

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан інженерно-хімічного факультету
(назва інституту/факультету)

_____ Панов Є.М. _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2017 р.

ВИМІРЮВАННЯ та ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПОХИБОК
(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

освітній ступінь _____ магістр _____
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму _____ - _____
(шифр і назва)

спеціальності _____ 161 "Хімічні технології та інженерія" _____
(шифр і назва)

спеціалізації _____ "Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини" _____
(назва)

форми навчання _____ денна _____
(денна/заочна)

(шифр за ОПП _____)

Ухвалено методичною комісією
інженерно-хімічного факультету
(назва інституту/факультету)

Протокол від 18.05.2017 р. № 9

Голова методичної комісії
_____ Д.Е. Сідоров _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2017 р.

Київ 2017

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

к.т.н., доцент кафедри Е та ТРП Пласконос Віктор Григорович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри Екології та технології рослинних полімерів
(повна назва кафедри)

Протокол від «18» травня 2017 року № 10

Завідувач кафедри

(підпис)

Гомеля М.Д.
(ініціали, прізвище)

« » _____ 2017 р.

Вступ

Програму навчальної дисципліни **ВИМІРЮВАННЯ та ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПОХИБОК**

(назва навчальної дисципліни)

складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів спеціальності **161 Хімічні технології та інженерія** спеціалізації

"Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини".

(код і назва спеціальності (спеціалізації))

Навчальна дисципліна належить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки.

Предмет навчальної дисципліни – фізичні величини та їх вимірювання, засоби вимірювання фізичних величин, нормальний закон розподілу випадкових величин, розрахунок похибок під час непрямих вимірювань фізичних величин, довірчий інтервал похибок, розроблення типової методики вимірювань та розрахунку похибок.

Дисципліна «Вимірювання та основи теорії похибок» вивчається студентами спеціальності **161** у 2 семестрі.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Вимірювання та основи теорії похибок» передують навчальні дисципліни, такі як: "Технологія паперу та картону", "Спеціальні методи досліджень переробки рослинної сировини-1" і базується на їх основі. Навчальна дисципліна «Вимірювання та основи теорії похибок» забезпечує дисципліни: «Комп'ютерні технології в науковій та інженерній діяльності в переробці рослинної сировини».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Мета кредитного модуля.

Метою кредитного модуля є формування у студентів **здатностей**:

- використовуючи наукові теорії похибок, обрати умови проведення експериментальних досліджень в лабораторії (виробництві) з мінімально можливими похибками;
- використовуючи теоретичні основи теорії похибок та статистичної обробки результатів вимірювань під час дослідження складного об'єкта з предметної галузі технології переробки волокнистих напівфабрикатів, вміти обґрунтувати формули розрахунку похибок на базі нормального закону розподілу випадкових величин;
- використовуючи лабораторне (промислове) обладнання та методики виконання експериментальних досліджень, провести статистичний аналіз багаторазових вимірювань з випадковими похибками;
- використовуючи теоретичні основи нормального закону розподілу випадкових величин та відповідного математичного апарату теорії похибок,

обґрунтувати довірчий інтервал процесів, що досліджуються в умовах лабораторії або під час виробництва, і зробити відповідні висновки;

- використовуючи знання, набуті в процесі вивчення основ стандартизації та оцінки відповідності продукції, розробити технологічний регламент (технічні умови ТУ У) процесу виготовлення паперу та картону.

1.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- базові уявлення про основні принципи і методи вимірювання фізичних величин, засоби вимірювальної техніки;

- основні положення теорії похибок та використанням їх в процесі проведення експериментальних досліджень;

- принципи та закономірності статистичного аналізу багаторазових вимірювань з випадковими похибками хіміко-технологічних процесів та аналізом впливу отриманих результатів на показники якості і властивості продукції;

- основи і принципи нормального розподілу випадкових величин;

- базові уявлення про основні етапи розробки державного стандарту України (ДСТУ), технологічного регламенту виготовлення паперу та картону, технічних умов (ТУ У) та оцінки відповідності продукції.

