

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ  
УКРАЇНИ**

**Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах**

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ПОЖЕЖНІЙ  
БЕЗПЕЦІ**

Методичні вказівки  
з організації самостійної роботи при вивченні  
навчальної дисципліни за освітньо-науковою програмою «Пожежна  
безпека», які навчаються на третьому (доктор філософії) рівні вищої освіти  
у галузі знань 26 «Цивільна безпека»

Харків 2024

Рекомендовано до друку  
кафедрою пожежної  
профілактики в населених  
пунктах НУЦЗ України  
(протокол № 19 від 18.06.2024 р.)

**Укладачі:** Ю.А. Отрош, Н.В. Рашкевич

**Рецензент:** завідувач кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, доктор технічних наук, професор Сур'янінов М.Г.

Системний аналіз та моделювання в пожежній безпеці: методичні вказівки з організації самостійної роботи при вивченні навчальної дисципліни за освітньо-науковою програмою «Пожежна безпека», які навчаються на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти у галузі знань 26 «Цивільна безпека» / Укладачі: Ю.А. Отрош, Н.В. Рашкевич. Х.: НУЦЗУ, 2024. 26 с.

У методичних вказівках викладено мету та завдання вивчення дисципліни «Системний аналіз та моделювання в пожежній безпеці», зміст дисципліни, перелік питань та літературних джерел для самостійної роботи та підготовки до екзамену.

## 1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системний аналіз та моделювання в пожежній безпеці» є формування та засвоєння навичок й знань щодо системного аналізу та сучасних наукових концепцій, методів та технологій розробки і застосування математичних моделей для проведення досліджень складних об'єктів та процесів у сфері забезпечення пожежної безпеки.

**Завдання навчальної дисципліни** є надання теоретичних та практичних навичок щодо освоєння методів системного аналізу, теорій, сучасних методів моделювання які дають можливість досліджувати складні об'єкти та процеси у сфері забезпечення пожежної безпеки. У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен отримати концептуальні та методологічні **знання** в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності.

### **уміння/навички:**

- спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики;
- започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтового наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності;
- критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей.

### **комунікації:**

- вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством в цілому.

### **відповідальність та автономію:**

- демонстрація значної авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти	
	очна (денна)	заочна (дистанційна)
<b>Статус дисципліни</b> (обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)	обов'язкова професійна	
<b>Рік підготовки</b>	3-й	3-й
<b>Семестр</b>	5-й	5-й
<b>Обсяг дисципліни:</b>		
- в кредитах ЄКТС	4	4
- кількість модулів	2	2
- загальна кількість годин	120	120
<b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>		
- лекції (годин)	28	12
- практичні заняття (годин)	32	4
- семінарські заняття (годин)		
- лабораторні заняття (годин)		
- курсовий проект (робота) (годин)		
- інші види занять (годин)		
- самостійна робота (годин)	60	104
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)		
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	екзамен	екзамен

### Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої-наукової програми «Пожежна безпека», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання

Програмні результати навчання	РН
Узагальнювати, критично мислити й аналізувати явища та проблеми, які вивчаються, проявляти гнучкість у прийнятті рішень на основі логічних аргументів та перевірених фактів в умовах обмеженого часу і ресурсів на засадах загальнонаукової методології.	РН03.
Демонструвати системний науковий світогляд, уміння креативно мислити, формулювати висновки і розробляти рекомендації з використанням новітніх технології у розв'язанні поставлених завдань.	РН02.
Визначити проблеми і шляхи їх вирішення у сфері	РН08.

професійної діяльності. Розробляти організаційні і практичні заходи пов'язані з моніторингом, прогнозуванням, попередженням, локалізацією і ліквідацією, а також мінімізацією наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру з урахуванням досвіду світових практик.	
Аналізувати та застосовувати концептуальні моделі, науковий доробок вітчизняних та зарубіжних вчених у сфері пожежної безпеки, фундаментальні постулати та теорії у професійній та суміжних сферах.	PH07.
Володіти аналітичним мисленням та методиками систематизації інформації обробки великих масивів даних, складання короткострокового й довгострокового прогнозу розвитку ситуації на підставі отриманих даних	PH09.
Дисциплінарні результати навчання	<i>абрєвіатура</i>
Розв'язувати складні спеціалізовані задачі та проблеми під час практичної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів моніторингу та прогнозування, запобігання виникненню пожеж та їх гасіння.	

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, К
Здатність проведення дослідницької та інноваційної діяльності.	ЗК02.
Здатність аналізувати, систематизувати та узагальнювати результати міждисциплінарних наукових досліджень у сфері пожежної безпеки, досягати наукових результатів, що створюють нові знання.	К08.
Здатність виявляти протиріччя, критичні стани та тенденції розвитку, застосовувати методи прогнозування, методи розв'язання задач математичного програмування, багатокритеріального аналізу, формулювати гіпотези, розробляти оптимальні стратегії у сфері пожежної безпеки.	К10.
Очікувані компетентності з дисципліни	<i>абрєвіатура</i>
Здатність до розв'язання комплексних проблем в галузі пожежної безпеки під час професійної або дослідницько інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.	

## 2 СКЛАД ТА ОБ'ЄМ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Теми навчальної дисципліни

#### **МОДУЛЬ 1. Системний аналіз в пожежній безпеці**

Тема 1.1. Системний підхід та системний аналіз. Основні поняття та визначення.

