технологічного регламенту. Вимоги до змісту основного розділу технологічного регламенту. Порядок розробки технологічного регламенту. Порядок оформлення технологічного регламенту. Порядок узгодження технологічного регламенту. Порядок утвердження і реєстрації технологічного регламенту. Термін дії технологічного регламенту. Порядок скасування дії технологічного регламенту. Контроль за виконанням і відповідальність за порушення технологічних регламентів.

Тема 7 Підтвердження відповідності продукції в Україні

Підтвердження відповідності продукції в Україні. Загальні положення, терміни та визначення. Основні принципи державної політики у сфері підтвердження відповідності. Процедура підтвердження та національний знак відповідності. Фінансування діяльності з підтвердження відповідності. Міжнародне співробітництво України в сфері підтвердження відповідності.

Тема 8 Організація діяльності випробувальних лабораторій Організація діяльності випробувальних лабораторій.

Загальні вимоги до випробувальних лабораторій. Технічна компетентність. Персонал лабораторій. Приміщення та навколишнє середовище. Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки. Методи випробувань та процедури.

Система якості. Вироби та продукція, що випробовується. Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки. Акредитація випробувальних лабораторій. Інспекційний контроль за діяльністю акредитованих лабораторій.

РОЗДІЛ 2. МЕТРОЛОГІЯ

Тема 1 Сутність метрології. Завдання та функції метрології

Вимірювані фізичні величини. Системи фізичних величин та їх одиниць. Принципи та методи вимірювань фізичних величин.

Тема 2 Засоби вимірювальної техніки

Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), класифікація ЗВТ та їх призначення. Структура та параметри засобів вимірювальної техніки. Показники точності та форми подання результатів вимірювань.

Тема 3 Державна метрологічна служба України

Структура та функції метрологічної служби України. Закон про метрологію: основні поняття та визначення.

Тема 4 Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань

Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Державна метрологічна служба підприємства. Метрологія як наукова основа єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд.

Тема 5 Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки

Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). Методи повірки ЗВТ. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Методи повірки (калібрування). Повірочні схеми. Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки. Види метрологічних повірок. Організація і порядок проведення метрологічної повірки.

Тема 6 Міжнародні та регіональні організації з метрології

Міжнародні організації з метрології. Міжнародна організація мір і ваг. Міжнародна організація законодавчої метрології. Регіональні організації з метрології. Метрологія в країнах Західної Європи. Метрологія в США. Метрологія в деяких країнах східної та центральної Європи.

Метрологічна експертиза технічної документації. Загальні положення та завдання метрологічної експертизи. Організація і порядок проведення метрологічної експертизи. Метрологічна експертиза конструкторської документації. Метрологічна експертиза технологічної документації.

РОЗДІЛ 3. ТЕОРІЯ ПОХИБОК

Тема 1 Вимірювані фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин

Вимірювані фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин. Основні поняття теорії ймовірностей та статистики.

Тема 2 Попереднє знайомство з теорією похибок

Помилки – як похибки. Неминучість похибок. Як важливо знати похибки. Оцінка похибки при відліку зі шкали. Оцінка похибок у випадку багаторазових прямих вимірювань.

Тема 3 Основні положення теорії похибок

Найкраща оцінка \pm похибка. Значущі цифри при визначені похибок. Відмінність між результатами вимірювань. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень. Відносні похибки. Значущі цифри у відносних похибках. Множення двох виміряних значень.

Тема 4 Статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками

Похибки суми та різниці виміряних величин. Похибки при множенні та діленні виміряних величин. Похибки при множенні виміряної величини на точне число. Похибки при піднесені виміряної величини до ступеня. Незалежні похибки при обчисленні суми виміряних величин. Узагальнюючі формули розрахунку суми, різниці, добутку і частки виміряних величин при незалежних похибках. Похибки при використанні задовільної функції однієї змінної. Метод розрахунку похибки "крок за кроком". Загальна формула для розрахунку похибок в непрямих вимірюваннях.

Тема 5 Статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками

Випадкові та систематичні похибки. Середнє значення і стандартне відхилення. Стандартне відхилення – як похибка одиничного виміру. Стандартне відхилення середнього. Систематичні похибки для експериментальних досліджень в учбових лабораторіях.

Тема 6 Нормальний розподіл статистичної величини

Гістограми і розподіл випадкових величин. Граничний розподіл випадкових величин. Нормальний розподіл випадкової величини.

Тема 7 Обґрунтування формул розрахунку похибок на базі закону нормального розподілу

Стандартне відхилення як 68% довірчий інтервал. Обґрунтування середнього \bar{x} як найкращої оцінки та σ - ширини граничного розподілу.

Тема 8 Розрахунок та обґрунтування довірчого інтервалу

Розрахунок та обґрунтування довірчого інтервалу.

Тема 9 Проблема відсіювання та об'єднання результатів вимірювань

Проблема відсіювання даних. Критерій Шовене. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань.

Тема 10 Критерій χ^2 для граничних розподілів

Поняття критерію χ^2 . Ступені свободи і приведене значення χ^2 . Ймовірності для χ^2 .

Тема 11 Методи оцінювання точності вимірювань на основі поняття невизначеності

Загальні поняття і визначення поняття невизначеності. Приклад оцінювання характеристик похибки та розрахунок невизначеності вимірювань. Порівняльний аналіз двох підходів до визначення характеристик точності вимірювань.

РОЗДІЛ 4 МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ В ДОСЛІДЖЕННЯХ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Тема 1 Технологічна система целюлозно-паперового виробництва – складний об'єкт наукового дослідження

Системний підхід до аналізу складної технологічної системи. Технологічна система виробництва ЦПП як об'єкт наукового дослідження. Деякі аспекти організації та реалізації наукових досліджень. Методи перевірки результатів експерименту. Основні етапи проведення наукового дослідження. Літературний огляд – фундамент наукового дослідження. Формулювання задач, об'єкта та предмета дослідження. Літературний огляд – фундамент наукового дослідження. Формулювання задач, об'єкта та предмета дослідження.

Тема 2 Підготовка та проведення наукових досліджень

Попередні дослідження технологічної системи. Класифікація факторів, що впливають на технологічну систему. Властивості досліджуваних факторів. Методи оцінювання сили впливу факторів на вихідний параметр. Метод експертних оцінок (рангової кореляції).

Систематичні та випадкові помилки. Стандартне відхилення. Визначення випадкових помилок. Похибка експерименту. Перевірка на однорідність результатів вимірювання. Обробка результатів досліджень на ПК. Бази даних. Лінії тренда.

Тема 3 Інформативність експериментальних досліджень

Поняття інформативності досліджуваного об'єкта. Класичний підхід до дослідження невідомого об'єкта. Планування експериментальних досліджень (класичне). Планування експериментальних досліджень за використання критеріїв інформативності.

Тема 4 Моделювання складних технологічних систем

Поняття моделювання складних технологічних систем в інженерній і науковій діяльності. Об'єкт дослідження. Види параметрів оптимізації і вимоги до них. Вибір моделі. Регресійний аналіз - один з методів моделювання процесів. Основні терміни та поняття регресійного аналізу.

