

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут інженерної та спеціальної підготовки

(назва інституту)

Кафедра протимінної діяльності та спеціальної підготовки

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. Начальника навчально-наукового
інституту інженерної та спеціальної
підготовки

(назва інституту)



(підпис)

Георгій ГАЛЬКЕВИЧ
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 28 » 08 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія моделювання вибуху

назва навчальної дисципліни

обов'язкова професійна

обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова

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

Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю

(назва освітньої програми)

підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

(найменування освітнього ступеня)

у галузі знань К «Безпека та оборона»

(код та найменування галузі знань)

за спеціальністю К10 «Цивільна безпека»

(код та найменування спеціальності)

мова навчання українська

Схвалено вченою радою
навчально-наукового інституту
інженерної та спеціальної підготовки

(назва інституту)

Протокол від

« 28 » 08 2026 року № 15

Черкаси – 2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія моделювання вибуху»

(назва навчальної дисципліни)

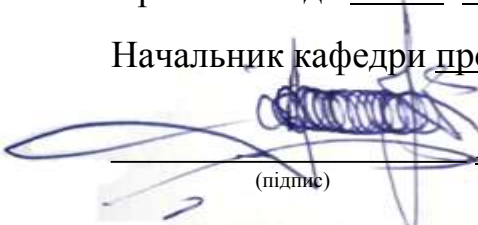
розроблена відповідно до освітньої-професійно програми «Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю» для підготовки здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем вищої в галузі знань освіти К «Безпека та оборона» за спеціальністю К10 «Цивільна безпека».

Розробник: Доцент кафедри протимінної діяльності та спеціальної підготовки навчально-наукового інституту інженерної та спеціальної підготовки, к.т.н., доцент Толкунов І.О.

Робочу програму навчальної дисципліни рекомендовано кафедрою протимінної діяльності та спеціальної підготовки

Протокол від « 25 » 08 2026 року № 1

Начальник кафедри протимінної діяльності та спеціальної підготовки



Андрій ГУБЕНКО

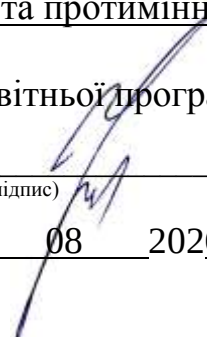
(підпис)

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« 25 » 08 2026 року

Схвалено проектною групою освітньої програми «Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю»

Гарант освітньої програми



Ігор ТОЛКУНОВ

(підпис)

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« 25 » 08 2026 року

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає у визначенні параметрів ударної хвилі, параметрів кумулятивного струменя, детонації та чутливості вибухових речовин до зовнішніх дій при виконанні дій за призначенням щодо ліквідації надзвичайних ситуацій шляхом проведення вибухових робіт піротехнічними підрозділами; використання методів теоретичного вивчення підводного вибуху, для проведення підводних вибухових робіт; виконанні заходів щодо локалізації дії осколків (уламків) на об'єкти, що знаходяться в безпосередній близькості від місця проведення вибухових робіт; будування картини вибуху при підготовці документації щодо виконання вибухових робіт в різних умовах.

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен отримати:

знання:

- вибухових перетворень в залежності від класифікації вибухових речовин;
- процеси термодинаміки;
- теорії ударних хвиль;
- процес зміни температури і ентропії при ударному і ізоентропічному процесі;
- дисипації енергії на фронті ударної хвилі;
- ударних адіабаті твердих і рідких тіл;
- плоскої ударної хвилі;
- косих ударних хвиль;
- теорії детонації вибухових речовин;
- чутливості вибухових речовин до зовнішніх дій;
- чутливості вибухових речовин до ударної-хвилі;
- вибуху в різних середовищах;
- сейсмічного ефекту вибуху;
- класифікації механізмів взаємодії осколків з перешкодою;

уміння/навички:

- розв'язувати диференціальні рівняння руху в залежності від середовища;
- розв'язувати рівняння плоского ізоентропічного руху ідеального середовища;
- проводити розрахунок необоротних втрат енергії;
- моделювання вибухових процесів;
- визначення швидкості і оболонки заряду руху оболонки заряду;
- вирішувати задачі по високошвидкісному метанню тіл і проникненню ударників у перешкоди;

комунікацію:

- взаємодія з підлеглими при виконанні математичних розрахунків вибухових процесів під час роботи в команді;

відповідальність та автономію:

- відповідальність за проведені розрахунки при моделюванні вибухових процесів.