Основні етапи розвитку системного підходу. Джерела системних ідей. Історія розвитку науки про системи. Основні напрямки системних досліджень: системний підхід, теорія систем, системний аналіз. Визначення системного аналізу. Характерні риси системного аналізу. Области використання системного аналізу.

Основні поняття системного аналізу. Поняття системи та її ознаки. Система і середовище. Поняття елемента, елемент як «чорний ящик». Поняття компонента та підсистеми. Поняття зв'язку між елементами, види зв'язків між елементами.

Тема 1.2. Принципи та закономірності системного підходу.

Основні поняття функціонування та розвитку систем. Життєвий цикл системи. Форми опису системи. Основні види структур. Приклади структур. Види систем. Класифікація систем за різними ознаками.

Тема 1.3. Оцінка протиріч. Поняття проблемної ситуації.

Ознаки системних проблем: слабка структурованість, конфліктність, невизначеність, неоднозначність, наявність ризику, комплексність.

Тема 1.4. Дослідження проблеми, її формалізація та декомпозиція.

Вибір цілей. Оцінка ситуації. Основні етапи підготовки розв'язання проблеми. Загальний підхід до вирішення проблем.

Основи теорії моделювання систем. Моделі типу «чорна скринька», «склад системи», «структура системи». Морфологічна модель.

Міри складності системи. Етапи побудови математичної моделі системи.

Морфологічні, функціональні та інформаційні формальні моделі.

Функціональна модель системи. Технологія її побудови.

Інформаційна модель системи. Методика моделювання інформаційних потоків.

Методологічні підходи в системному аналізі: системний, структурно-функціональний, конструктивний, комплексний, ситуативний, інноваційний, цільовий, діяльний, морфологічний і програмно-цільовий. Методи в системному аналізі.

Поняття, суть та завдання аналізу. Поняття, суть та завдання синтезу. Порівняльна характеристика методів аналізу та синтезу. Поняття декомпозиції. Методика декомпозиції. Моделі-основи декомпозиції. Принципи декомпозиції. Повнота і простота моделі декомпозиції. Формальний опис процедури декомпозиції.

#### **МОДУЛЬ 2. Моделювання в пожежній безпеці.**

Тема 2.1. Призначення й мета моделювання. Основні теоретичні положення.

Тема 2.2. Принципи моделювання. Технологія моделювання.

Тема 2.3. Види моделей та їхні властивості.

Формалізація задачі. Поняття моделі. Типи моделей. Моделювання. Математичне моделювання. Етапи математичного моделювання. Вимоги до математичних моделей. Класифікація математичних моделей у задачах управління системою пожежної безпеки.

Моделі і методи оброблення інформації. Групи моделей складних технічних систем: алгебраїчні, статистичні. Методи дослідження операцій.

Процеси актуалізації інформації: виявлення інформаційних потреб, вибір джерел інформації, збирання інформації; введення інформації; оброблення інформації; оцінювання інформації; подавання інформації в зручному вигляді.

Тема 2.4. Принципи моделювання. Технологія моделювання.

Тема 2.5. Структура управління системою пожежної безпеки.

Функціональна модель системи пожежної безпеки. Збір даних для побудови моделей, що відтворюють функціонування системи пожежної безпеки. Етапи побудови моделей.

Поняття і характеристики організаційної структури управління системою пожежної безпеки. Схема організаційної структури. Основні види структур управління.

Функціонально-орієнтована (ієрархічна) структура управління системою пожежної безпеки. Переваги і недоліки функціонально-орієнтованої структури управління.

Процесно-орієнтована структура управління системою пожежної безпеки. Переваги і недоліки процесно-орієнтованої структури управління. Порівняння функціонального і процесного управління системою пожежної безпеки.

Тема 2.6. Математичні програми для розрахунку небезпечних факторів пожежі.

Тема 2.7. Програмні продукти у сфері забезпечення пожежної безпеки.

Тема 2.8. Програмні комплекси для визначення розрахункового часу евакуації людей під час пожежі.

Тема 2.9. Програмні комплекси для визначення розрахункового часу евакуації людей під час пожежі.

Тема 2.10. Інформаційне моделювання будівельних конструкцій будівель та споруд. Програмне забезпечення.

## 2.2 Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять

Назви модулів і тем	Очна (денна) форма здобуття освіти					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття (інші види занять)	самостійна робота	модульна контрольна робота
<b>5-й семестр</b>						
<b>Модуль 1.</b>						
Тема 1.1. Системний підхід та системний аналіз. Основні поняття та визначення.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>6</b>	
Тема 1.2. Принципи та закономірності системного підходу.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Тема 1.3. Оцінка протиріч. Поняття проблемної ситуації.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>6</b>	
Тема 1.4. Дослідження проблеми, її формалізація та декомпозиція.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>6</b>	
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>22</b>	
<b>5-й семестр</b>						
<b>Модуль 2.</b>						
Тема 2.1. Призначення й мета моделювання. Основні теоретичні положення.	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	
Тема 2.2. Принципи моделювання. Технологія моделювання.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Тема 2.3. Види моделей та їхні властивості.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Тема 2.4. Структура управління системою пожежної безпеки.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Тема 2.5. Структура управління системою пожежної безпеки.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	