Метод найменших квадратів. Складання системи нормальних рівнянь (множинна регресія). Статистична обробка рівнянь регресії. Кореляційний аналіз. Множинна лінійна кореляція.

Тема 5 Математичні методи планування експериментальних досліджень

Класичний метод експерименту, його переваги та недоліки. Активний та пасивний експеримент. Обробка результатів експериментальних досліджень. Статистичний аналіз технологічних процесів. Застосування математичних методів планування експерименту у ЦПП. Повний факторний експеримент. Кодування факторів. Матриця планування. Робоча матриця. Рандомізація. Рівняння регресії. Статистичний аналіз рівняння регресії. Критерії Кохрена, Стьюдента, Фішера. Загальна схема виконання повного факторного експерименту.

Дробний факторний експеримент. Генеральне співвідношення. Визначальний контраст. Матриця планування. Схема виконання ДФЕ. Приклади застосування ДФЕ у ЦПП. Рототабельні і ортогональні плани 2-го порядку.

Ефективність наукових досліджень. Планування експерименту при вивченні діаграм «склад-властивість». Плани Шеффе. Використання методу планування експерименту для вивчення процесу сульфатної варки целюлози. Інтерпретація результатів експерименту.

Тема 6 Пошук оптимальних умов технологічних процесів переробки рослинної сировини.

Оптимізація технологічних процесів. Критерії оптимізації за лінійними моделями. Локальний та глобальний оптимум. Методи оптимізації. Метод Гаусса-Зейделя. Метод крутого сходження. Рух за градієнтом функції.

Тема 7 Прийняття рішень після крутого сходження. Побудова планів II порядку

Прийняття рішень після крутого сходження. Моделювання технологічних процесів в області, близької до оптимуму (плани II порядку). Багатокритеріальна оптимізація.

Тема 8 Принципи математичної самоорганізації складних технологічних систем

Принципи математичної самоорганізації складних технологічних систем. Метод групового врахування аргументів (МГУА). Критерії максимальної інформативності та шумостійкості експерименту. Методика обробки результатів експериментальних досліджень.

Тема 9 Використання математичних моделей для дослідження процесів, пошуку оптимальної композиції, синтезу матеріалів із заданими властивостями.

Використання методу самоорганізації для пошуку екстремуму процесу варіння целюлози. Використання методу самоорганізації для оптимізації композиції волокнистих напівфабрикатів. Використання методу самоорганізації для синтезу матеріалів із заданими властивостями. Особливості алгоритму групового врахування аргументів (МГУА). Переваги методу самоорганізації в порівнянні з класичним методом планування експерименту.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Кухарчук В. В. Основи метрології та електричних вимірювань. Ч. I : Конспект лекцій / – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 148 с.
2. Єрмілова Н.В., Кислиця С.Г. «Основи стандартизації та метрології" : Навчальний посібник / – Полтава: ПолтНТУ, 2017. - 141 с.
3. Нестерчук Д.М., Квітка С.О., Галько С.В.. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 256 с.
4. Боженко Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація. – Львів: Афіша, 2006. - 324 с.
5. Василевський О. М., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т. Основи теорії невизначеності вимірювань : Підручник / – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 230 с.
6. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність, № 1765, м.Київ, 15 червня 2004 р.
7. ДСТУ 3410-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Основні положення.

Додаткова література

8. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навч.посібник для студентів техн.спеціал. ВНЗ. – Вінниця:, Видав. Держ.Технічн.Університету, 2001.-220 с.

9. ДСТУ 3651.2-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин. Міжнародні системи величин. Основні положення, назви та позначення.

10. Примаков СП., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. К.: ЕКМО, 2002.-396 с.

11. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. –Киев: Наукова думка, 1999. – 296 с.

12. ДСТУ 2926-94 Системи якості. Комплекси керування якістю системні технологічні. Основні положення.

13. Стандарти ISO серії 9000.

14. Європейські стандарти серії EN 4500.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

Електронні ресурси з курсу «Основи стандартизації, метрології та теорії похибок», а саме:

- навчальну програму дисципліни,
- сілабус кредитного модуля,
- методичні вказівки до виконання лабораторних практикумів та виконання

самостійної роботи

розміщено за адресою <http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student>, а також у електронному кампусі

Асоціація українських підприємств целюлозно-паперової галузі "УкрПапір" - ukrbum@naverex.kiev.ua

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Основи стандартизації, метрології та теорії похибок», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області стандартизації, метрології та теорії похибок;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p align="center">РОЗДІЛ I ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ</p> <p>Тема 1 Стандартизація. Основні поняття. Терміни та визначення Лекція № 1. Стандартизація. Основні терміни та визначення. Скорочені історичні відомості про стандартизацію. Література: [4] с.12-21; [1] с.6-14. Завдання на СРС Основні результати, мета, принципи та об'єкти стандартизації.</p>	2
2	<p>Тема 2 Класифікація нормативної документації (НД), порядок розроблення та затвердження стандартів Лекція № 2. Органи стандартизації, їх функції. Види стандартів. Порядок розроблення і затвердження стандартів. Література: [2] с.34-41; [4] с.29-44. Завдання на СРС Основи стандартизації. Національна система стандартизації. Науково-методичні основи стандартизації. Організація роботи із стандартизації в Україні. Суть стандартизації та її роль у підвищенні ефективності розвитку народного господарства. Класифікація та кодування наукової, технічної, економічної та соціальної інформації.</p>	2
3	<p>Тема 3 Організація робіт зі стандартизації в Україні Лекції № 3-4. Загальні положення, правила та завдання стандартизації. Маркування продукції знаками відповідності вимогам ДСТУ. Відповідальність за порушення обов'язкових вимог стандартів. Державний контроль і нагляд за дотриманням обов'язкових вимог стандартів. Міжнародне співробітництво в сфері стандартизації. Література: [2] с.43-51; [4] с.46-54. Завдання на СРС Фінансування робіт зі стандартизації. Інформаційне забезпечення стандартизації, її послуг та право власності на стандарти. Вдосконалення державної системи стандартизації та вступ України у ВТО (WTO). Гармонізація стандартів.</p>	4
4	<p>Тема 4 Стандартизація в міжнародних організаціях Лекція № 5. Стандартизація в ISO. Стандартизація в IES. Стандартизація в європейських організаціях. Стандартизація в в СНД. Література: [2] с.44-64; [4] с.59-74. Завдання на СРС Перспективи міжнародної стандартизації.</p>	2
5	<p>Тема 5 Стандартизація в зарубіжних країнах Лекція № 6. Стандартизація в США. Стандартизація у Великобританії. Стандартизація в інших країнах Азії. Література: [2] с.66-79; [4] с.49-64. Завдання на СРС Стандартизація у Франції. Стандартизація в Німеччині. Стандартизація в Японії.</p>	2
6	<p>Тема 6 Порядок розроблення, погодження та впровадження технологічного регламенту та ТУ У в Україні Лекції № 7-8. Порядок розроблення, погодження та впровадження ТУ У в Україні. Вступ. Нормативні посилання. Загальні положення. Правила побудови, викладання та оформлення. Правила погодження та прийняття. Правила позначання. Література: [4] с.69-84. Завдання на СРС Порядок розроблення, погодження та впровадження технологічного регламенту. Загальні положення. Склад технологічного регламенту. Вимоги до змісту основного розділу технологічного регламенту. Порядок розробки технологічного регламенту. Порядок оформлення технологічного регламенту. Порядок узгодження технологічного регламенту. Порядок утвердження і реєстрації технологічного регламенту. Термін дії технологічного регламенту. Порядок скасування дії технологічного регламенту. Контроль за виконанням і відповідальність за порушення технологічних регламентів; (Технологічний регламент виробництва газетного паперу.</p>	4

