



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та  
обчислювальної техніки

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О.А. Лагоднюк

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**04-03-87**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
Program of the Discipline

**«Планування наукового експерименту в електроенергетиці»**

**SCIENTIFIC EXPERIMENT DESIGN IN ELECTRICAL  
POWER ENGINEERING**

спеціальність  
speciality

141 - Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

141 - Electrical power engineering,  
electrotechnics and electromechanics

спеціалізація  
specialization

Рівне – 2018



Робоча програма з дисципліни «Планування наукового експерименту в електроенергетиці» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Рівне: НУВГП, 2018. – 12с.

Розробник: Василюк С.В., докт. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол від 04 вересня 2018 р. № 1.

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Древецький В.В.

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Протокол від 04 вересня 2018 р. № 1.

Голова науково-методичної комісії

д.т.н., доц. Василюк С.В.



## ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Планування наукового експерименту в електроенергетиці» розроблена на підставі освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (затверджена вченою радою НУВГП 29.06.2017р., пр. №6), тимчасового стандарту вищої освіти (затверджений вченою радою НУВГП 13.12.2016р., пр. №11) та навчального плану підготовки фахівців за другим (магістерським) рівнем вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (затверджений вченою радою НУВГП 29.06.2017р., пр. №6). Дисципліна «Планування наукового експерименту в електроенергетиці» є основою для оволодіння компетентностями з дисциплін «Електромеханічні системи привода», «Електропостачання промислових і цивільних об'єктів», проходження науково-дослідної практики, написання кваліфікаційної магістерської роботи.

### Анотація

В результаті вивчення дисципліни «Планування наукового експерименту в електроенергетиці» здобувачі вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» мають оволодіти наступними компетентностями: здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання; здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу, синтезу та інших методів.

**Ключові слова:** промислова мережа, інтерфейс, шлюз, концентратор, обмін даними.

### Abstract

Graduates of specialty 141 "Electrical power engineering, electrotechnics and electromechanics", as a result of discipline "Scientific experiment design in electrical power engineering" studying, must master the following competencies: the ability to identify the scientific essence of problems in the professional sphere, to find adequate ways to solve them; the ability to investigate problems using system analysis, synthesis and other methods.

**Key words:** industrial network, interface, gateway, hub, data exchange.



## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 14 - Електрична інженерія	Нормативна	
Модулів - 1	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:	
Змістовних модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: _____	Спеціалізація _____	Семестр	
Загальна кількість годин - 120		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 2,8  самостійної роботи студента – 5,2	Рівень вищої освіти: магістр	Лекції	
		26 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		16 год	6 год
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		78 год.	112 год.
		Індивідуальне завдання:	
Вид контролю:			
зал.	зал.		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 35% до 65%

для заочної форми навчання – 7% до 93%



## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** навчальної дисципліни є оволодіння навичками планування наукового експерименту та оброблення результатів.

**Завдання:**

- вивчити підходи до статистичного планування експерименту;
- вміти формувати матриці для повних та дробових факторних експериментів;
- засвоїти статистичні методи оброблення експериментальних даних, побудови регресійних кривих.

В результаті вивчення даного курсу **студент повинен:**

**знати:**

- особливості повних та дробових факторних експериментів;
- порядок організації наукового експерименту;
- характеристики систем автоматизації експериментальних досліджень.

**вміти:**

- використовувати методи планування при постановці експерименту;
- вміти користуватися апаратними засобами автоматизації експериментальних досліджень;
- використовувати знання й практичні навички для підвищення ефективності експериментальних досліджень.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1 – Повний та дробовий факторні експерименти

**Тема 1. Загальні відомості щодо наукового експерименту та його планування. Фактори та функція цілі.**

Визначення наукового експерименту. Види експериментів. Найбільш цікаві експерименти в історії науки. Визначення планування експерименту. Фактори, рівні факторів, вимоги до факторів. Функція цілі (параметр оптимізації). Вимоги до параметру оптимізації.

**Тема 2. Статистичне планування експерименту. Реплікація та рандомізація дослідів. Загальна схема проведення експерименту.**

Визначення статистичного планування експерименту. Реплікація. Рандомізація проведення дослідів. Загальна схема проведення експерименту.

**Тема 3. Факторні експерименти: повний та дробовий**

Інтервал зміни фактору. Рівні факторів (чисельні або якісні). Повний факторний експеримент типу  $2^k$ , матриця планування. Геометрична інтерпретація повного факторного експерименту типу  $2^k$ . Методи формування матриці планування. Властивості повного факторного експерименту типу  $2^k$ . Метод Йетса розрахунку коефіцієнтів регресії повного факторного експеримента. Дробовий факторний експеримент. Репліка.