Тема 2.6. Математичні програми для розрахунку небезпечних факторів пожежі.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Тема 2.7. Програмні продукти у сфері забезпечення пожежної безпеки.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Тема 2.8. Програмні комплекси для визначення розрахункового часу евакуації людей під час пожежі.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Тема 2.9. Програмні комплекси для визначення розрахункового часу евакуації людей під час пожежі.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	
Тема 2.10. Інформаційне моделювання будівельних конструкцій будівель та споруд. Програмне забезпечення.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>82</b>	<b>20</b>	<b>22</b>		<b>38</b>	<b>2</b>
<b>Разом</b>	<b>120</b>	<b>28</b>	<b>30</b>		<b>60</b>	<b>2</b>

Назви модулів і тем	<b>Заочна (дистанційна) форма здобуття освіти</b>					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття (інші види занять)	самостійна робота	модульна контрольна робота
<b>5-й семестр</b>						
<b>Модуль 1.</b>						
Тема 1.1. Системний підхід та системний аналіз. Основні поняття та визначення.	<b>10</b>	<b>2</b>			<b>10</b>	
Тема 1.2. Принципи та закономірності системного підходу.	<b>8</b>				<b>10</b>	

Тема 1.3. Оцінка протиріч. Поняття проблемної ситуації.	<b>10</b>				<b>10</b>	
Тема 1.4. Дослідження проблеми, її формалізація та декомпозиція.	<b>10</b>		<b>2</b>		<b>14</b>	
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>34</b>	
<b>Модуль 2.</b>						
Тема 2.1. Призначення й мета моделювання. Основні теоретичні положення.	<b>6</b>	<b>2</b>			<b>4</b>	
Тема 2.2. Принципи моделювання. Технологія моделювання.	<b>8</b>				<b>8</b>	
Тема 2.3. Види моделей та їхні властивості.	<b>8</b>	<b>2</b>			<b>6</b>	
Тема 2.4. Структура управління системою пожежної безпеки.	<b>8</b>				<b>8</b>	
Тема 2.5. Структура управління системою пожежної безпеки.	<b>8</b>	<b>2</b>			<b>6</b>	
Тема 2.6. Математичні програми для розрахунку небезпечних факторів пожежі.	<b>8</b>	<b>2</b>			<b>6</b>	
Тема 2.7. Програмні продукти у сфері забезпечення пожежної безпеки.	<b>8</b>	<b>2</b>			<b>6</b>	
Тема 2.8. Програмні комплекси для визначення розрахункового часу евакуації людей під час пожежі.	<b>8</b>				<b>8</b>	
Тема 2.9. Програмні комплекси для визначення	<b>10</b>		<b>2</b>		<b>8</b>	

розрахункового часу евакуації людей під час пожежі.						
Тема 2.10. Інформаційне моделювання будівельних конструкцій будівель та споруд. Програмне забезпечення.	<b>10</b>				<b>10</b>	модульна контрольна робота
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>82</b>	<b>10</b>	<b>2</b>		<b>70</b>	модульна контрольна робота
<b>Разом</b>	<b>120</b>	<b>12</b>	<b>4</b>		<b>104</b>	

## **2.3 Форми поточного та підсумкового контролю**

### **2.3.1 Для очної (денної) форми навчання**

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі фронтального та індивідуального опитування, виконання практичних завдань, за результатами участі у дискусіях, відповідей на тестові завдання.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному (семінарському) занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу).

Модульна контрольна робота є складовою поточного контролю і здійснюється через проведення письмової роботи під час проведення заняття. Контрольна робота складається з трьох питань.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену в усній формі. Питання наведені у силабусі даної дисципліни (надаються здобувачам вищої освіти на першій лекції та розміщуються на сайті університету в дистанційному курсі дисципліни).

### **2.3.2 Для заочної (дистанційної) форми навчання**

Поточний контроль проводиться у формі виконання модульних контрольних робіт.

Модульна контрольна робота є складовою поточного контролю і здійснюється через проведення самостійної письмової роботи. Контрольна робота складається з трьох питань.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену в усній формі. Питання наведені у силабусі даної дисципліни (надаються здобувачам вищої освіти на першій лекції та розміщуються на сайті університету в дистанційному курсі дисципліни).

### 3 ВКАЗІВКИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота над навчальним матеріалом включає: вивчення матеріалу за підручником або дистанційним курсом, розбір та розв'язання прикладних завдань і рекомендацій. Така робота проводиться одночасно з прослуховуванням лекцій за основними темами дисципліни. Крім того для одержання усної консультації, можна звернутися до викладача із запитаннями. Треба пам'ятати, що тільки при систематичній і наполегливій самостійній роботі допомога викладачів буде досить ефективною.

При роботі з літературою важливо робити посилання на використану літературу, тоді в разі необхідності можна знову звернутися до проробленої теми. Вивчаючи матеріал за підручником або дистанційним курсом, рекомендовано переходити до наступного питання тільки після правильного розуміння попереднього, записуючи в конспект основні визначення й поняття та пройшовши відповідне тестове опитування або відпрацювавши контрольні питання. На полях конспекту варто записувати запитання для одержання консультації викладача. Особливу увагу необхідно звертати на визначення основних понять. Здобувач вищої освіти повинен докладно розбирати приклади, що пояснюють такі визначення, і вміти будувати аналогічні приклади самостійно. Необхідно пам'ятати, що кожне нове визначення, положення, метод, принцип будуються на основі фізичних законів.