7	<p>Тема 7 Підтвердження відповідності продукції в Україні Лекції № 9-10. Загальні положення, терміни та визначення. Основні принципи державної політики у сфері підтвердження відповідності. Закон про Технічні Регламенти. Процедура підтвердження та національний знак відповідності. Література: [4] с.86-104, [17] с.16-45. Завдання на СРС Фінансування діяльності з підтвердження відповідності. Міжнародне співробітництво України в сфері підтвердження відповідності.</p>	4
8	<p>Тема 8 Організація діяльності випробувальних лабораторій Лекція № 11. Загальні вимоги до випробувальних лабораторій. Технічна компетентність. Персонал лабораторій. Приміщення та навколишнє середовище. Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки. Методи випробувань та процедури. Література: [4] с.108-126; [6] с.19-35, [17] с.66-83. Завдання на СРС Система якості. Вироби та продукція, що випробовується. Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки. Акредитація випробувальних лабораторій. Інспекційний контроль за діяльністю акредитованих лабораторій.</p>	2
9	<p style="text-align: center;">РОЗДІЛ 2 МЕТРОЛОГІЯ</p> <p>Тема 1 Сутність метрологічного забезпечення оцінки відповідності продукції. Завдання та функції метрологічного забезпечення оцінки відповідності продукції. Лекція № 12. Завдання та функції метрології. Закон про метрологію: основні поняття та визначення. Література: [1] с.10-23; [2] с.6-14, [3] с.7-19, [4] с.128-134. Завдання на СРС Принципи та методи вимірювань фізичних величин.</p>	2
10	<p>Тема 2. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), класифікація ЗВТ та їх призначення Лекція № 13. Засоби вимірювальної техніки, їх класифікація та призначення. Структура та параметри засобів вимірювальної техніки. Література: [1] с.30-43; [2] с.16-34, [4] с.137-149, [14] с.28-44. Завдання на СРС Показники точності та форми подання результатів вимірювань.</p>	2
11	<p>Тема 3 Державна метрологічна служба України Лекція № 14. Структура та функції метрологічної служби України. Література: [1] с.48-63; [2] с.36-44, [4] с.152-164, [14] с.48-64. Завдання на СРС Закон про метрологію: основні поняття та визначення.</p>	2
12	<p>Тема 4 Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Метрологічна служба підприємства Лекція № 15. Метрологія як наукова основа єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Література: [2] с.48-66; [3] с.56-74, [4] с.166-184, [14] с.68-86. Завдання на СРС Державна метрологічна служба підприємства (організації).</p>	2
13	<p>Тема 5 Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). Методи повірки ЗВТ Лекція № 16. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Методи повірки (калібрування). Повірочні схеми. Література: [2] с.68-96; [3] с.76-94, [4] с.186-199, [14] с.88-106. Завдання на СРС Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки. Види метрологічних повірок. Організація і порядок проведення метрологічної повірки.</p>	2

14	<p>Тема 6 Міжнародні організації з метрології. Метрологія в іноземних країнах Лекції № 17-18. Міжнародна організація з метрології. Міжнародна організація мір і ваг. Міжнародна організація законодавчої метрології. Регіональні організації з метрології. Метрологія в країнах Західної Європи. Метрологія в США. Метрологія в деяких країнах східної та центральної Європи. Література: [2] с.98-126; [3] с.96-124, [4] с.202-249, [14] с.108-136. Завдання на СРС Метрологічна експертиза технічної документації. Загальні положення та завдання метрологічної експертизи. Організація і порядок проведення метрологічної експертизи. Метрологічна експертиза конструкторської документації. Метрологічна експертиза технологічної документації.</p>	4
15	<p style="text-align: center;">РОЗДІЛ 3. ТЕОРІЯ ПОХИБОК</p> <p>Тема 1 Вимірювані фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин Лекція № 1. Вимірювані фізичні величини. Принципи та методи вимірювань фізичних величин. Основні поняття теорії ймовірностей та статистики.. Література: [5] с.12-19; [7] с.6-14; [8] с.5-17. Завдання на СРС. Системи фізичних величин та їх одиниць. Показники точності та форми подання результатів вимірювання. Загальні положення та класифікація похибок.</p>	2
16	<p>Тема 2 Попереднє знайомство з теорією похибок Лекція № 2. Помилки – як похибки. Неминучість похибок. Як важливо знати похибки. Оцінка похибки при відліку зі шкали. Оцінка похибок у випадку багаторазових прямих вимірювань. Література: [5] с.21-29; [7] с.16-21; [8] с.25-37. Завдання на СРС. Загальні положення та класифікація похибок.</p>	2
17	<p>Тема 3 Основні положення теорії похибок Лекція № 3. Найкраща оцінка \pm похибка. Значущі цифри при визначенні похибок. Відмінність між результатами вимірювань. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень. Лекція № 4. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень. Лекція № 5. Відносні похибки. Значущі цифри у відносних похибках. Множення двох виміряних значень Література: [5] с.31-57; [7] с.23-54; [8] с.39-68. Завдання на СРС. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох виміряних значень.</p>	6
18	<p>Тема 4 Похибки в непрямих вимірюваннях Лекція № 6. Похибки суми та різниці виміряних величин. Похибки при множенні та діленні виміряних величин. Похибки при множенні виміряної величини на точне число. Похибки при піднесенні виміряної величини до ступеня. Лекція № 7. Незалежні похибки при обчисленні суми виміряних величин. Узагальнюючі формули розрахунку суми, різниці, добутку і частки виміряних величин при незалежних похибках. Лекція № 8. Похибки при використанні задовільної функції однієї змінної. Метод розрахунку похибки "крок за кроком". Загальна формула для розрахунку похибок в непрямих вимірюваннях. Література: [5] с.61-77; [7] с.63-85; [8] с.69-88. Завдання на СРС. Загальні відомості про похибки в непрямих вимірюваннях. Розуміння похибок в непрямих вимірюваннях на прикладах. Принцип арифметичної середини.</p>	6