2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти
	заочна (дистанційна)
Статус дисципліни	обов'язкова
Рік підготовки	2026-2027
Семестр	1-й
Обсяг дисципліни:	
- в кредитах ЄКТС	3
- загальна кількість годин	90
- кількість модулів	2
Розподіл часу за навчальним планом (в годинах):	
- лекції	6
- практичні заняття	2
- семінарські заняття	-
- лабораторні заняття	-
- курсовий проект (робота)	-
- інші види занять	-
- самостійна робота	82
- індивідуальні завдання (науково-дослідне)	-
Форма підсумкового контролю	
(курсова робота (курсний проект); диференційний залік; іспит)	диференційний залік

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою для вивчення дисципліни є засвоєння результатів навчання, що передбачені освітнім компонентом: «Теорія моделювання вибуху». «Вибухові та піротехнічні роботи».

4. Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання

Програмні результати навчання	РН
Здійснювати техніко-економічні розрахунки заходів у сфері професійної діяльності.	РН08
Розв'язувати проблеми у нових або незнайомих ситуаціях за наявності неповної або обмеженої інформації, оцінювати ризики, здійснювати відповідні дослідження.	РН11
Застосовувати методи розрахунку параметрів вибуху, моделювання вибухових процесів і прогнозування зон ураження для обґрунтування безпечних і ефективних способів знешкодження (знищення) вибухонебезпечних предметів.	РН24

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та спеціальні (професійні))	ЗК, СК
Здатність організовувати та проводити моніторинг за визначеними об'єктами, явищами та процесами, аналізувати його результати та розроблювати науково-обґрунтовані рекомендації на підставі отриманих даних.	СК14
Здатність оцінювати і корегувати рівень безпеки працюючих організації (підрозділу).	СК17
Здатність ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення щодо планування, організації та виконання робіт з обстеження, маркування, очищення (розмінування), знешкодження (знищення) вибухонебезпечних предметів на основі розрахунку параметрів вибуху, оцінювання ефективності зарядів руйнування, прогнозування зон ураження та моделювання вибухових процесів, з урахуванням можливих наслідків гуманітарного, соціально-психологічного, економічного та екологічного характеру.	СК20

5. Програма навчальної дисципліни

Теми навчальної дисципліни:

МОДУЛЬ 1. Сутність вибухових речовин та ударної хвилі в середовищах.

Тема 1.1. Вибухові перетворення. Класифікація ВР і складів на їх основі. Енергія вибухового пристрою.

Тема 1.2. Деякі відомості з термодинаміки. Перший початок термодинаміки. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Другий початок термодинаміки. Рівняння стану речовини.

Тема 1.3. Диференціальні рівняння руху суцільного середовища. Лагранж і Ейлерові координати. Рівняння руху твердого середовища, що стискається. Рівняння руху ідеального середовища. Інтеграли рівнянь Ейлера. Диференціальні рівняння одновимірного руху ідеального середовища.

Тема 1.4. Диференціальні рівняння руху. Характеристики плоскої ізоентропічної течії. Вирішення диференціальних рівнянь плоского ізоентропічного руху досконалого газу.

Тема 1.5. Зв'язок між параметрами на фронті ударної хвилі з параметрами перед фронтом ударної хвилі для різних середовищ.

Тема 1.6. Співвідношення на фронті ударної хвилі з урахуванням процесів дисоціації і іонізації. Ударна адіабата. Подвійне ударне стиснення.

Тема 1.7. Зміна температури і ентропії при ударному і ізоентропічному процесах в досконалому газі. Зміна температури при ударному стисненні. Зміна ентропії при ударному стисненні. Неможливість існування ударної хвилі розрідження в речовині з нормальними.