Письмове оформлення роботи здобувача вищої освіти має важливе значення. Записи повинні бути зроблені чисто, акуратно й розташовані в певному порядку. Висновки, отримані у вигляді визначень або формул, рекомендується в конспекті підкреслювати або обводити рамкою, щоб при перечитуванні конспекту вони виділялися й краще запам'ятовувалися.

Після вивчення певної теми за підручником або дистанційним курсом та розбору практичних прикладів здобувачеві вищої освіти рекомендується відтворити по пам'яті визначення, формулювання й докази. Запитання для самоперевірки, наведені в підручнику, дистанційному курсі, методичних вказівках для самостійної роботи, поставлені з метою допомогти здобувачеві вищої освіти в повторенні, закріпленні й перевірці міцності засвоєння вивченого матеріалу. Якщо буде потреба необхідно ще раз уважно проробити матеріал, розібрати приклади й рекомендації. Іноді недостатність засвоєння того або іншого питання з'ясується тільки при вивченні подальшого матеріалу. У цьому разі треба повторити недостатньо засвоєний розділ. Якщо в процесі роботи над вивченням теоретичного матеріалу у здобувача вищої освіти виникають питання, з'ясувати які самостійно не вдається (неясність термінів, формулювання причинно-наслідкових зв'язків), то він може звернутися до викладача для одержання від нього необхідної консультації. При цьому він повинен точно вказати, які має труднощі.

Якщо здобувач вищої освіти не розібрався в теоретичних поясненнях у підручнику або дистанційному курсі, то потрібно вказати джерело

незрозумілої інформації, де є це питання, що йому не ясне, і що саме його утрудняє. За консультацією варто звертатися також при сумніві в правильності відповідей на запитання для самоперевірки. Питання, які винесено на самостійне розглядання здобувачам вищої освіти, приведено нижче. Здобувачам вищої освіти пропонується користуватися списком основної і додаткової літератури. За кожною темою і теоретичному питанню пропонується декілька джерел. Залежно від наявності в тій чи іншій бібліотеці вказаної літератури, здобувач вищої освіти може знайти необхідний матеріал із декількох.

### **3.2 Вміст дисципліни за темами, питання та задачі для самоконтролю та підготовки до екзамену**

#### **МОДУЛЬ 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В ПОЖЕЖНІЙ БЕЗПЕЦІ ТЕМА 1.1. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ.**

Основні напрямки та функції системності в науці.

Системні закони та їх роль у пізнанні.

Основні системні ідеї в практичному житті.

Системність і майбутнє.

#### **Питання для самоконтролю знань**

1. Визначення понять: «система», «підсистема», «системний аналіз», «системний підхід».
2. Особливості системного підходу, як методологічної концепції в дослідженні.
3. Визначення понять: «об'єкт пізнання», «елемент», «зв'язок», «компонент», «мета», «структура», «функція».
4. В чому полягають обмеження системи.
5. Визначення понять: «стан системи», «рух системи», «поведінка системи», «рівновага системи», «стійкість системи», «розвиток системи», «життєвий цикл».
6. Що є центральною проблемою системного аналізу.
7. З чим пов'язана невизначеність?
8. В чому полягають задачі декомпозиції?
9. В чому полягають задачі аналізу?
10. В чому полягають задачі синтезу?
11. Визначення понять: «елемент», «характеристика», «показник», «проблема».

#### **ТЕМА 1.2. ПРИНЦИПИ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ.**

Особливості формулювання проблеми та визначення мети системного аналізу.

Генерування альтернатив як один із етапів досягнення сформульованої мети.

Особливості впровадження результатів системного аналізу.

Виникнення та розвиток науки про системи.

Характеристика основних аспектів системності.

Основні етапи розвитку системних ідей. Джерела системних ідей.

#### **Питання для самоконтролю знань**

1. В чому полягає принцип цілісності системного підходу.
2. В чому полягає принцип структурності системного підходу.
3. В чому полягає принцип взаємозалежності системи і середовища.
4. В чому полягає принцип ієрархічності.
5. В чому полягає принцип множинності опису системи.
6. Основні завдання системного аналізу.
7. Особливості завдань системного аналізу.
8. Основні процедури системного аналізу.

### **ТЕМА 1.3. ОЦІНКА ПРОТИРІЧ. ПОНЯТТЯ ПРОБЛЕМНОЇ СИТУАЦІЇ.**

Закономірності взаємодії частини та цілого систем.

Закономірності ієрархічного впорядкування систем.

Закономірності функціонування та розвитку систем.

Закономірність здійснення систем.

Закономірності виникнення і формулювання цілей систем.

Закономірності формування структур цілей систем.

#### **Питання для самоконтролю знань**

1. Поділ протиріч.
2. Технічні протиріччя.
3. Стратегія вирішення винахідницької задачі.
4. Основні прийоми усунення протиріч.
5. Ознаки наукової проблемної ситуації.
6. Основні функції проблемної ситуації.
7. Класифікація проблемної ситуації.

### **ТЕМА 1.4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ, ЇЇ ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТА ДЕКОМПОЗИЦІЯ.**

Еволюція проблеми обґрунтованості наукових знань.

Суть наукової проблеми.

Постановка проблеми, її формулювання.

Висування гіпотези.

Вибір способів вирішення наукової проблеми.

Відмінність наукової проблеми від завдань.

Правила декомпозиції.

#### **Питання для самоконтролю знань**

1. Визначення поняття «наукова проблема».

2. Генезис наукової проблеми.
3. Етапи вирішення наукової проблеми.
4. Постановка і розробка наукових проблем.
5. Сутність формалізації.
6. Сутність декомпозиції.

