

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет пожежної безпеки

Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Математичне моделювання та оптимізація систем безпеки»**

вибіркова

(обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)

за освітньою (освітньо-професійною, освітньо-науковою) програмою

«Аудит пожежної та техногенної безпеки»

(назва освітньої програми)

підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

(найменування освітнього ступеня)

у галузі знань 26 «Цивільна безпека»

(код та найменування галузі знань)

за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

(код та найменування спеціальності)

очна (денна) форма навчання

Рекомендовано кафедрою автоматичних систем безпеки та

(назва кафедри)

інформаційних технологій на 2023- 2024 навчальний рік.

Протокол від «30» серпня 2023 року № 1

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни

«Математичне моделювання та оптимізація систем безпеки»

(назва навчальної дисципліни)

2023 рік

Анотація дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація систем безпеки» сприяють розвитку професійного мислення в здобувачів вищої освіти. Отриманні знання застосовують для оцінювання існуючих автоматичних систем протипожежного захисту, які відносяться до систем безпеки. Вони допомагають оцінити результати дослідження, підвищують надійність висновків, дають підстави для теоретичних узагальнень.

Даний курс передбачає теоретичне і практичне оволодіння побудовою математичних моделей та способами їх застосування з метою використання цих результатів для правильного проектування таких систем та прогнозування роботи їх у різних початкових умовах виникнення пожежі. Знання отримані під час вивчення навчальної дисципліни сприяють розвитку спроможності проводити аудит та перевірку систем автоматичного протипожежного захисту на відповідність вимогам чинних нормативних документів.

Відмінною особливістю даного курсу є те, що всі розглянуті алгоритми розрахунків систем безпеки, їх оптимізації за різними критеріями, застосовані на методиках, які розроблені колективом кафедри, і суттєво відрізняються від класичних підходів.

#### Інформація про науково-педагогічного працівника

Загальна інформація	Стрілець Віктор Маркович, старший викладач кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій факультету пожежної безпеки, доктор технічних наук, професор.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Чернишевська, 94, кабінет № 325. Робочий номер телефону – 707-34-16.
E-mail	vstrelec1956@ukr.net
Наукові інтереси	<ul style="list-style-type: none"> <li>– математичне моделювання системи безпеки як ерготехнічної системи «персонал – технічні засоби – навколишнє середовище»;</li> <li>– дослідження діяльності особового складу оперативно-рятувальної служби;</li> <li>– організація та планування експериментальних досліджень процесу функціонування систем безпеки в екстремальних умовах</li> </ul>
Професійні здібності	<ul style="list-style-type: none"> <li>– професійні знання та практичний досвід з дослідження та моделювання процесу функціонування систем безпеки;</li> <li>– науково-практичний досвід експертизи новітніх розробок у галузі автоматичних систем протипожежного захисту</li> </ul>
Наукова діяльність за освітнім компонентом	<ul style="list-style-type: none"> <li>– керівник та відповідальний виконавець 20 НДР у галузі пожежної безпеки та цивільного захисту;</li> <li>– доктор технічних наук за спеціальністю ЦЗ;</li> <li>– керівник 5 захищених кандидатських дисертацій за спеціальностями пожежна безпека, ергономіка, цивільний захист.</li> </ul>

Час та місце проведення занять з навчальної дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Практичні заняття проводяться у тому числі з використанням спеціалізованого обладнання відповідно до тем на базі кафедри, а також Науково-дослідного експериментально-випробувального центру «БрандТРЕЙД». Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру щочетверга з 15.00 до 16.00 в кабінеті № 325. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

**Мета** вивчення дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація систем безпеки»: набуття здобувачами вищої освіти знань та практичних навичок, що необхідні для розв'язання задач, пов'язаних з моделюванням та оптимізацією роботи систем безпеки, з урахуванням вимог технічних регламентів, національних та міжнародних стандартів.

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти очна (денна)
<b>Статус дисципліни</b>	вибіркова
<b>Рік підготовки</b>	2023-2024
<b>Семестр</b>	3
<b>Обсяг дисципліни:</b>	
- в кредитах ЄКТС	3
- кількість модулів	2
- загальна кількість годин	90
- лекції (годин)	14
- практичні заняття (годин)	28
- семінарські заняття (годин)	
- лабораторні заняття (годин)	
- курсова робота (годин)	
- інші види занять (годин)	
- самостійна робота (годин)	48
- індивідуальні завдання (годин)	
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	диференційний залік

## Передумови для вивчення дисципліни

Найбільш успішне опанування дисципліни базується на знаннях, що отримані при вивченні дисциплін Основи вищої математики та математичної статистики, Вступ до спеціальності.

## Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Пожежна безпека»

вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

Програмні результати навчання	
Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки для розв'язання наукових і прикладних задач у сфері пожежної безпеки.	ПРН01.
Оцінювати стан забезпечення пожежної безпеки об'єктів, будівель та споруд, відповідність інженерних систем та систем активного та пасивного протипожежного захисту вимогам пожежної безпеки, створювати моделі нових систем.	ПРН12.
Дисциплінарні результати навчання	
Знання принципів побудови систем безпеки та їх управління з урахуванням результатів математичного моделювання	
Уміння аналізувати технологічні процеси з метою встановлення параметрів, що підлягають моделюванню та контролю для забезпечення безпеки	
Складати схеми функціонування систем безпеки, здійснювати їх математичний опис та моделювання	

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	
Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	ЗК01
Здатність аналізувати процеси, стан об'єктів та прогнозувати можливі загрози виникнення пожеж.	ПК10
Здатність застосувати основні положення стандартів та нормативно-правових актів з питань пожежної безпеки в процесі професійної діяльності.	ПК13
Очікувані компетентності з дисципліни	
Здатність проводити моделювання та оптимізацію роботи систем пожежної безпеки	

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми навчальної дисципліни:**

#### **МОДУЛЬ 1.**

##### **Тема 1.1. Форма та принципи побудови математичних моделей**

Поняття моделі та моделювання. Класифікація видів моделювання. Поняття математичного моделювання. Принципи і етапи побудови математичних моделей. Принципи моделювання. Засоби математичного моделювання.

##### **Тема 1.2. Моделювання та обчислювальний експеримент**

Загальна математична модель лінійного програмування. Форми запису задач лінійного програмування. Симплексний метод розв'язування задач лінійного програмування. Двоїстість у задачах лінійного програмування. Правила побудови двоїстих задач.

##### **Тема 1.3. Основні етапи та принципи планування експерименту**

Основні поняття планування експериментів. Загальний підхід до планування експериментів. Повнофакторний та дрібно факторні експерименти

##### **Тема 1.4. Основи мережевого управління**

Основні етапи мережевого планування та управління. Основні поняття мережевого планування. Правила побудови мережевого графіка. Часові параметри мережевого графіка

#### **МОДУЛЬ 2.**

**Тема 2.1. Математичне моделювання та оптимізація систем пожежної сигналізації**

Загальна постановка задачі. Моделювання сенсорної зони датчика. Формалізація умов розміщення датчиків. Побудова математичної моделі та моделювання задачі оптимізації довжини провідної мережі

**Тема 2.2. Математичне моделювання та оптимізація систем водяного пожежогасіння**

Нормативні вимоги до розміщення зрошувачів. Моделювання схем розміщення зрошувачів. Математична модель задачі розміщення зрошувачів.

##### **Тема 2.3. Оптимізація вибору елементів систем водяного пожежогасіння**

Загальні умови для визначення вибору елементів систем водяного пожежогасіння. Оптимізація математичної моделі систем водяного пожежогасіння. Оптимізація та моделювання гідравлічних розподільчих мереж методом «джерел і стоків»

**Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:**

Назви модулів і тем	Форма здобуття освіти очна (денна)				
	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
лекції		практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	
<b>2- й семестр</b>					
<b>Модуль 1</b>					
<b>Тема 1.1</b>	12	2	4		<b>6</b>
<b>Тема 1.2</b>	13	2	4		<b>7</b>
<b>Тема 1.3</b>	13	2	4		<b>7</b>
<b>Тема 1.4</b>	13	2	4		<b>7</b>
<b>Разом за модулем 1</b>	51	8	16		<b>27</b>
<b>2- й семестр</b>					
<b>Модуль 2</b>					
<b>Тема 2.1</b>	13	2	4		<b>7</b>
<b>Тема 2.2</b>	13	2	4		<b>7</b>
<b>Тема 2.3</b>	13	2	4		<b>7</b>
<b>Разом за модулем 2</b>	39	6	12		<b>21</b>
<b>Разом</b>	90	14	28		<b>48</b>

**Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Постановка та розв'язання задачі розподілу обмежених ресурсів	4
2	Постановка та розв'язання задачі про призначення	4
3	Розробка лінійної регресійної моделі	4
4	Розробка та обчислення основних часових параметрів мережевої моделі.	4
5	Порівняльний аналіз схем розміщення пожежних сповіщувачів	4
6	Порівняльний аналіз схем розміщення зрошувачів	4
7	Вибір елементів систем водяного пожежогасіння	4
	<b>Разом</b>	<b>28</b>

## Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

### Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є диференційний залік, відповіді, у тому разі в системі OpenTEST 2, та презентації результатів роботи на семінарських та практичних заняттях.

Підсумковий контроль проводиться у формі диференційного заліку.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України.