#### **Тема 4. Статистичні гіпотези.**

Визначення статистичної гіпотези. Параметрична та непараметрична гіпотеза. Перевірка статистичної гіпотези. Нульова та альтернативна гіпотези. Статистичний критерій, види. Стохастика. Області прийняття гіпотез при односторонніх та двосторонніх критеріях. Помилки першого та другого родів. Критерій згоди Колмогорова-Смирнова. Критерій Фішера. Критерій Кохрена. Критерій Ст'юдента.

#### **Тема 5. Метод найменших квадратів. Регресійний аналіз. Перевірка адекватності моделі та значущості коефіцієнтів.**

Метод найменших квадратів для лінійної моделі, формули для розрахунку коефіцієнтів регресії. Постулати регресійного аналізу. Визначення ступіня щільності зв'язку між досліджуваними змінними. Обчислення вибіркового значення коефіцієнта лінійної кореляції. Оцінка значущості обрхованої величини вибіркового коефіцієнта лінійної кореляції. Вибіркове значення кореляційного відношення, перевірка його значущості. Визначення характеру залежності між досліджуваними змінними. Розрахунок параметрів лінії регресії за методом найменших квадратів. Побудова довірчих інтервалів регресійної залежності.

### **Змістовий модуль 2 – Автоматизація експериментальних досліджень**

#### **Тема 6. Загальні відомості щодо автоматизації експериментальних досліджень. Принципи побудови та структура автоматизованих систем експериментальних досліджень.**

Автоматизація експерименту. Загальні принципи побудови та вимоги до автоматизованих систем експериментальних досліджень. Структура автоматизованої системи експериментальних досліджень. Апаратне та програмне забезпечення експериментальних досліджень.

#### **Тема 7. Сучасні апаратні та програмні засоби для проведення експериментальних досліджень.**

Зовнішні АЦП. Програмовані логічні контролери. Плати збору даних. Операційні системи реального часу.

#### **Тема 8. Автоматизовані системи експериментальних досліджень реального масштабу часу**

Комплекс АСTest: призначення, функції, характеристики, склад, апаратна частина. Автоматизація експериментальних досліджень динаміки імпульсних систем перетворення енергії.



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	Денна форма					Заочна форма								
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі						
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср		
<b>Зм. модуль 1 - Повний та дробний факторні експерименти</b>														
Тема 1. Загальні відомості щодо наукового експерименту та його планування. Фактори та функція цілі.	11	2				9	18	2	2					14
Тема 2. Статистичне планування експерименту. Реплікація та рандомізація дослідів. Загальна схема проведення експерименту.	16	4	2			10	19		4					15
Тема 3. Факторні експерименти: повний та дробний	13	2	2			9	14							14
Тема 4. Статистичні гіпотези	18	4	4			10	14							14
Тема 5. Метод найменших квадратів. Регресійний аналіз. Перевірка адекватності моделі та значущості коефіцієнтів.	18	4	4			10	14							14
Разом за зм. модулем 1	<b>76</b>	16	12			48	<b>79</b>	2	6					71
<b>Зм. модуль 2 – Автоматизація експериментальних досліджень</b>														
Тема 6. Загальні відомості щодо автоматизації експериментальних досліджень. Принципи побудови та структура автоматизованих систем експериментальних досліджень.	12	2				10	14							14
Тема 7. Сучасні апаратні та програмні засоби для проведення експериментальних досліджень.	18	4	4			10	14							14
Тема 8. Автоматизовані системи експериментальних досліджень реального масштабу часу	14	4				10	13							13
Разом за зм. модулем 2	<b>44</b>	10	4			30	<b>41</b>							41
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	26	16			78	<b>120</b>	2	6					112



## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вибір факторів та функції цілі для повного факторного експерименту. Стандартизація масштабу факторів	2	2
2	Формування матриці планування повного факторного експерименту	2	4
3	Постановка повного факторного експерименту	4	
4	Статистична обробка результатів експерименту	4	
5	Аналіз результатів повного факторного експерименту, формулювання висновків та рекомендацій.	4	
	<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>6</b>

## 6. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

36 годин – опрацювання лекційного матеріалу, в тому числі:

26 годин – опрацювання матеріалу, що викладався на лекціях;

10 годин – опрацювання окремих питань, які не викладалися на лекціях;

16 годин – підготовка до практичних занять;

26 годин – підготовка до модульних контрольних робіт.