## **МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ В ПОЖЕЖНІЙ БЕЗПЕЦІ.**

### **ТЕМА 2.1. ПРИЗНАЧЕННЯ Й МЕТА МОДЕЛЮВАННЯ. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ.**

Комп'ютерне моделювання.

Математичне моделювання.

Евристичне моделювання.

Фізичне моделювання.

Інформаційне моделювання.

Цифрове моделювання.

Логічне моделювання.

Моделювання на основі елементів прогнозування.

Статистичне моделювання.

Структурне моделювання.

Економіко-математичне моделювання.

Імітаційне моделювання.

Еволюційне моделювання.

Історичне моделювання.

Нечітке моделювання.

Модельне моделювання.

3D моделювання.

Мова моделювання.

#### **Питання для самоконтролю знань**

1. Поняття «модель», «моделювання».
2. Основні види моделей.
3. Основні властивості моделей.
4. Цілі моделювання.
5. Основні методи вирішення задач моделювання.
6. Класифікація моделей за областю використання.
7. Класифікація моделей за способом моделювання.
8. Класифікація моделей за призначенням.
9. Класифікація моделей за способом побудови моделі.
10. Класифікація моделей за принципом побудови.
11. Класифікація моделей за типом опису мови моделі.
12. Класифікація моделей за фактором часу.
13. Класифікація моделей за формою подання.
14. Класифікація моделей за ознакою реалізації.
15. Типи інформаційних моделей.
16. Образно-знакові моделі. Знакові моделі.

17. Фізичне (натурне) моделювання.
18. Структурно-функціональне моделювання.
19. Математичне (логіко-математичне) моделювання. Класифікація математичних моделей.
20. Імітаційне (комп'ютерне) моделювання.
21. Задачі, що пов'язаних з математичними моделями.

## **ТЕМА 2.2. ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ. ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ.**

Сутність аналізу розмірностей під час контролю правильності моделі.  
Приклад.

Сутність перевірки порядків і характерів залежностей під час контролю правильності моделі. Приклад.

Сутність дослідження граничних випадків під час контролю правильності моделі. Приклад.

Сутність перевірки замкнутості й коректності математичного завдання під час контролю правильності моделі. Приклад.

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Поняття «модель», «моделювання».
2. Основні види моделей.
3. Основні властивості моделей.
4. Цілі моделювання.
5. Принципи моделювання.
6. Технологія моделювання.
7. Основні методи вирішення задач моделювання.
8. Основні джерела похибки.

## **ТЕМА 2.3. ВИДИ МОДЕЛЕЙ ТА ЇХНІ ВЛАСТИВОСТІ.**

Моделі вербальні, формальні, алгоритмічні, графічні, фізичні.

Моделі геометричні, структурні, акціональні, інформаційні.

Моделі статичні, моделі динаміки.

Моделі процесів, перетворень і систем.

Моделі детерміновані, стохастичні, нечіткі, узагальнені.

Моделі агрегатні, комплексні.

Моделі аналітичні, імітаційні.

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Класифікація видів моделей за ознакою повноти.
2. Наочні моделі.
3. Символічні моделі.
4. Математичні моделі.
5. Імітаційні моделі.
6. Оптимізаційні моделі.
7. Детерміновані та стохастичні моделі.
8. Безперервні та дискретні математичні моделі.

9. Динамічні моделі та статичні моделі.
10. Структурно-функціональні моделі.
11. Інформаційні моделі.
12. Ситуаційні моделі.
13. Предметні моделі.
14. Фізичні моделі.
15. Аналогові моделі.
16. Цифрові моделі.
17. Натурні моделі.
18. Мета експерименту.

#### **ТЕМА 2.4. ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ. ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ.**

Математична інтегральна модель газообміну в будівлі під час пожежі. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

Математична двозонна модель пожежі в будівлі. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

Польовий метод моделювання пожежі в будівлі. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

##### **Питання для самоконтролю знань**

1. Визначення поняття «модель».
2. Етапи створення моделі.
3. Сутність кібернетичного підходу до опису моделей.
4. Сутність підходи системної динаміки до побудови моделей.
5. Сутність теоретико-множинний підхід до опису моделей.

#### **ТЕМА 2.5. СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.**

Закономірності взаємодії частини та цілого систем.

Закономірності ієрархічного впорядкування систем.

Закономірності функціонування та розвитку систем.

Закономірність здійснення систем.

Закономірності виникнення і формулювання цілей систем.

Закономірності формування структур цілей систем.

##### **Питання для самоконтролю знань**

1. Суб'єкт та об'єкт управління пожежною безпекою об'єкта захисту.
2. Визначення поняття «система управління пожежною безпекою об'єкта захисту».
3. Сутність принципів системності та колективізму функціонування системи управління пожежною безпекою об'єкта.
4. Сутність принципу запобігання.
5. Сутність принципів інформованості та адекватності функціонування системи управління пожежною безпекою об'єкта.
6. Сутність принципу відповідальності.

7. Мета системи управління пожежною безпекою об'єкта.
8. Функціонування системи управління пожежною безпекою об'єкта.
9. Основні задачі системи управління пожежною безпекою об'єкта.
10. Структурні елементи системи управління пожежною безпекою об'єкта.
11. Організаційна структура системи управління пожежною безпекою об'єкта захисту.
12. Правові та організаційні норми системи управління пожежною безпекою
13. Способи досягнення протипожежного захисту.