уміння:

- на основі базових положень теорії похибок, обрати умови проведення експериментальних досліджень в лабораторії (виробництві) з мінімально можливими похибками;

- вміти використовувати сучасні досягнення в галузі теорії похибок з метою проведення експериментальних досліджень з мінімальними похибками;

- користуватись теоретичними положеннями нормального закону розподілу випадкових величин та відповідним математичним апаратом теорії похибок для обґрунтування довірчого інтервалу процесів, що досліджуються в умовах лабораторії або під час виробництва, та розрахунку оптимальних умов технології виробництва целюлозно-паперової продукції;

- використовуючи технологічний регламент, засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) та принципи оцінки відповідності продукції, контролювати хід технологічного процесу з метою забезпечення нормативної якості продукції;

досвід:

- використання професійно профільованих знань в галузі торії похибок в процесі проведення експериментальних досліджень та моделювання процесів перероблення рослинної сировини під час виконання наукової роботи;

- управління існуючими технологічними процесами виробництва паперу та картону і удосконалення цих процесів з метою забезпечення вимог оцінки відповідності продукції;

- створення нових більш ефективних, екологічно чистих виробництв, які дозволяють раціонально використовувати дефіцитні волокнисті напівфабрикати, воду, допоміжні хімічні матеріали.

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин/ 6,0 кредитів ECTS.

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні заняття (семінарські)	Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)	СРС	
Денна	Всього	4,5	135	18	36	-	81	
	1	4,5	135	18	36	-	81	екзамен
Заочне	Всього	4,5	135	12	6	-	117	
	1	4,5	135	12	6	-	117	екзамен

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно komponується за розділами та темами.

Розділ 1. Фізичні величини та похибки під час їх вимірювання

Тема 1 Фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин

Фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), їх класифікація, повірка та їх калібрування. 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 визначенні похибок. Відмінність між результатами вимірювань. Порівняння двох значень: виміряного і теоретично відомого. Порівняння двох вимірених значень. Відносні похибки. Значущі цифри у відносних похибках. Множення двох вимірених значень.

Тема 4 Похибки в непрямих вимірюваннях

Похибки суми та різниці вимірених величин. Похибки при множенні та діленні вимірених величин. Похибки при множенні виміреної величини на точне число. Похибки при піднесенні виміреної величини до ступеня. Незалежні похибки при обчисленні суми вимірених величин. Узагальнюючі формули розрахунку суми, різниці, добутку і частки вимірених 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.

Розділ 2 Методи статистичного аналізу випадкових похибок

Тема 1 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.

Розділ 3. Обґрунтування та перевірка закону розподілу випадкових величин

Тема 1 Нормальний розподіл статистичної величини

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

Тема 2 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 3 Розрахунок та обґрунтування довірчого інтервалу

Розрахунок та обґрунтування довірчого інтервалу.

Тема 4 Проблема відсіювання та об'єднання результатів

вимірювань

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

Тема 5 Критерій χ^2 для граничних розподілів

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

Розділ 4. Точність вимірювань на базі невизначеності

Тема 1 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.

4. Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять

Мета практичних занять з модуля полягає у поглибленні теоретичних знань і набутті практичних навичок у визначенні похибок при виконанні наукових досліджень в експериментальних лабораторіях.

Студенти в рамках практичних занять, теми яких наведено нижче, вирішують задачі та виконують розрахунки похибок при проведенні індивідуальних або комплексних наукових досліджень.

Практичне заняття 1.

Фізичні величини. Принципи і методи вимірювань фізичних величин. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), їх класифікація, повірка та їх калібрування. Основні поняття теорії ймовірностей та статистики. Вияснення причин виникнення похибок.

Практичне заняття 2.

Основні положення теорії похибок. Вирішення задач з метою загальної оцінки похибок у випадку багаторазових вимірювань. Відносні похибки та значущі цифри.

Практичне заняття 3.

Похибки при непрямих вимірюваннях. Визначення похибок при використанні результатів вимірювань в операціях суми, різниці, множення та ділення.

Практичне заняття 4.

Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок середнього та стандартного відхилення.

Практичне заняття 5.

Статистичний аналіз випадкових похибок. Розрахунок стандартного відхилення середнього. Систематичні похибки.

Практичне заняття 6.

Закон нормального розподілу випадкової величини. Обґрунтування формул на базі закону нормального розподілу. Вирішення задач.

Практичне заняття 7.

Вирішення задач на відсіювання та об'єднання результатів вимірювання.

Практичне заняття 8.

Критерій χ^2 для граничних розподілів. Визначення закону розподілу для випадкових величин.

Практичне заняття 9.