Тема 1.8. Необоротні втрат енергії на фронті ударної хвилі. Повні необоротні втрати енергії на фронті ударної хвилі.

Тема 1.9. Визначення питомих необоротних втрат енергії на фронті ударної хвилі. Визначення повних необоротних втрат енергії на фронті ударної хвилі. Наближений розрахунок необоротних втрат енергії.

Тема 1.10. Ударні адіабати. Метод гальмування. Рівняння стану рідин і твердих тіл. Плоска пряма ударна хвиля. Основні залежності. Акустична теорія ударних хвиль.

Тема 1.11. Зв'язок між параметрами на фронті косої ударної хвилі. Відображення прямих та косих хвиль від твердої стінки.

МОДУЛЬ 2. Вплив детонації вибухових речовин на середовища та системи.

Тема 2.1. Деякі властивості вибухових речовин. Гідродинамічна теорія детонації. Теорія детонації ідеального вибухового газу. Теорія детонації вибухових речовин, що конденсують. Термічне рівняння стану.

Тема 2.2. Початковий або ініціюючий імпульс. Чутливість ВР до теплової дії, до механічної дії. Чутливість ВР до ударно-хвильової дії.

Тема 2.3. Розліт продуктів детонації за фронтом детонаційної хвилі. Віддзеркалення детонаційної хвилі від жорсткої стінки. Активна маса вибухової речовини.

Тема 2.4. Віддзеркалення детонаційних хвиль від різних середовищ. Віддзеркалення УВ від межі двох інертних середовищ. Зіткнення двох твердих тіл.

Тема 2.5. Фізичні уявлення про процес вибуху в повітрі. Визначення імпульсу вибуху в повітрі. Методи теоретичного рішення задачі про детонацію заряду вибухової речовини в повітрі.

Тема 2.6. Точковий вибух. Експериментальні залежності параметрів повітряних ударних хвиль при газових вибухах. Вражальна дія ударних хвиль в повітрі.

Тема 2.7. Фізико-механічні властивості ґрунтів та скельних порід. Камуфлет. Вибух на викид. Підземний вибух. Сейсмічний ефект вибуху. Параметри сейсмічних хвиль.

Тема 2.8. Елементи теорії моделювання. Моделювання звичайного і точкового вибуху. Методи обробки досвідчених даних в повітрі і воді при моделюванні. Теорія і практика моделювання. Моделювання складних систем.

Тема 2.9. Наближений метод визначення швидкості і закону руху оболонки заряду. Визначення швидкості оболонки заряду. Визначення закону руху оболонки заряду.

Тема 2.10. Завдання про метання жорсткої пластини. Метання міцної пластини, що стискається, і короткої циліндричної оболонки. Балістика осколків.

Тема 2.11. Статичний розподіл осколків.

Тема 2.12. Стандартні осколкові циліндри. Дія осколків.

Тема 2.13. Фізичні уявлення про кумуляцію. Визначення діаметру отвору при проникненні кумулятивного струменя в перешкоду. Деякі конструктивні особливості кумулятивних зарядів.

Тема 2.14. Електромагнітні явища під час вибуху. Метод оцінки теплового випромінювання вибуху.

Тема 2.15. Пружні хвилі. Пластичні хвилі в твердих тілах.

Тема 2.16. Ударні хвилі в твердих тілах. Відкол.

Тема 2.17. Теорія моделювання вибухових процесів. Експериментальні дослідження високошвидкісного вибухового метання тіл. Фізика взаємодії тіл з перешкодою.

Тема 2.18. Чисельні методи вирішення задач по високошвидкісному метанню тіл і проникненню ударників в перешкоди.

Тема 2.19. Ущільнення металів вибухом. Зварювання вибухом. Штампування металів вибухом.