19	<p>Тема 5 Статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками</p> <p>Лекція № 9. Випадкові та систематичні похибки. Середнє значення і стандартне відхилення.</p> <p>Лекція № 10. Стандартне відхилення – як похибка одичного виміру. Стандартне відхилення середнього. Систематичні похибки для експериментальних досліджень в учбових лабораторіях.</p> <p>Література: [5] с.106-130, [10] с.54-72, [6] с. 88-101.</p> <p>Завдання на СРС. Визначення гарантійного інтервалу результатів вимірювань. Підсумовування похибок вимірювань. Похибки прямих рівноточних вимірювань. Обробка і оцінка точності рівноточних вимірювань. Стандартне відхилення середнього на прикладах.</p>	4
20	<p>Тема 6 Нормальний розподіл статистичної величини</p> <p>Лекція № 11. Гістограми і розподіл випадкових величин. Граничний розподіл випадкових величин. Нормальний розподіл випадкової величини.</p> <p>Література: [5] с.136-155, [3] с.54-72, [10] с. 88-101.</p> <p>Завдання на СРС. Закон розподілу ймовірностей при багаторазових вимірюваннях. Випадкові величини. Використання елементів теорії ймовірностей до результатів вимірювань. Повторення випробувань – біноміальний розподіл.</p>	2
21	<p>Тема 7 Обґрунтування формул розрахунку похибок на базі закону нормального розподілу</p> <p>Лекція № 12. Стандартне відхилення як 68% довірчий інтервал. Обґрунтування середнього \bar{x} як найкращої оцінки та σ - ширини граничного розподілу.</p> <p>Лекція № 13. Обґрунтування розрахунку похибок в непрямих вимірюваннях. Обґрунтування стандартного відхилення середнього.</p> <p>Література: [5] с. 148-172; [7] с. 78-95.</p> <p>Завдання на СРС. Квадратична сума похибок і її обґрунтування. Загальний випадок. Визначення середньої квадратичної похибки.</p>	4
22	<p>Тема 8 Розрахунок та обґрунтування довірчого інтервалу</p> <p>Лекція № 14. Розрахунок та обґрунтування довірчого інтервалу.</p> <p>Література: [6] с. 123-155; [7] с. 108-123.</p> <p>Завдання на СРС. Довірчі інтервали. Необхідна кількість вимірювань випадкової величини.</p>	2
23	<p>Тема 9 Проблема відсіювання та об'єднання результатів вимірювань</p> <p>Лекція № 15. Проблема відсіювання даних. Критерій Шовене. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань.</p> <p>Література: [5] с. 178-192; [13] с. 98-137.</p> <p>Завдання на СРС. Проблема відсіювання даних з використанням критерію Шовене на прикладах. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань на прикладах.</p>	2
24	<p>Тема 10 Критерій χ^2 для граничних розподілів</p> <p>Лекція № 16. Поняття критерію χ^2. Ступені свободи і приведені значення χ^2. Ймовірності для χ^2.</p> <p>Лекція № 17. Приклад розроблення типової методики виконання вимірювань для визначення масової долі каоліну у водній суспензії.</p> <p>Література: [5] с. 198-222; [7] с. 218-141.</p> <p>Завдання на СРС. Коефіцієнт лінійної кореляції. кількісний критерій значимості r.</p>	4

25	<p>Тема 11 Методи оцінювання точності вимірювань на основі поняття невизначеності</p> <p>Лекція № 18. Загальні поняття і визначення поняття невизначеності. Приклад оцінювання характеристик похибки та розрахунок невизначеності вимірювань. Порівняльний аналіз двох підходів до визначення характеристик точності вимірювань.</p> <p>Література: [6] с. 168-182.</p> <p>Завдання на СРС. Порівняльний аналіз двох підходів до визначення характеристик точності вимірювань.</p>	2
	Всього	72

Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по даній дисципліні практичні заняття та лабораторні практикуми займають 25 % аудиторного навантаження. Вони закладають і формують основи кваліфікації студентів. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять та лабораторних практикумів:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області стандартизації, метрології та теорії похибок;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<u>1</u>	<p><u>Практичне заняття 1.</u></p> <p>Загальні поняття фізичних величин. Системи фізичних величин. Вияснення причин виникнення похибок. Основні положення теорії похибок. Вирішення задач з метою загальної оцінки похибок у випадку багаторазових вимірювань. Відносні похибки та значущі цифри.</p> <p>Література: [5] с.12-21; [7] с.6-14; [8]с. 16-23.</p> <p>Завдання на СРС. Вирішення задач з метою загальної оцінки похибок у випадку багаторазових вимірювань в лабораторних умовах.</p>	1
2	<p><u>Практичне заняття 2.</u></p> <p>Похибки при непрямих вимірюваннях. Визначення похибок при використанні результатів вимірювань в операціях суми, різниці, множення та ділення</p> <p>Література: [5] с. 49-64; [7] с.16-22.</p> <p>Завдання на СРС. Похибки при непрямих вимірюваннях в лабораторних умовах.</p>	2
3	<p><u>Практичне заняття 3.</u></p> <p>Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок середнього та стандартного відхилення.</p> <p>Література: [5] с.87-91, [7] с.34-43, [8] с. 49-54.</p> <p>Завдання на СРС. Розрахунок середнього та стандартного відхилення в лабораторних умовах.</p>	2
4	<p><u>Практичне заняття 4.</u></p> <p>Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок стандартного відхилення середнього. Систематичні похибки.</p> <p>Література: [5] с.92-101, [10] с.44-63, [13] с. 55-64.</p> <p>Завдання на СРС. Розрахунок стандартного відхилення середнього в лабораторних умовах.</p>	2

5	<u>Практичне заняття 5.</u> Вирішення задач на відсіювання та об'єднання результатів вимірювання. Література: [5] с. 148-152; [8] с. 18-58. Завдання на СРС. Відсіювання та об'єднання результатів вимірювання в лабораторних умовах в лабораторних умовах.	2
	Всього	9

№ з/п	Назва теми лабораторних практикумів та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<u>1</u>	<u>Практикум 1.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Система водокористування виробництва паперу та картону – складна технологічна система. Виявлення і аналіз факторів, визначення границь зміни факторів. Література: [16] с.28-52; [17] с. 33-58.	4
2	<u>Практикум 2.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Синтез та аналіз з використанням комп'ютерних технологій інформаційних шумостійких планів експерименту . Література: [17] с. 63-75.	5
3	<u>Практикум 3.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Розроблення матриці експерименту для дослідження системи водокористування виробництва паперу та картону. Література: [17] с. 83-101.	4
4	<u>Практикум 4.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Синтез з використанням комп'ютерних технологій математичних моделей елементів системи водокористування виробництва паперу та картону. Література: [17] с.113-121.	5
5	<u>Практикум 5.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою розрахунку рівня забруднення водопотоків системи водокористування мінеральними водорозчинними компонентами. Література: [17] с. 121-136.	5
6	<u>Практикум 6.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою розрахунку рівня забруднення водопотоків системи водокористування органічними водорозчинними компонентами. Література: [17] с. 139-151.	5
7	<u>Практикум 7.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою вибору раціональної системи водокористування за технологічними критеріями (мінімальний рівень забруднення мінеральними водорозчинними компонентами). Література: [17] с. 153-170.	3
8	<u>Практикум 8.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою вибору раціональної системи водокористування за технологічними критеріями (мінімальний рівень забруднення органічними водорозчинними компонентами). Література: [17] с.183-201.	3
9	<u>Практикум 9.</u> <u>Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем</u> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою вибору раціональної системи водокористування за економічними критеріями. .	11
	Всього	45