Приклад розрахунку загальної похибки при розробки методики вимірювання концентрації каолінової суспензії.

5. Рекомендований перелік комп'ютерних практикумів

Згідно навчального плану комп'ютерних практикумів не передбачено.

6. Рекомендовані індивідуальні завдання

Студентам стаціонарної форми навчання пропонується виконати домашню контрольну роботу (ДКР), яка призначена для поглиблення знань з даного курсу. Домашня контрольна робота оформлюється у відповідності з вимогами Державного стандарту України ДСТУ 3008-95. В домашній контрольній роботі студенти мають відобразити свою роботу з обґрунтування природи похибки, а також розробити формули, у відповідності з якими будуть проводитися розрахунки загальної похибки під час виконання певних етапів індивідуальної науково-дослідної роботи, а саме:

- розроблення методики досліджень;
- результати обґрунтування складових загальної похибки;
- характеристика вихідного матеріалу та кінцевого продукту;
- наведення результатів досліджень;
- математична обробка експериментальних даних;
- виведення загальної формули та розрахунок похибки;

- висновки та рекомендації.

7. Рекомендована література

7.1 Базова

1. Боженко Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація. – Львів: Афіша, 2006. - 324 с.
1. Маркин Н.С. Основы теории обработки результатов измерений. – М.: Изд-во.стандартов, 1991. - 176 с.
2. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 272 с.
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей и результатов измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 247 с.
4. Мудров В.И., Кушко В.Л. Методы обработки измерений. – М.: Радио и связь, - 1983. -223 с.
5. Сб.задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций. Под ред.А.А.Свешникова. М.:, Наука, Гл.редакция физ.-матем. лит-ры, - 1970, - 656 с.
6. РМГ 43-2001 Государственная система по обеспечению единства измерений. Применение "Руководства по выражению неопределенности измерений".
7. Долинский Е.Ф. Обработка результатов измерений. – М.: Изд-во.стандартов, 1991. - 191 с.
8. Методические указания к лабораторным работам и контрольные задания по дисциплине «Технология бумаги и картона» / Сост.: Н.С. Астратов, С.Ф. Примаков. - К.: КПИ, 1993. - 84 с.
9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з хімії рослинної сировини і целюлози / Укл. Барбаш В.А., Антоненко Л.П., Дейкун І.М. - К.: НТУУ „КПІ”, 2003.-70с.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт і контрольних завдань з дисципліни "Технологія целюлози" / Укл. Примаков С.П., Антоненко Л.П., Барабаш В.А., Дейкун І.М., Черьопкіна Р.І. - К.: НУТУ "КПІ", 2003.-71.

7.2 Допоміжна

11. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971. - 176 с.
12. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність, № 1765, м. Київ, 15 червня 2004 р.
13. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. - М.: Наука, 1985. -159 с.
14. 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.
15. ДСТУ 3651.2-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин. Міжнародні системи величин. Основні положення, назви та позначення.
16. Примаков СП., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. К.: ЕКМО, 2002.-396 с.
17. Національна Стратегічна програма розвитку целюлозно-паперової промисловості України до 2020 року, 2006 р.

8. Засоби діагностики успішності навчання

Засобом діагностики успішності навчання є виконання студентами модульних контрольних робіт з метою закріплення теоретичного матеріалу поданого на лекціях та під час виконання практичних робіт.

Модульна контрольна робота поділяється на дві роботи (МКР-1 і МКР-2) і виконуються в тестовій системі. Кожна робота (МКР-1 і МКР-2) включає по 10 питань, кожне з яких оцінюється в 1,0 бала.

Приблизний перелік питань, що виносяться на модульні контрольні роботи, додається до робочої навчальної програми (Додаток 1).

9. Методичні рекомендації

Лекційні та практичні заняття проводяться у навчальних групах чисельністю 16-25 студентів.

Дисципліна вивчається шляхом аудиторного прослуховування лекцій, повторення пройденого матеріалу в аудиторні години, детального вивчення пройденого матеріалу в домашніх умовах, уточнення окремих моментів на практичних заняттях, самостійного вивчення окремих тем.

Для забезпечення студентів методичною літературою розроблено курс лекцій, розроблено методичні вказівки до виконання практичних занять, виконання самостійної роботи з курсу, які рекомендовані Вченою Радою ІХФ.

Пропонується впровадження рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з дисципліни.