## **ТЕМА 2.6. МАТЕМАТИЧНІ ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПОЖЕЖІ.**

Інструментальні методи визначення осередків пожеж. Метод визначення змісту летучих речовин (метод елементарного аналізу, метод інфрачервоної спектроскопії, термічний чи термогравітаційний аналіз, метод флуорисцентної спектроскопії).

Методи дослідження сталевих конструкцій і предметів.

Методи дослідження обгорілих залишків лакофарбових покриттів (метод визначення зольності, метод ІЧ-спектроскопії).

Методи дослідження матеріалів на основі гіпсу, вапна і цементу.

Методи виявлення і дослідження слідів легкозаймистих і горючих рідин у речових доказах.

Методи визначення пожежонебезпечних характеристик рідин, твердих речовин.

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Візуалізація полів НФП разом із евакуацією людей.
2. Контури щільності людського потоку.
3. Сітка для моделювання руху.

## **ТЕМА 2.7. ПРОГРАМНІ ПРОДУКТИ У СФЕРІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.**

Методи дослідження протипожежного захисту міст.

Системний підхід у моделюванні процесу розміщення пожежно-рятувальних частин.

Математичне моделювання розміщення пожежно-рятувальних частин.

Метод оптимізації розміщення пожежно-рятувальних частин.

Визначення плану раціонального розміщення пожежно-рятувальних частин.

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Широкі можливості імпорту Pathfinder.
2. Гнучкість розрахунків Pathfinder.
3. Високоякісна тривимірна візуалізація Pathfinder.
4. Програма FireRisk.

## **ТЕМА 2.8. ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ.**

Імпорт САD-моделей.

Система HVAC.

Бібліотеки властивостей PyroSim.

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Програмний комплекс Building Exodus.
2. Програмний комплекс Green Line.
3. Програмний комплекс Simulex.
4. Програмний комплекс FDS+Evac.
5. Програмний комплекс Citic Еватек.

## **ТЕМА 2.9. ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ.**

Інтерактивне редагування об'єктів.

Візуалізація результатів розрахунку.

Розрахунок протипожежних відстаней за допомогою PyroSim.

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Програмний комплекс Citic Флоутек.
2. Програмний комплекс Evacnet 4.
3. Програмний комплекс PedGo.
4. Програмний комплекс Pathfinder.
5. Програмний комплекс Fenix+.

## **ТЕМА 2.10. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.**

Робота із ЛІРА-САПР (ВІЗОР-САПР). Створення розрахункових схем.

Імпорт поповерхових планів файлів DXF в модель ПК ЛІРА-САПР.

Способи виділення елементів розрахункової схеми.

Моделювання перемичок, простінків, пілонів.

Автоматична генерація жорстких вставок для стержнів.

Вибір компонентів розрахункової схеми в ПК ЛІРА-САПР.

Глобальні, місцеві, локальні системи координат, кути чистого обертання.

Передача деформованої схеми у початкову геометрію.

Визначення деформацій основ, складених із специфічних ґрунтів (по ДБН В.2.1-10:2009 «Основи та фундаменти споруд»).

Моделювання складених конструкцій стержневими аналогами.

Розрахунок деформацій основ складених насипними ґрунтами.

Розрахунок деформацій основ складених водонасиченими органічними ґрунтами.

Розрахунок деформацій основ складених засоленими ґрунтами.

Розрахунок деформацій основ складених набрякливими ґрунтами.

Розрахунок деформацій основ складених просадними ґрунтами.

Нелінійність в ЛІРА-САПР.

Врахування нелінійної роботи залізобетону в ПК ЛІРА-САПР. Метод «Інженерна нелінійність».

Граничні скінченні елементи.

Конструктивна нелінійність. Односторонні в'язі. Проблеми реалізації.

Можливості застосування суперелементів під час вирішення різних завдань будівельної механіки.

Реалізація методу суперелементів у програмному комплексі ЛІРА-САПР.

Визначення суми теплових потоків, які перетинають досліджувану область.

Розв'язання задачі теплопровідності.

**Питання для самоконтролю знань**

1. Універсальні базові програми, що використовуються у практиці проектування конструкцій будівель і споруд для розрахунку, проектування та випуску робочих креслень.

2. Графічні системи типу AutoCAD.

3. Графічні системи типу ArchiCAD, InteAr, Allplan, Architectural Desktop.

4. Проблемно-орієнтовані проектувальні системи типу SCAD, ЛІРА, COSMOS.

5. Проектувальні системи типу MOHOMAX.

6. Інтегровані системи, що базуються на цифровій моделі об'єкта.

7. Задачі проектування конструкцій.

8. Особливості програмного комплексу ЛІРА.