10. Самостійна робота студента/студентки

Самостійна робота займає 65 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік теоретичних основ шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися аналізувати сучасні методи розробки математичних моделей.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1 Основи стандартизації		
1	<p>Тема 1 Стандартизація. Основні поняття. Терміни та визначення СРС до теми 1 Основні результати, мета, принципи та об'єкти стандартизації. Література: [4] с.12-21; [1] с.6-14.</p> <p>Тема 2 Класифікація нормативної документації (НД), порядок розроблення та затвердження стандартів. СРС до теми 2 Основи стандартизації. Національна система стандартизації. Науково-методичні основи стандартизації. Організація роботи із стандартизації в Україні. Суть стандартизації та її роль у підвищенні ефективності розвитку народного господарства. Класифікація та кодування наукової, технічної, економічної та соціальної інформації. Література: [2] с.34-41; [4] с.29-44.</p> <p>Тема 3 Організація робіт зі стандартизації в Україні. СРС до теми 3 Фінансування робіт зі стандартизації. Інформаційне забезпечення стандартизації, її послуг та право власності на стандарти. Вдосконалення державної системи стандартизації та вступ України у ВТО (WTO). Гармонізація стандартів. Література: [2] с.43-51; [4] с.46-54.</p> <p>Тема 4 Стандартизація в міжнародних організаціях СРС до теми 4 Перспективи міжнародної стандартизації. Література: [2] с.44-64; [4] с.59-74.</p> <p>Тема 5 Стандартизація в зарубіжних країнах СРС до теми 5 Стандартизація у Франції. Стандартизація в Німеччині. Стандартизація в Японії. Література: [2] с.66-79; [4] с.49-64.</p> <p>Тема 6 Порядок розроблення, погодження та впровадження технологічного регламенту та ТУ У в Україні СРС до теми 6 Порядок розроблення, погодження та впровадження технологічного регламенту. Загальні положення. Склад технологічного регламенту. Вимоги до змісту основного розділу технологічного регламенту. Порядок розробки технологічного регламенту. Порядок оформлення технологічного регламенту. Порядок узгодження технологічного регламенту. Порядок утвердження і реєстрації технологічного регламенту. Термін дії технологічного регламенту. Порядок скасування дії технологічного регламенту. Контроль за виконанням і відповідальність за порушення технологічних регламентів; (Технологічний регламент виробництва газетного паперу. Література: [4] с.69-84.</p> <p>Тема 7 Підтвердження відповідності продукції в Україні СРС до теми 7 Фінансування діяльності з підтвердження відповідності. Міжнародне співробітництво України в сфері підтвердження відповідності. Література: [4] с.86-104, [17] с.16-45.</p>	22

	<p>Тема 8 Організація діяльності випробувальних лабораторій Система якості. Вироби та продукція, що випробовується. Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки. Акредитація випробувальних лабораторій. Інспекційний контроль за діяльністю акредитованих лабораторій.</p> <p>СРС до теми 8 Система якості. Вироби та продукція, що випробовується. Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки. Акредитація випробувальних лабораторій. Інспекційний контроль за діяльністю акредитованих лабораторій.</p> <p>Література: [4] с.108-126; [6] с.19-35, [17] с.66-83.</p>	
Розділ 2 Метрологія		
2	<p>Тема 1 Сутність метрологічного забезпечення оцінки відповідності продукції. Завдання та функції метрологічного забезпечення оцінки відповідності продукції. СРС до теми 1 Принципи та методи вимірювань фізичних величин. Література: [1] с.10-23; [2] с.6-14, [3] с.7-19, [4] с.128-134.</p> <p>Тема 2. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), класифікація ЗВТ та їх призначення СРС до теми 2 Показники точності та форми подання результатів вимірювань. Література: [1] с.30-43; [2] с.16-34, [4] с.137-149, [14] с.28-44.</p> <p>Тема 3 Державна метрологічна служба України СРС до теми 3 Закон про метрологію: основні поняття та визначення.</p> <p>Тема 4 Метрологічне забезпечення єдності та точності вимірювань. Державний метрологічний контроль і нагляд. Метрологічна служба підприємства СРС до теми 4 Державна метрологічна служба підприємства (організації). Література: [2] с.48-66; [3] с.56-74, [4] с.166-184, [14] с.68-86.</p> <p>Тема 5 Метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). Методи повірки ЗВТ СРС до теми 5 Метрологічна повірка засобів вимірювальної техніки. Види метрологічних повірок. Організація і порядок проведення метрологічної повірки. Література: [2] с.68-96; [3] с.76-94, [4] с.186-199, [14] с.88-106.</p> <p>Тема 6 Міжнародні організації з метрології. Метрологія в іноземних країнах СРС до теми 6 Метрологічна експертиза технічної документації. Загальні положення та завдання метрологічної експертизи. Організація і порядок проведення метрологічної експертизи. Метрологічна експертиза конструкторської документації. Метрологічна експертиза технологічної документації. Література: [2] с.98-126; [3] с.96-124, [4] с.202-249, [14] с.108-136.</p>	27
Розділ 3. Теорія похибок		
3	<p>Тема 1 Вимірювані фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин СРС до теми 1 Системи фізичних величин та їх одиниць. Показники точності та форми подання результатів вимірювання. Загальні положення та класифікація похибок. Література: [5] с.12-19; [7] с.6-14; [8] с.5-17.</p> <p>Тема 2 Попереднє знайомство з теорією похибок СРС до теми 2 Загальні положення та класифікація похибок. Література: [5] с.21-29; [7] с.16-21; [8] с.25-37.</p>	25

	<p>Тема 3 Основні положення теорії похибок СРС до теми 3 Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох вимірених значень. Література: [5] с.31-57; [7] с.23-54; [8] с.39-68.</p> <p>Тема 4 Похибки в непрямих вимірюваннях СРС до теми 4 Загальні відомості про похибки в непрямих вимірюваннях. Розуміння похибок в непрямих вимірюваннях на прикладах. Принцип арифметичної середини. Література: [5] с.61-77; [7] с.63-85; [8] с.69-88.</p> <p>Тема 5 Статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками СРС до теми 5 Визначення гарантійного інтервалу результатів вимірювань. Підсумовування похибок вимірювань. Похибки прямих рівноточних вимірювань. Обробка і оцінка точності рівноточних вимірювань. Стандартне відхилення середнього на прикладах. Література: [5] с.106-130, [10] с.54-72, [6] с. 88-101.</p> <p>Тема 6 Нормальний розподіл статистичної величини СРС до теми 6 Закон розподілу ймовірностей при багаторазових вимірюваннях. Випадкові величини. Використання елементів теорії ймовірностей до результатів вимірювань. Повторення випробувань – біноміальний розподіл. Література: [5] с.136-155, [3] с.54-72, [10] с. 88-101.</p> <p>Тема 7 Обґрунтування формул розрахунку похибок на базі закону нормального розподілу СРС до теми 7 Квадратична сума похибок і її обґрунтування. Загальний випадок. Визначення середньої квадратичної похибки. Література: [5] с. 148-172; [7] с. 78-95.</p> <p>Тема 8 Розрахунок та обґрунтування довірчого інтервалу СРС до теми 8 Довірчі інтервали. Необхідна кількість вимірювань випадкової величини. Література: [6] с. 123-155; [7] с. 108-123.</p> <p>Тема 9 Проблема відсіювання та об'єднання результатів вимірювань СРС до теми 9 Проблема відсіювання даних з використанням критерію Шовене на прикладах. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань на прикладах. Література: [5] с. 178-192; [13] с. 98-137.</p> <p>Тема 10 Критерій χ^2 для граничних розподілів СРС до теми 10 Коефіцієнт лінійної кореляції. кількісний критерій значимості r. Література: [5] с. 198-222; [7] с. 218-141.</p> <p>Тема 11 Методи оцінювання точності вимірювань на основі поняття невизначеності СРС до теми 11 Порівняльний аналіз двох підходів до визначення характеристик точності вимірювань. Література: [6] с. 168-182.</p>	
Розділ 4 Методи забезпечення точності в дослідженнях складних систем		
4	<p>Тема Система водокористування виробництва паперу та картону – складна технологічна система. Виявлення і аналіз факторів, визначення границь зміни факторів. Література: [16] с.28-52; [17] с. 33-58.</p> <p>Тема Синтез та аналіз з використанням комп'ютерних технологій інформаційних шумостійких планів експерименту . Література: [17] с. 63-75.</p> <p>Тема Розроблення матриці експерименту для дослідження системи водокористування виробництва паперу та картону.</p>	10