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять (очна (денна, вечірня) форма):

Назви модулів і тем	Заочна (дистанційна) форма					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекції	семінарські заняття	практичні заняття	лабораторні заняття (інші види занять)	самостійна робота
1-й семестр						
Модуль 1. Сутність вибухових речовин та ударної хвилі в середовищах						
Тема 1.1. Вибухові перетворення. Класифікація ВР і складів на їх основі. Енергія вибухового пристрою	4	2	-	-	-	2

Тема 1.2. Деякі відомості з термодинаміки. Перший початок термодинаміки. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Другий початок термодинаміки. Рівняння стану речовини	3	-	-	-	-	3
Тема 1.3. Диференціальні рівняння руху суцільного середовища. Лагранж і Ейлерові координати. Рівняння руху твердого середовища, що стискається. Рівняння руху ідеального середовища. Інтеграли рівнянь Ейлера. Диференціальні рівняння одновимірного руху ідеального середовища	3	-	-	-	-	3
Тема 1.4. Диференціальні рівняння руху. Характеристики плоскої ізоентропічної течії. Вирішення диференціальних рівнянь плоского ізоентропічного руху досконалого газу	3	-	-	-	-	3
Тема 1.5. Зв'язок між параметрами на фронті ударної хвилі з параметрами перед фронтом ударної хвилі для різних середовищ	3	-	-	-	-	3

Тема 1.6. Співвідношення на фронті ударної хвилі з урахуванням процесів дисоціації і іонізації. Ударна адіабата. Подвійне ударне стиснення	3	-	-	-	-	3
Тема 1.7. Зміна температури і ентропії при ударному і ізоентропічному процесах в досконалому газі. Зміна температури при ударному стисненні. Зміна ентропії при ударному стисненні. Неможливість існування ударної хвилі розрідження в речовині з нормальними	3	-	-	-	-	3
Тема 1.8. Необоротні втрати енергії на фронті ударної хвилі. Повні необоротні втрати енергії на фронті ударної хвилі	3	-	-	-	-	3
Тема 1.9. Визначення питомих необоротних втрат енергії на фронті ударної хвилі. Визначення повних необоротних втрат енергії на фронті ударної хвилі. Наближений розрахунок необоротних втрат енергії	3	-	-	-	-	3
Тема 1.10. Ударні адіабати. Метод гальмування.	3	-	-	-	-	3

Рівняння стану рідин і твердих тіл. Плоска пряма ударна хвиля. Основні залежності. Акустична теорія ударних хвиль						
Тема 1.11. Зв'язок між параметрами на фронті косої ударної хвилі. Відображення прямих та косих хвиль від твердої стінки	3	-	-	-	-	3
Разом за модулем 1	34	2				32
Модуль 2. Вплив детонації вибухових речовин на середовища та системи						
Тема 2.1. Деякі властивості вибухових речовин. Гідродинамічна теорія детонації. Теорія детонації ідеального вибухового газу. Теорія детонації вибухових речовин, що конденсують. Термічне рівняння стану	3	-	-	-	-	3
Тема 2.2. Початковий або ініціюючий імпульс. Чутливість ВР до теплової дії, до механічної дії. Чутливість ВР до ударно-хвильової дії	4	-	-	-	-	4
Тема 2.3. Розліт продуктів детонації за фронтом детонаційної хвилі. Віддзеркалення детонаційної хвилі від жорсткої стінки. Активна маса вибухової речовини	3	-	-	-	-	3
Тема 2.4.	3	-	-	-	-	3

Віддзеркалення детонаційних хвиль від різних середовищ. Віддзеркалення УВ від межі двох інертних середовищ. Зіткнення двох твердих тіл						
Тема 2.5. Фізичні уявлення про процес вибуху в повітрі. Визначення імпульсу вибуху в повітрі. Методи теоретичного рішення задачі про детонацію заряду вибухової речовини в повітрі	4	2	-	-	-	2
Тема 2.6. Точковий вибух. Експериментальні залежності параметрів повітряних ударних хвиль при газових вибухах. Вражальна дія ударних хвиль в повітрі	3	-	-	-	-	3
Тема 2.7. Фізико-механічні властивості ґрунтів та скельних порід. Камуфлет. Вибух на викид. Підземний вибух. Сейсмічний ефект вибуху. Параметри сейсмічних хвиль	4	2	-	-	-	2
Тема 2.8. Елементи теорії моделювання. Моделювання звичайного і точкового вибуху. Методи обробки досвідчених даних в повітрі і воді при	3	-	-	-	-	3