### Критерії оцінювання

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі індивідуального та фронтальних опитувань, виконання практичних завдань

Підсумковий контроль проводиться у формі диференційного заліку.

### Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни

Види навчальних занять		Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
<b>I. Поточний контроль</b>				
Модуль 1	лекції	4	2	8
	семінарські заняття			
	практичне заняття	4	6	24
	за результатами виконання підсумкової контрольної (модульної) роботи	1	22	22
Разом за поточний контроль		54		
Модуль 2	лекції	3	2	6
	семінарські заняття			
	практичне заняття	3	6	18
	за результатами виконання підсумкової контрольної (модульної) роботи	1	22	22
Разом за поточний контроль		46		
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

### Поточний контроль.

*Поточний контроль* проводиться у вигляді вільного спілкування та експрес опитування на лекціях, семінарському занятті, а також опитування в системі OpenTEST 2. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі і самостійної роботи за темами).

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на *лекційному занятті*:

- 0 балів- постійне відволікання, заняття сторонніми справами під час лекції;
- 1 бал - пасивна присутність на лекції;
- 2 бали- постійна, зацікавлена та активна робота на лекції, вірні відповіді на 1-2 питання при зверненні викладача до аудиторії.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на *семінарському занятті*:

- 6 балів- продумане, змістовне, ілюстроване представлення питання до обговорення та активна участь у проведенні семінарського заняття, задано більш 5 суттєвих питань доповідачу, участь у дискусії з аргументованим відстоюванням своєї позиції, ґрунтовним оцінюванням роботи інших; наведення вірних та вагомих аргументів при веденні дискусії;
- 5 балів- представлення своєї доповіді до обговорення та активна участь у проведенні семінару, задано до 2 суттєвих питань доповідачу, участь у дискусії з аргументованим відстоюванням своєї позиції та ґрунтовним оцінюванням роботи інших;
- 4 бали - активна участь у проведенні обговорення питань без особистої доповіді, участь у дискусії з аргументованим відстоюванням своєї позиції, ґрунтовна оцінка роботи інших;
- 3 бали- робота на семінарі з без представлення своєї доповіді, участь у обговоренні;
- 2 бали- пасивна присутність на семінарському занятті без висловлення своєї думки, без участі у обговоренні питань;
- 1 бал- постійне відволікання, заняття сторонніми справами під час семінарського заняття.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на *практичному занятті*:

- 1 бал- неодноразове відволікання від виконання завдань, заняття сторонніми справами під час практичного заняття; не надання жодної відповіді на запитання при підсумковому опитуванні наприкінці заняття;
- 2 бали- пасивна присутність на практичному занятті з поверхневим відпрацюванням всіх навчальних питань та не надання відповідей на більшість запитань при підсумковому опитуванні наприкінці заняття;
- 3 бали- пасивна участь у відпрацюванні всіх навчальних питань підгрупою, надання поверхневих відповідей при опитуванні за підсумками заняття;
- 4 бали- відпрацюванні всіх навчальних питань, надання аргументованих відповідей на більшість питань при підсумковому опитуванні наприкінці заняття;
- 5 балів- активна участь у відпрацюванні всіх навчальних питань, надання аргументованих відповідей при опитуванні за підсумками заняття;
- 6 балів- організована, наполеглива робота у відпрацюванні всіх навчальних питань, надання аргументованих відповідей при опитуванні за підсумками заняття, надання консультативної допомоги членам підгрупи під час проведення заняття.

### **Модульний контроль.**

*Модульна контрольна робота* є складовою поточного контролю і проводиться після завершення вивчення відповідного модулю у часи консультацій або самопідготовки. Виконання модульної контрольної роботи є альтернативою



активної роботи на семінарі та лекціях. Робота складається з декількох теоретичних питань в залежності від кількості невідпрацьованих здобувачем тем у модулі і може проводитися як у формі тестування за допомогою системи OpenTEST 2, так і у формі співбесіди.

*Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні модульних контрольних робіт:*

20 балів - розкриті у повному обсязі та вирішені п'ять завдань, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни, граматично і стилістично та без помилок представлені відповіді та результати;

15 балів- розкриті у повному обсязі та вирішені чотири завдання, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни, граматично і стилістично та без помилок представлені відповіді та результати; одне питання розкрито частково;

10 балів- розкриті у повному обсязі та вірно вирішені три завдання, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни, граматично і стилістично та без помилок представлені відповіді та результати; всі інші питання розкрити частково;

8 балів- розкриті у повному обсязі та вірно вирішені два завдання, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни, граматично і стилістично та без помилок представлені відповіді та результати; два питання розкрити частково;

5 балів- поверхнево розкриті та частково вирішені всі завдання;

0 балів- одне та більше завдань зовсім не розглянуто.