	<p><i>Література: [17] с. 83-101.</i> Тема Синтез з використанням комп'ютерних технологій математичних моделей елементів системи водокористування виробництва паперу та картону.</p> <p><i>Література: [17] с.113-121.</i> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою розрахунку рівня забруднення водопотоків системи водокористування мінеральними водорозчинними компонентами.</p> <p><i>Література: [17] с. 121-136.</i> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою розрахунку рівня забруднення водопотоків системи водокористування органічними водорозчинними компонентами.</p> <p><i>Література: [17] с. 139-151.</i> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою вибору раціональної системи водокористування за технологічними критеріями (мінімальний рівень забруднення мінеральними водорозчинними компонентами).</p> <p><i>Література: [17] с. 153-170.</i> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою вибору раціональної системи водокористування за технологічними критеріями (мінімальний рівень забруднення органічними водорозчинними компонентами).</p> <p><i>Література: [17] с.183-201.</i> Тема Використання комп'ютерних технологій з метою вибору раціональної системи водокористування за економічними критеріями.</p>	
5	Підготовка до екзамену	30
	Всього годин	114

Політика та контроль

11. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
- <https://www.coursera.org/learn/research-methods>;
- <https://ru.coursera.org/learn/metodologiya-nauchnyh-issledovanij-kotiki>.

Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань за використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здачі заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

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>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

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>

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. практи.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
3	8,0	240	72	9	45	114	1	–	екзамен

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях лаб.практикумах.

Семестровим контролем є екзамен.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях та лаб. практикумах.

Ваговий бал на практичних заняттях складає по 1 балу; на лабор. практикумах – 5 балів.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях та лаб.практикумах

$= (5 \times 1 \text{ бал}) + (8 \times 5 \text{ балів}) = 45 \text{ балів.}$

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті (або лаб.практикумі) – 1 бал. Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті (або лаб.практикумі) може додаватися як заохочування 1 бал.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює **45**.

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 23 бали.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 16 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 16 = 8$ балів.

За результатами 13 тижнів «ідеальний студент» має набрати 32 бали. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 32 = 16$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали складає $R_E = 55$ балів (55% від R)

Умови допуску до екзамену: стартовий рейтинг не менше 23 балів ($r_c \geq 23$ бали, не менше 50% від R_c).

Критерії екзаменаційного оцінювання

Екзаменаційний білет містить одне теоретичне питання, яке має **ваговий бал – 30**, та одне практичне завдання, яке має **ваговий бал – 25**. Максимальна кількість балів $30 + 25 = 55$ балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30-28 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 23-22 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-16 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичних занять (або лаб.практикумів):

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 23-22 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 19-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 15-13 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за відповіді на питання екзаменаційного білету переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
$RD < 60$	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

12. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Охарактеризувати розвиток системних уявлень та навести їх основні принципи.
2. Охарактеризувати причини, за якими практично неможливо ізолювати систему зворотнього водокористування картонно-паперового виробництва від навколишнього середовища та в якому напрямку мають розвиватися ідеї замкнутого водокористування.
3. Навести та охарактеризувати основні поняття та визначення складної системи.
4. Охарактеризувати, які технологічні проблеми виникають в процесі замикання системи водокористування картонно-паперового виробництва.
5. Навести та охарактеризувати класифікацію складних систем.
6. Охарактеризувати фактори і їх рівні варіювання, що відносяться до волокнистої сировини та визначають процес накопичення водорозчинних мінеральних та органічних речовин в системі зворотнього водокористування.
7. Навести та охарактеризувати сутнісні властивості складних систем.
8. Охарактеризувати фактори і їх рівні варіювання, що відносяться до допоміжних хімічних речовин та визначають процес накопичення водорозчинних мінеральних та органічних речовин в системі зворотнього водокористування.
9. Навести та охарактеризувати структурні особливості складних систем.
10. Охарактеризувати критерії, на основі яких базується побудова максимально інформативних та шумостійких планів експериментальних досліджень.
11. Дати визначення системного аналізу як методології дослідження складних систем, назвати центральну проблему, вказати головний зміст системного аналізу та три етапи, які завжди присутні в дослідженні складних систем.
12. Перерахувати та коротко охарактеризувати реалістичні передумови, на яких базується програмний комплекс, що реалізує максимально інформативний та шумостійкий метод планування експерименту, а також вимоги до методу синтезу інформативних планів.
13. Навести та охарактеризувати кожний із трьох етапів, які присутні в дослідженні складних систем.
14. Охарактеризувати суть методу самоорганізації складних систем для розробки математичних моделей.
15. Охарактеризувати основні задачі, на вирішення яких спрямовані зусилля фахівців в галузі системного аналізу.
16. Перерахувати етапи системи взаємопов'язаних ланцюгів та коротко їх охарактеризувати, які використовуються для вирішення задачі структурної ідентифікації.
17. Охарактеризувати особливості задач системного аналізу.
18. Охарактеризувати принципові переваги методу групового урахування аргументів (МГУА) перед класичним (дворівневим: +1: -1) плануванням експерименту.
19. Перерахувати та коротко охарактеризувати основні процедури алгоритму проведення системного аналізу.
20. Пояснити суть теорії графів та топологічного методу аналізу для побудови структурної моделі складної технологічної системи.
21. Охарактеризувати етап формулювання проблеми – як початковий при визначенні мети (цілей) у системному аналізі.
22. Охарактеризувати поняття елементу технологічної системи виробництва картонно-паперової продукції з точки зору його статичних характеристик.
23. Охарактеризувати визначення (формулювання) мети – як напрямку, у якому слід рухатися, щоб розв'язати існуючу проблему.
24. Охарактеризувати поняття елементу технологічної системи виробництва картонно-паперової продукції з точки зору його динамічних характеристик.