модельованні. Теорія і практика модельовання. Модельовання складних систем						
Тема 2.9. Наближений метод визначення швидкості і закону руху оболонки заряду. Визначення швидкості оболонки заряду. Визначення закону руху оболонки заряду	3	-	-	-	-	3
Тема 2.10. Завдання про метання жорсткої пластини. Метання міцної пластини, що стискається, і короткої циліндричної оболонки. Балістика осколків	3	-	-	-	-	3
Тема 2.11. Статичний розподіл осколків	3	-	-	-	-	3
Тема 2.12. Стандартні осколкові циліндри. Дія осколків	3	-	-	-	-	3
Тема 2.13. Фізичні уявлення про кумуляцію. Визначення діаметру отвору при проникненні кумулятивного струменя в перешкоду. Деякі конструктивні особливості кумулятивних зарядів	3	-	-	-	-	3
Тема 2.14. Електромагнітні явища під час вибуху. Метод оцінки теплового	4	-	-	2 (в.т.ч. МКР-1, 2)	-	2

випромінювання вибуху						
Тема 2.15. Пружні хвилі. Пластичні хвилі в твердих тілах	2	-	-	-	-	2
Тема 2.16. Ударні хвилі в твердих тілах. Відкол	2	-	-	-	-	2
Тема 2.17. Теорія моделювання вибухових процесів. Експериментальні дослідження високошвидкісного вибухового метання тіл. Фізика взаємодії тіл з перешкодою	2	-	-	-	-	2
Тема 2.18. Чисельні методи вирішення задач по високошвидкісному метанню тіл і проникненню ударників в перешкоди	2	-	-	-	-	2
Тема 2.19. Ущільнення металів вибухом. Зварювання вибухом. Штампування металів вибухом	2	-	-	-	-	2
Разом за модулем 2	56	4	-	2	-	50
Диференційний залік	-	-	-	-	-	-
Разом за дисципліну	90	6	-	2	-	82

Теми лекцій

№ теми	Назва теми лекції	Кількість годин
1.1.	1. Вибухові перетворення. Класифікація вибухових речовин і складів на їх основі. Енергія вибухового пристрою.	2
2.5.	1. Фізичні уявлення про процес вибуху в повітрі. Визначення імпульсу вибуху в повітрі. Методи теоретичного рішення задачі про детонацію заряду вибухової речовини в повітрі.	2
2.7.	1. Фізико-механічні властивості ґрунтів та скельних порід.	2

	Камуфлет. Вибух на викид. Підземний вибух. Сейсмічний ефект вибуху. Параметри сейсмічних хвиль.	
Разом:		6

Теми практичних занять

№ теми	Назва теми практичного заняття	Кількість годин
2.14.	1. Електромагнітні явища під час вибуху. Метод оцінки теплового випромінювання вибуху.	2
Разом:		2

Індивідуальні завдання (орієнтовна тематика індивідуальних завдань)

Для здобувачів вищої освіти передбачено виконання модульних контрольних робіт, які є обов'язковою формою поточного контролю знань. Модульні контрольні роботи виконуються відповідно до Методичних рекомендацій (вказівок) щодо виконання модульних контрольних робіт з навчальної дисципліни «Теорія моделювання вибуху» за освітньо-професійною програмою «Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю». Зміст модульних контрольних робіт охоплює теоретичні питання.

Індивідуальні завдання заохочувального характеру виконуються здобувачами вищої освіти за власним бажанням та спрямовані на поглиблення і розширення знань з навчальної дисципліни. До індивідуальних завдань належать підготовка та публікація тез доповідей за результатами наукових досліджень у матеріалах конференцій з актуальних питань, що відповідають змісту та проблематиці навчальної дисципліни.

Вимоги до тез доповідей на конференції.

Тези доповіді повинні відповідати тематиці навчальної дисципліни та бути опубліковані у збірнику матеріалів конференції. Оформлення тез здійснюється відповідно до вимог організаційного комітету відповідної конференції.