9. Спеціалізовані процесори, що підключаються до ПК ЛІРА.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Освітньо-професійна програма «Пожежна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека».
2. Рашкевич Н.В., Отрош Ю.А. Методологія та організація наукових досліджень: курс лекцій для самостійної підготовки здобувачів, які навчаються на другому (магістерському) рівні у галузі знань 26 «Цивільна безпека. Х.: НУЦЗУ, 2021. 122 с.
3. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2016, № 3, ст.25 (із змінами).
4. Про науково-технічну інформацію: Закон України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1993, № 33, ст.345(із змінами).
5. Sadkovyi V., Andronov V., Semkiv O., Kovalov A., Rybka E., Otrosh Y., Udianskyi M., Koloskov V., Danilin A., Kovalov P. Fire Resistance of Reinforced Concrete and Steel Structures. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 180, 2021. DOI: <http://doi.org/10.15587/978-617-7319-43-5>, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4008013>
6. Kovalov A., Otrosh Y., Ostroverkh O., Hrushovinchuk O., Savchenko O. (2018). Fire resistance evaluation of reinforced concrete floors with fire-retardant coating by calculation and experimental method. E3S Web of Conferences, 60, 00003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000003>.
7. Otrosh Y., Kovalov A., Semkiv O., Rudeshko I., Diven V. (2018). Methodology remaining lifetime determination of the building structures. MATEC Web of Conferences, 230, 02023. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201823002023>.
8. Vasilchenko A., Otrosh Y., Adamenko N., Doronin E., Kovalov A. (2018). Feature of fire resistance calculation of steel structures with intumescent coating. MATEC Web of Conferences, 230: 02036. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201823002036>.
9. Kovalov A. I., Otrosh Y.A., Vedula S., Danilin O., & Kovalevska T. (2019). Parameters of fire-retardant coatings of steel constructions under the influence of climatic factors. Scientific Bulletin of National Mining University, 2019, (3): 46-53. DOI: 10.29202/nvngu/2019- 3/9.
10. Otrosh Y., Surianinov M., Golodnov A., Starova O. Experimental and Computer Researches of Ferroconcrete Beams at High-Temperature Influences. Trans Tech Publications Ltd. In Materials Science Forum, 2019, Vol. 968, pp. 355-360. <https://doi.org/10.4028/www.scientist.net/MSF.968.355>.
11. Kovalov A., Otrosh Y., Surianinov M., Kovalevska T. Experimental and Computer Researches of Ferroconcrete Floor Slabs at High-Temperature Influences. Trans Tech Publications Ltd. In Materials Science Forum, 2019, Vol. 968, pp. 361-367. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.968.361>.
12. Otrosh Y., Rybka Y., Danilin O., Zhuravskyi M. Assessment of the technical state and the possibility of its control for the further safe operation of

building structures of mining facilities. EDP Sciences. In E3S Web of Conferences, 2019, Vol. 123, p. 01012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301012>.

13. Kovalov A., Otrosh Y., Kovalevska T., & Safronov, S. (2019). Methodology for assessment of the fire-resistant quality of reinforced-concrete floors protected by fire-retardant coatings. In Materials Science and Engineering. IOP Publishing. Volume 708, №1. p. 012058.

14. Otrosh Y., Semkiv O., Rybka E., & Kovalov A. (2019). About need of calculations for the steel framework building in temperature influences conditions. In Materials Science and Engineering. IOP Publishing. Volume 708, №1. p. 012065.

15. Kovalov A., Otrosh Y., Semkiv O., Konoval V. and Chernenko O. (2020). Influence of the Fire Temperature Regime on the Fire-Retardant Ability of Reinforced-Concrete Floors Coating. In Materials Science Forum. Trans Tech Publications Ltd. Volume 1006. p. 87-92.

16. Kovalov A., Otrosh Y., Rybka E., Kovalevska T., Togobytska V. and Rolin I. (2020). Treatment of Determination Method for Strength Characteristics of Reinforcing Steel by Using Thread Cutting Method after Temperature Influence. In Materials Science Forum. Trans Tech Publications Ltd. Volume 1006. p. 179-184.

17. Bashynska O., Otrosh Y., Holodnov O., Tomashevskiy A., & Venzhego G. (2020). Methodology for Calculating the Technical State of a Reinforced-Concrete Fragment in a Building Influenced by High Temperature. In Materials Science Forum. Trans Tech Publications Ltd. Volume 1006. p. 166-172.

18. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

19. Motorygin Yu.D. Mathematical modeling of the processes of occurrence and development of fires: monograph / Under the general editorship of V.S. Artamonov. 2011. 184 p.

20. System analysis and problems of fire safety of the national economy / N.N. Brushlinsky, V.V. Kafidov, V.I. Kozlachkov and others / Ed. N.N.Brushlinsky. M: Stroyizdat, 1988. 413s.

21. Теорія систем і системний аналіз : конспект лекцій / укладач С. В. Соколов. Суми : Сумський державний університет, 2020. 171 с.

22. Уйомов А.І. Системний підхід і загальна теорія систем. М., 1998.

23. Фостер Ян, Кессельмана Карл. Масштабування в системних дослідженнях. Відкриті системи. 2006. № 09. С. 43.

24. Коротков Е.М. Дослідження систем управління. М.: Видавничо-консалтингова компанія «Дека», 2000.

25. Спіцнадель В.М. Основи системного аналізу: Учеб. посібник. СПб.: «Вид. дім «Бізнес-преса», 2000. С. 129.

26. Берталанфі Л. Загальна теорія систем: Огляд проблем і результатів. Системні дослідження. М., 1999. С. 30–54.