25. Охарактеризувати способи генерування альтернатив досягнення поставленої мети.
26. Охарактеризувати (на прикладі графічних залежностей), як впливає врахування ємностей картонно-паперового виробництва на динаміку і рівень забрудненості водопотоків.
27. Охарактеризувати етап впровадження результатів аналізу – як кінцеву мету зміни існуючої ситуації відповідно до поставлених цілей.
28. Пояснити формулу для визначення часу t виходу технологічної системи на рівноважний стан (з точністю δ_1).
29. Охарактеризувати метод побудови дерева цілей – як центральний, головний метод системного аналізу.
30. Охарактеризувати загальні принципи та вихідні позиції для моделювання складної технологічної системи виробництва картонно-паперової продукції з допомогою засобів обчислювальної техніки.
31. Охарактеризувати поняття моделі і моделювання в теорії складних систем.
32. Охарактеризувати варіанти систем зворотнього водокористування, які можуть бути запропоновані для визначення позитивних аспектів (переваг) кожного із варіантів та виявлення "вузьких" місць у системах водокористування в процесі скорочення питомої витрати свіжої води.
33. Коротко охарактеризувати графічні методи формалізації складних систем.
34. Яку множину критеріїв можливо використати для об'єктивного вибору раціональної системи водокористування картонно-паперового виробництва за допомогою комп'ютера.
35. Обґрунтувати поняття та надати формулу для розрахунку відносної похибки.
36. Обґрунтувати поняття точності вимірювання через відносну похибку.
37. Обґрунтувати використання поняття відносної похибки у формулі розрахунку похибки здобутку результатів вимірювань.
38. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки суми та різниці двох незалежних вимірних величин.
39. Проаналізувати правила розрахунку похибки, які використовуються під час вимірювання незалежних вимірних величин.
40. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки суми та різниці величин, правило похибки добутку і ділення результатів вимірювань, а також правило добутку результату вимірювань на точне число.
41. Обґрунтувати використання правила розрахунку похибки при піднесенні вимірної величини до ступеня.
42. Проаналізувати та надати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань.
43. Обґрунтувати використання загальної формули для розрахунків похибок в непрямих вимірюваннях та методу «крок за кроком».
44. Обґрунтувати суть проблеми об'єднання результатів експерименту та визначитися із формулами розрахунку середнього зваженого.
45. Дати визначення, що таке відмінність між результатами вимірювань, дати оцінку значимості (незначимості) відмінності, базуючись на понятті найкращої оцінки та похибки.
46. Проаналізувати та надати формулу розрахунку стандартного відхилення середнього.
47. Проаналізувати та надати правило розрахунку похибки різниці результатів вимірювань.
48. Проаналізувати і надати формули для розрахунку значення критерія χ^2 .
49. Обґрунтувати суть проблеми об'єднання результатів експерименту та визначитися із формулами розрахунку середнього зваженого.

50. Проаналізувати і надати послідовність формул для розрахунку довірчого інтервалу.
51. Обґрунтувати схему використання критерію Шовене.
52. Обґрунтувати суть проблеми об'єднання результатів експерименту та визначитися із формулами розрахунку середнього зваженого.
53. Проаналізувати та надати формули статистичної обробки результатів вимірювань, а саме: розрахунку середнього значення і стандартного відхилення середнього.
54. Проаналізувати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань.
55. Обґрунтувати схему використання критерію Шовене.
56. Проаналізувати та надати формули і визначити послідовність (алгоритм) використання формул для доказу, чи відповідає нормальному розподілу Гауса певна вибірка спостережень.
57. Проаналізувати і надати формули для розрахунку значення критерія χ^2 .
58. Проаналізувати та надати формули статистичної обробки результатів вимірювань, а саме: розрахунку середнього значення і стандартного відхилення середнього.

Задачі

1. Застосувати формулу розрахунку відносної похибки (у відсотках) для п'яти вимірювань:
- виміряна висота = $5,03 \pm 0,04$ м;
 - вимірний час = $19,5 \pm 1$ с;
 - вимірний заряд = $(-3,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-19}$ Кл;
 - виміряна довжина хвилі = $(0,56 \pm 0,07) \cdot 10^{-6}$ м;
 - вимірний імпульс = $(3,27 \pm 0,04) \cdot 10^3$ г*см/с.
2. Використати поняття точності вимірювання через відносну похибку для випадку, а саме: припустимо, що потрібно виміряти довжину 2 см з точністю 1%. З допомогою дерев'яної лінійки можна провести відлік з точністю до 1мм, а з допомогою мікроскопа – до 0,1 мм. Чи можливо це зробити з допомогою дерев'яної лінійки? З допомогою мікроскопа?
3. Використати формулу розрахунку похибки здобутку результатів вимірювань у випадку, коли вимірюються дві величини **a** і **b** (довжина та ширина паперової смужки для випробування на міцність). Отримуємо: **a**= $11,5 \pm 0,2$ см і **b**= $25,4 \pm 0,2$ см.
Потрібно розрахувати значення площі смужки **S**=**a*****b**, абсолютне та відносне значення похибки в **S**, а також відносне значення похибок вимірних величин ?
4. Використати правило розрахунку похибки суми та різниці двох незалежних вимірних величин у випадку:
Лаборант змішує розчини хімічних реагентів із двох бутлів, попередньо вимірявши окремо маси цих наповнених і потім порожніх бутлів і одержавши в результаті:
 M_1 - маса першого бутля і його вмісту = 540 ± 10 г;
 m_1 = маса першого порожнього бутля = 72 ± 1 г;
 M_2 = маса другого бутля і його вмісту = 940 ± 20 г;
 m_2 = маса другого порожнього бутля = 97 ± 1 г.
Необхідно визначити повну масу хімічних реагентів, розрахувати похибку повної маси та записати кінцевий результат.
5. Використати правила розрахунку похибки, які використовуються під час вимірювання незалежних вимірних величин у випадку:
Спеціаліст отримав наступні результати вимірювань:
 $a=5 \pm 1$ см; $b=18 \pm 2$ см; $c=12 \pm 1$ см; $t=3,0 \pm 0,5$ с; $m=18 \pm 1$ г.
Використовуючи правила похибки суми (різниці) результатів вимірювань та добутку і ділення результатів вимірювань, розрахуйте похибки та відносні похибки (в %):

а) $a+v+c$; б) $a+v-c$; в) $c*t$; г) $4a$; д) $b/2$ (де цифри 4 і 2 не мають похибки), е) $m*b/t$.

6. Скористатися правилами розрахунку: похибки суми та різниці величин, похибки добутку і ділення результатів вимірювань, добутку результату вимірювань на точне число під час розрахунку наступних виразів:

а) $(5\pm 1) + (8\pm 2) - (10\pm 4)$; б) $(5\pm 1) * (8\pm 2)$;

в) $(10\pm 1) / (20\pm 2)$; г) $2\pi * (10\pm 1)$ (цифри π і 2 не мають похибки).

7. Використати правило розрахунку похибки при піднесенні вимірюваної величини до ступеня у випадку, коли експериментатор визначає прискорення вільного падіння g , вимірюючи час t падіння каменю з висоти h (h визначається відомою формулою $h = (\frac{1}{2})g * t^2$).

Після декількох вимірювань часу він знаходить:

$t = 1,6 \pm 0,1$ с і вимірює висоту h як $h = 14,1 \pm 0,1$ м.

8. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадку: кут ϑ виміряли як 125 ± 2 град. Потім це значення використовується для розрахунку $\text{Sin}(\vartheta)$.

Необхідно розрахувати $\text{Sin}(\vartheta)$ та похибку.

9 Використати загальну формулу для розрахунків похибок в непрямих вимірюваннях та методу «крок за кроком» на прикладі розрахунку певної величини $c = a * v$:

$a = 10,0 \pm 0,5$ Н; $v = 15 \pm 1$ см.

10. Експериментатор вимірює густину рідини п'ять разів і отримує результати (в $г/см^3$): 1,8; 2,0; 2,0; 1,9; 1,8.

Що можна сказати про найкращу оцінку і похибку, базуючись на його вимірах?

11. Необхідно точно виміряти площу (S) прямокутного зразка паперу, призначеного для випробування розміром 2,5 см * 5,0 см.

В табл. наведені результати 10-ти вимірювань ширини (l) та довжини (b) зразка.

Вимір. велич.	Виміряні значення
l	24,25; 24,26; 24,22; 24,28; 24,24; 24,25; 24,22; 24,26; 24,23; 24,24.
b	50,36; 50,35; 50,41; 50,37; 50,36; 50,32; 50,39; 50,38; 50,36; 50,38.

Для того, щоб виміряти площу (S) прямокутного зразка паперу, необхідно, відповідно, розрахувати середнє значення обох величин, стандартне відхилення σ_x та стандартне відхилення середнього $\sigma_{\bar{x}}$ з використанням відповідних формул.

12. Розрахувати похибки різниці результатів вимірювань з метою порівняння двох вимірних величин та використати його для випадку:

В експерименті з перевірки закону збереження моменту імпульсу студент отримав для початкового і кінцевого моментів (L і L') значення, що надані в таблиці.

Потрібно додати до таблиці додаткові стовбці для різниці ($L - L'$) і похибки і перевірити, чи узгоджуються результати студента із законом збереження моменту імпульсу?

Початковий (L)	Кінцевий L'
$3,0 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,6$
$7,4 \pm 0,5$	$8,0 \pm 1,0$
$14,3 \pm 1,0$	$16,5 \pm 1,0$
25 ± 2	24 ± 2
32 ± 2	31 ± 2
37 ± 2	41 ± 2

13. Визначити (з заповненнями вільних граф в таблиці), чи відповідає нормальному розподілу Гауса вибірка спостережень за ростом 200 аборигенів на деякому острові, що наведені у таблиці:

Номер біна	Ріст в біні	Число спостережень O_k в біні	Очікуване число E_k	$P_k, \%$
1	менше $X-1,5\sigma$	14		
2	між $X-1,5\sigma$ і $X-\sigma$	29		
3	між $X-\sigma$ і $X-0,5\sigma$	30		
4	між $X-0,5\sigma$ і X	27		
5	між X і $X+0,5\sigma$	28		
6	між $X+0,5\sigma$ і $X+\sigma$	31		
7	між $X+\sigma$ і $X+1,5\sigma$	28		
8	більше $X+1,5\sigma$	13		

14. Розрахувати довірчий інтервал у випадку, коли експериментатор багатократно вимірює величину g , прискорення вільного падіння, і отримує результат $9,5 \text{ м/с}^2$ та стандартне відхилення, що дорівнює $0,1$.

Якщо вважати, що результати його вимірювань розподілені нормально з центром, рівним прийнятому значенню $9,8 \text{ м/с}^2$ та шириною $0,1$, то яка ймовірність отримання результату, який вирізняється від $9,8 \text{ м/с}^2$ так же (або більше), як результат експериментатора?

Приймаючи, що експериментатор фактично не зробив помилок, чи можна сказати, що, ймовірно, його експеримент підпав під вплив деяких невиявлених систематичних похибок?

15. Два вимірювання руйнівного зусилля P дають результати: 334 ± 1 і 336 ± 2 .

Чи можна вважати ці два результати несуперечливими?

Якщо так, то потрібно розрахувати найкращу оцінку показника P і його похибку.

16. Визначитися, чи потрібно відкидати сумнівний результат вимірювання у випадку:

Спеціаліст проводить вимірювання товщини картону N десять разів і отримує результати (у мм):

0,86; 0,83; 0,87; 0,84; 0,82; **0,95**; 0,83; 0,85; 0,89; 0,88.

а) Потрібно розрахувати середнє значення \bar{N} і стандартне відхилення σ_N цих результатів.

б) Якщо спеціаліст вирішить використати критерій Шовене, то чи повинен він відкинути результат **0,95** мм? Потрібно аргументувати поступок.

17. Використати формули розрахунку середнього значення і стандартного відхилення середнього для випадку:

Спеціаліст проводить вимірювання величини x п'ять раз і отримує результати: 5, 7, 9, 7, 8.

Необхідно розрахувати \bar{x} та стандартне відхилення σ_x . Порівняти два варіанти (з N і $N-1$) під час розрахунку σ_x .

18. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань: кут ϑ виміряли як $\theta = 20 \pm 3$ град. Потім це значення використовується для розрахунку $\text{Cos } \theta$.

Необхідно розрахувати $\text{Cos } \theta$ та похибку.

19. Визначитися, чи потрібно відкидати сумнівний результат вимірювання у випадку:

Спеціаліст проводить 14 вимірювань періоду коливаний генератора і отримує результати (в долях секунди): 7, 3, 9, 3, 6, 9, 8, 7, 8, **12**, 5, 9, 9, 3

Відчуваючи, що результат (**12**) завеликий, спеціаліст вирішує використати критерій Шовене. Чи відкине він цей результат? Скільки результатів, таким же чином відмінних від середнього, як **12**, йому слід очікувати?

20. Використати формулу оцінювання похибки за використання задовільної функції однієї змінної у випадках непрямих вимірювань: кут ϑ виміряли як $\theta = 20 \pm 3$ град. Потім це значення використовується для розрахунку $\text{Cos} \theta$.

Необхідно розрахувати $\text{Cos} \theta$ та похибку.

21. Визначити значення критерію χ^2 для вибірки із 40 вимірювань x_1, x_2, \dots, x_{40} довжини траєкторії x кулі, що вилітає із деякої рушниці (результати наведені в таблиці).

731	772	771	681	722	688	653	757	733	742
739	780	709	679	760	748	672	687	766	645
678	748	689	810	805	778	764	753	709	675
698	770	754	830	725	710	738	638	787	712

22. Виконати розрахунок середнього значення та стандартного відхилення результатів десяти вимірювань одного із показників, що характеризує якість паперу (наприклад, гладкість паперу): **86, 85, 84, 89, 86, 88, 88, 85, 83, 85**.

23. Розрахувати довірчий інтервал у випадку, коли експериментатор хоче перевірити закон збереження енергії для певної ядерної реакції. З цією метою він проводить експеримент і отримує результати початкової та кінцевої енергії, відповідно, $E_p = 75 \pm 3$ MeV і $E_k = 60 \pm 9$ MeV, де в якості похибок наведені стандартні відхилення результатів.

Чи є ця різниця значимою (на 5%-му рівні)? Необхідно аргументовано дати відповідь на запитання.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., Плосконосом В.Г.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 13 від 23.06.2021)