Критерії оцінювання. Підготовка та публікація однієї тези доповіді оцінюється в межах від 0 до 5 балів. Кількість балів визначається з урахуванням актуальності тематики, наукового рівня роботи, відповідності змісту тематиці навчальної дисципліни, якості оформлення матеріалів, а також особистого внеску здобувача вищої освіти у підготовку та публікацію тез. Виконання індивідуального завдання передбачає публікацію не більше двох тез доповіді у кожному семестрі.

6. Форми та методи навчання і викладання

Вивчення навчальної дисципліни «Теорія моделювання вибуху» реалізується **в таких формах**: навчальні заняття за видами, консультації, контрольні заходи, самостійна робота.

В навчальній дисципліні використовуються такі методи навчання і викладання:

- методи навчання за джерелами набуття знань: словесні методи навчання (лекція, пояснення, бесіда, інструктаж); наочні методи навчання (ілюстрація, демонстрація, спостереження); практичні методи навчання (практична робота, виїзні заняття);
- методи навчання за характером логіки пізнання: аналітичний; синтетичний; індуктивний; дедуктивний; традиційний;
- методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності тих, хто навчається: проблемний виклад; частково-пошуковий; дослідницький;
- інноваційні методи навчання: робота з навчально-методичною літературою та відео метод; навчання з використанням технічних ресурсів; інтерактивні методи; методи організації навчального процесу, що формують соціальні навички;
- науково-дослідна робота;
- самостійна робота.

7. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: поточний та підсумковий контроль. Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті методом усного опитування, написанням самостійних завдань, тестового контролю. У процесі вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти виконують дві модульні контрольні роботи. Підсумковий контроль проводиться у формі диференційного заліку.

Оцінювання результатів навчання з дисципліни «Теорія моделювання вибуху» здійснюється за накопичувальною бально-рейтинговою системою, основною метою якої є регулярна й комплексна оцінка результатів навчальної діяльності та сформованості компетентностей.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Оцінювання рівня навчальних досягнень здобувачів з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті цивільного захисту України за 100-бальною шкалою.

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі:

- усне опитування – застосовується під час проведення усіх видів навчальних занять з метою визначення рівня засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу попереднього заняття;
- тестовий експрес-контроль – проводиться з метою перевірки рівня знань здобувачів вищої освіти за попереднє (декілька попередніх) занять, або після завершення вивчення матеріалу змістового модуля;
- тестовий контроль – як правило, проводиться після завершення вивчення здобувачами вищої освіти матеріалу блоку змістових модулів;
- комбінована форма контролю – поєднання під час проведення навчальних занять усного опитування та експрес-контролю, або експресконтролю з тестовим контролем з метою максимального охоплення кількості залучених до контролю здобувачів вищої освіти і більш якісної перевірки рівня засвоєння ними знань.

Підсумковий контроль проводиться у формі іспиту

Розподіл балів, які отримують здобувачі, за результатами опанування навчальної дисципліни, формою підсумкового контролю якого є:

- диференційний залік (для заочної форми навчання)

Розподіл балів						
1-й семестр						
Модуль 1	Модуль 2			Модульна контрольна робота №1	Модульна контрольна робота №2	Індивідуальні завдання
T.1.1	T.2.5	T.2.7	T.2.14			
-	-	-	до 20	до 30	до 30	до 10*
Диференційний залік						
до 20						

Примітки: За практичне заняття здобувачу вищої освіти нараховується до 20-ти балів. Модульні контрольні роботи є обов'язковими до виконання. Здобувач вищої освіти, який **не склав** їх (не набрав мінімальної кількості балів – менше 20-ти) **до диференційного заліку не допускається та вважається таким, що має академічну заборгованість.**

* бали, нараховані за виконання заохочувального індивідуального завдання, додаються до загальної суми балів, при цьому загальна кількість балів за результатами вивчення навчальної дисципліни не може перевищувати 100.

Мінімальна сума балів за поточний контроль для допуску здобувача вищої освіти до іспиту повинна становити 40 балів.