### 6.1 Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>Матеріал, що викладався на лекціях</b>			
1	Загальні відомості щодо наукового експерименту та його планування. Фактори та функція цілі.	2	4
2	Статистичне планування експерименту. Реплікація та рандомізація дослідів. Загальна схема проведення експерименту.	4	8
3	Факторні експерименти: повний та дробовий	2	4
4	Статистичні гіпотези	4	8
5	Метод найменших квадратів. Регресійний аналіз. Перевірка	4	8





	адекватності моделі та значущості коефіцієнтів.		
6	Загальні відомості щодо автоматизації експериментальних досліджень. Принципи побудови та структура автоматизованих систем експериментальних досліджень.	2	4
7	Сучасні апаратні та програмні засоби для проведення експериментальних досліджень.	4	8
8	Автоматизовані системи експериментальних досліджень реального масштабу часу	4	8
	<b>Разом</b>	<b>26</b>	<b>52</b>
<b>Питання, які не викладалися на лекціях</b>			
1	Нормування неоднорідних дисперсій.	5	10
2	Багатофакторні експерименти з обмеженнями на рандомізацію	5	10
	<b>Разом</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

### 7. Методи навчання

Лекції читаються з використанням мультимедійних проекторів для демонстрації різноманітних схем, графіків діаграм, формул, технічних характеристик пристроїв, схем їх ввімкнення тощо. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.

Лабораторні роботи виконуються з використанням програмних пакетів Mathcad, MATLAB.

### 8. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- оцінювання за виконання лабораторних робіт;
- опитування при захисті лабораторних робіт;
- оцінювання при поточному контролі;
- підсумковий екзамен.

Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання.

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;



- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях, ІНДЗ, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

0% - завдання не виконано;

40% - завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% - завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% - завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% - завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Розподіл балів по темам для стаціонару:

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Зм. модуль 1				Зм. модуль 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
12	12	12	12	14	12	14	12	100

T1, ..., T8 - теми змістових модулів

Розподіл балів, що присвоюються студентам за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кількість балів за одне заняття (один звіт з л.р.)	Кількість занять (звітів з л.р.)	Сума балів	Разом за формами навч. діяльності
Лекції	Відвідування	1,5	13	19,5	19,5
Практичні заняття	Робота під час занять	2,6	8	20,5	20,5
Поточний контроль №1					30
Поточний контроль №2					30
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, доповідь на конференції, стаття, участь в олімпіаді					до 10
<b>Всього за курс</b>					<b>100</b>



### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для заліку
90-100	зараховано
82-89	
74-81	
64-73	
60-63	
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 10. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Планування наукового експерименту в електроенергетиці», розміщені в університетській комп'ютерній мережі.

### 11. Рекомендована література

#### Базова

1. Колесников О.В. Основи наукових досліджень. 2-ге вид. випр. та доп. Навчальний посібник – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 144 с.
2. Статюха Г.О. Вступ до планування оптимального експерименту: Навч. посібн. / Г.О. Статюха Г.О., Д.М. Складанний, О.С. Бонаренко – К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. – 117 с.
3. Організація наукових досліджень: навчальний посібник / В.М. Кислий. - Суми: Університетська книга, 2011. - 224 с.  
Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. Навч. посібник. - Львів: Видав. ДУ «ЛП», 2000. - 205 с.
4. Планування і обробка даних наукового експерименту: Конспект лекцій / В.В. Полтавець. — Донецьк: ДВНЗ ДонНТУ, 2008. - 52 с.
5. Методологія наукових досліджень технологічних процесів / П.Білей, М.Адамовський, Я. Ханік, Н. Довга, Л. Сорока. - Львів: Видав. НУ «Львівська політехніка», 2003. — 352 с.
6. Стеченко Д.М., Чмир О.С. Методологія наукових досліджень. Підручник. — К.: Знання (Вища освіта XXI століття), 2005. - 309 с.

#### Допоміжна

1. Пинчук П.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем: Учебное пособие. – Днепропетровск: «Дива», 2008. – 248с.



2. Славутский Л.А. Основы регистрации данных и планирования эксперимента: Учебное пособие. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2006. - 200 с.
3. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
4. Санников Р.Х. Теория подобия и моделирования. Планирование инженерного эксперимента. Учебное пособие. – Уфа, 2010. – 271с.

## 12. Інформаційні ресурси

The Experimental Design Assistant (Онлайн-асистент планування експерименту). – Режим доступу: <https://www.nc3rs.org.uk/experimental-design-assistant-eda>

- 2 Design of experiments / PTC Mathcad help (Онлайн-довідка з планування експерименту в системі Mathcad). – Режим доступу: [http://support.ptc.com/help/mathcad/en/PTC\\_Mathcad\\_Help/about\\_design\\_of\\_experiments.html#wwconnect\\_header](http://support.ptc.com/help/mathcad/en/PTC_Mathcad_Help/about_design_of_experiments.html#wwconnect_header)

- 3 Мультидисциплінарний рецензований науковий журнал «Електротехніка і Електромеханіка». – Режим доступу: <http://eie.khpi.edu.ua/>