### ***Перелік теоретичних питань для підготовки до модульних контрольних робіт***

#### *Модуль 1.*

- Поняття моделі та моделювання.
- Класифікація видів моделювання.
- Поняття математичного моделювання.
- Принципи і етапи побудови математичних моделей.
- Принципи моделювання.
- Засоби математичного моделювання.
- Загальна математична модель лінійного програмування.
- Форми запису задач лінійного програмування.
- Симплексний метод розв'язування задач лінійного програмування.
- Двоїстість у задачах лінійного програмування.
- Правила побудови двоїстих задач.
- Основні поняття планування експериментів.
- Загальний підхід до планування експериментів.
- Повнофакторний та дрібно факторні експерименти
- Основні етапи мережевого планування та управління.
- Основні поняття мережевого планування.

- Правила побудови мережевого графіка.
- Часові параметри мережевого графіка

### *Модуль 2.*

- Загальна постановка задачі розміщення пожежних сповіщувачів.
- Моделювання сенсорної зони датчика.
- Формалізація умов розміщення датчиків.
- Побудова математичної моделі та моделювання задачі оптимізації довжини провідної мережі.
- Нормативні вимоги до розміщення зрошувачів.
- Моделювання схем розміщення зрошувачів.
- Математична модель задачі розміщення зрошувачів.
- Загальні умови для визначення вибору елементів систем водяного пожежогасіння.
- Оптимізація математичної моделі систем водяного пожежогасіння.
- Оптимізація та моделювання гідравлічних розподільчих мереж методом «джерел і стоків»

### **Політика викладання навчальної дисципліни**

Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни та відвіданні занять повинні бути уважними, брати активна участь в обговоренні навчальних питань, як на семінарських, практичних заняттях, так і на лекціях. Від них вимагається сумлінне виконання навчальної програми та уважне ставлення до розкладу занять з навчальної дисципліни. Неприпустимими є пропуски та запізнь на заняття (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

Несвоєчасне виконання поставленого індивідуального завдання, термінів його захисту, ліквідації заборгованості завдання впливає на відсоток зниження оцінки. Під час заняття мобільними пристроями дозволяється користуватися тільки з дозволу викладача.

Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів, повинен дотримуватися політики доброчесності під час виконання самостійної або індивідуальної роботи.

### **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

#### **Література**

1. Математичне моделювання та оптимізація систем безпеки: курс лекцій /М.М. Мурін, О. А. Антошкін, С. М. Бондаренко, О. А. Дерев'янка та ін. — Х : НУЦЗУ, 2021 . — 105 с.
2. Методика побудови збалансованої розподільчої мережі для установок

газового пожежогасіння об'ємним способом діоксидом вуглецю / М.Н. Мурин// Проблеми пожежної безпеки : Сб. науч. тр. Вып. 36 . 2014 . 291 с. — С. 170 -174.

3. Аналітичне визначення часу спрацьовування спринклерних повітряних секцій систем водяного пожежогасіння / С.М. Бондаренко, О.М. Литвяк, М.М. Мурін, Ю.О. Абрамов ;// Проблеми пожежної безпеки : Сб. науч. тр. Вып. 47. 2020. 136 с. — С. 18-22.

4. Математичне моделювання технічних і технологічних процесів на ПЕОМ. Укладачі: Шебаніна О. В., Могильницька А. М., Хилько І.І., МНАУ, Миколаїв, 2020.

5. Математичне програмування : навчальний посібник / А. Ф. Барвінський та ін. Львів: Національний університет "Львівська політехніка" (Інформаційно-видавничий центр "Інтелект+" Інститут післядипломної освіти) "Інтелект - Захід", 2004. 448 с.

6. Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Терещенко Т. О. Математичне програмування : навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. Київ: КНЕУ, 2001. 248 с.

### **Допоміжна**

1. Кодекс цивільного захисту України

2. Моделювання технологічних систем : конспект лекцій для студентів спец. 7.05050313, 8.05050313 «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. і заоч. форм навч / уклад. О. А. Єщенко та ін. Київ : НУХТ, 2021. 157 с.

3. Катренко А. В. Дослідження операцій : підручник. Львів : Магнолія Плюс, 2020. 549 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. Офіційний портал Верховної Ради України. Доступ: <http://www.rada.gov.ua>.

2. Сайт кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій. Доступ: [http://asbit.nuczu.edu.ua/view\\_disciplines.php?id\\_disc=13](http://asbit.nuczu.edu.ua/view_disciplines.php?id_disc=13)

Розробник:

Старший викладач  
кафедри автоматичних систем  
безпеки та інформаційних технологій  
доктор технічних наук, професор

Віктор СТРИЛЕЦЬ