27. Розрахунок та проектування конструкцій. URL: <https://www.liraland.ua/>
28. Довідковий центр. URL: <https://help.liraland.com/uk-ua/>
29. Городецький А. С., Євзеров І. Д. Комп'ютерні моделі конструкцій. Київ: видавництво "Факт", 2005. 344 с.
30. Стрілець-Стрілецький Є. Б., Журавльов А. В., Водоп'янов Р. Ю. ЛІРА-САПР. Книга І. Основи/ред. Городецький А. С. Київ : Видавництво "LIRALAND", 2019. 154 с.
31. САПФІР 2017. Навч. посібник: навч. посібник / В. В. Бойченко та ін; за ред. А. С. Городецький. Київ : Видавництво "СОФОС", 2017. 130 с.
32. Верюжський Ю. В., Колчунов В. І., Барабаш М. С., Гензерський Ю. В. Комп'ютерні технології проектування залізобетонних конструкцій : навчальний посібник. Київ : Книжкове вид-во НАУ, 2006. 808 с.
33. Морозова Д.М., Отрош Ю.А., Рибка Є.О., Тригуб В.В. Розбір функціональних характеристик програми PATHFINDER. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2022. С. 80.
34. Керівництво користувача Pathfinder 2021.4. FireCat. URL: [https://www.pyrosim.ru/download/Pathfinder\\_rus\\_manual.pdf](https://www.pyrosim.ru/download/Pathfinder_rus_manual.pdf)
35. Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical model / К. McGrattan [et al.] // NIST Special Publication 1018-5. 2009. -94р.
36. Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide / К. McGrattan [et al.] // NIST Special Publication 1019-5. 2009. -176.
37. Forney, G.P. Smokeview (Version 5): A Tool for Vizualizing Fire Dynamics Simulation Data Volume 1: User's Guide / G.P. Forney // NIST Special Publication 1017-1, 2008. – 142 p.
38. PyroSim - полевая модель пожара. URL: <https://www.thunderheadeng.com/pyrosim>
39. Дендаренко В. Ю. Модель процесу управління станом пожежної безпеки. Наукові праці. Комп'ютерні технології. 2014. С. 44–46.
40. Черноусенко О.Ю., Чепелюк О.О., Риндюк Д.В. Основи наукових досліджень та інженерної творчості // Навчальний посібник для студентів напрямів підготовки 144 «Теплоенергетика». К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 270 с.
41. Сізіков О.О., Ніжник В.В., Балло Я.В., Голікова С.Ю., Савченко О.В. Систематизація процесу управління пожежною безпекою об'єкта захисту. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 2 (8), 2019. С. 41–49.
42. Кріса І.Я., Михайлов Ю.М., Белан С.В., Штангей Г.В., Єременко В.П. Методи визначення осередку пожежі: Навчальний посібник. Харків: АЦЗУ, 2005. 215 с.

43. Степчук О.М., Полюхович Е.С. Яковчук Р.С. Комп'ютерне моделювання як метод наукових досліджень у галузі пожежної безпеки. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. С. 73–76.

44. Кустов М. В., Соболев О. М., Федоряка О. І. Територіальне розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 1(33). С. 181–192.

45. Тесленко О. М., Цимбалістий С. З., Кравченко Н. В., Доценко О. Г., Крикун О. М. Аналіз існуючих програмних комплексів для розрахунку часу евакуації людей під час пожежі. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 1 (7), 2019. С. 33–39.

46. Кодекс академічної доброчесності Національного університету цивільного захисту України. Харків, 2022. 13 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. <http://moodle.nuczu.edu.ua/course/> – Система дистанційного навчання «Moodle НУЦЗУ» Національного університету цивільного захисту України.

2. <https://www.rada.gov.ua> – Офіційний вебпортал парламенту України. Верховна Рада України.

3. <https://mon.gov.ua/ua> – Міністерство освіти і науки.

4. <http://www.dsns.gov.ua> – Державна служба України з надзвичайних ситуацій.

5. <https://www.nas.gov.ua> – Національна академія наук України.

6. <https://nbuv.gov.ua> – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.

7. <https://korolenko.kharkov.com> – Харківська державна наукова бібліотека ім. В.Г. Короленка.

8. <http://library.nuczu.edu.ua/> – Національний університет цивільного захисту України. Бібліотека.

9. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/> – Електронний репозитарій Національного університету цивільного захисту України (eNUCPUIR).

10. <https://www.wipo.int/portal/en> – World Intellectual Property Organization – Всесвітня організація інтелектуальної власності.

11. <http://www.uacr.kiev.ua> – Державна організації «Українське агентство з авторських та суміжних прав».

12. <https://uapatents.com> – База патентів України.

13. <https://base.uipv.org/searchINV/> – Державне підприємство Український інститут інтелектуальної власності (УКРПАТЕНТ).

14. <https://scholar.google.com.ua> – Google Академія – Google Scholar.

15. <https://www.elsevier.com> – Science Direct Freedom Collection – Повнотекстова база даних видавничої корпорації Elsevier.

16. <https://www.researchgate.net/> – ResearchGate – Безкоштовна

соціальна мережа та засіб співпраці вчених усіх наукових дисциплін.

17. <https://www.scopus.com> – SciVerse Scopus – Реферативна база даних та наукометрична платформа видавничої корпорації Elsevier.

18. <https://www.liga.net> – Комплексна система інформаційно-правового забезпечення.

19. <https://www.nature.com/wls> – World Library of Science – Всесвітня наукова бібліотека ЮНЕСКО.

20. <https://iafss.org> – The International Association for Fire Safety Science – Міжнародна асоціація науки про пожежну безпеку.

*Навчальне видання*

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ПОЖЕЖНІЙ  
БЕЗПЕЦІ**

Методичні вказівки  
з організації самостійної роботи при вивченні  
навчальної дисципліни за освітньо-науковою програмою «Пожежна  
безпека», які навчаються на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої  
освіти у галузі знань 26 «Цивільна безпека»