Поточний контроль.

Поточний контроль здійснюється на практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із

зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих навичок під час виконання завдань на практичних заняттях. В ході фронтального опитування здобувачам вищої освіти як правило пропонується по два запитання по вивченому матеріалу, за що він отримує відповідний підсумковий результат.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів):

17-20 балів – обидва питання розкриті в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни. Відповідь оформлено граматично і стилістично без помилок;

13-16 балів – обидва питання розкриті, але обґрунтування відповіді недостатнє, у відповіді допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

9-12 балів – розкрито одне питання в повному обсязі, а друге питання розкрито частково, у відповіді допущені значні граматичні чи стилістичні помилки;

5-8 балів – обидва питання розкриті частково, у відповіді допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

1-4 бали – одне питання розкрито частково, у відповіді допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки.

0 балів – завдання не виконане.

НПП оцінюється повнота розкриття питань, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення письмової роботи, самостійність виконання.

Модульний контроль.

Модульні контрольні роботи є складовою поточного контролю і здійснюються через проведення письмової роботи, яка виконується самостійно в міжсесійний період.

Кожен варіант модульних контрольних робіт складаються з трьох завдань з теоретичного матеріалу. Відповіді передбачають розуміння сутності та чітке викладення та містити: обґрунтування підходів, вибір шляхів для змістовний висновків на поставлене питання. Модульний контроль вважається зарахованим в тому випадку, якщо здобувач набрав 20-ть та більше балів.

Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні модульних контрольних робіт (оцінюється в діапазоні від 0 до 30 балів):

24-30 балів – вірні та змістовні відповіді на всі завдання з дотриманням всіх вимог до виконання;

16-23 бали – вірні відповіді, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

7-15 балів – на два завдання є змістовна відповідь, останнє завдання виконано формально;

1-6 балів – виконано одне із завдань;

0 балів – відповідь відсутня.

Зарахованою вважається модульна контрольна робота, якщо здобувач вищої освіти отримав 20 і більше балів, в іншому випадку робота підлягає перескладанню.

Підсумковий контроль.

Підсумковий контроль здійснюється в ході диференційного заліку по завершенню вивчення навчальної дисципліни. Кожен білет складається з двох завдань з теоретичного матеріалу.

Критерії оцінювання знань здобувачів під час здачі іспиту (оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів):

15-20 балів – вірні та змістовні відповіді на всі завдання з дотриманням всіх вимог до виконання;

10-14 балів – вірні відповіді, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

5-9 балів – на два завдання є відповідь, але виконані вони формально;

1-4 бали – виконано одне із завдань;

0 балів – відповідь відсутня.

Зданим вважається диференційний залік, якщо здобувач вищої освіти отримав 10 і більше балів, в іншому випадку диференційний залік підлягає перескладанню в порядку, передбаченому чинним нормативним актам з організації освітнього процесу в НУЦЗ України.

Перелік теоретичних питань для підготовки до диференційного заліку:

1. Модуль 1. Сутність вибухових речовин та ударної хвилі в середовищах

1. Поведінка вибухових речовин.
2. Режими вибухових перетворень.
3. Якості режимів вибухових перетворень.
4. Вимоги, що пред'являється до вибухових речовин і складів на їх основі.

5. Класифікація вибухових речовин і складів на їх основі.

6. Енергія вибухового пристрою.

7. Деякі відомості з термодинаміки.

8. Перший початок термодинаміки.

9. Ізохорний процес.

10. Ізобарний процес.

11. Другий початок термодинаміки.

12. Рівняння стану речовини.

13. Диференціальні рівняння руху суцільного середовища.

14. Лагранж і Ейлерові координати.

15. Рівняння руху твердого середовища, що стискається.

16. Рівняння руху ідеального середовища.

17. Інтеграли рівнянь Ейлера.

18. Диференціальні рівняння одновимірного руху ідеального

середовища.

19. Диференціальні рівняння руху.
20. Характеристики плоскої ізоентропічної течії.
21. Вирішення диференціальних рівнянь плоского ізоентропічного руху досконалого газу.
22. Зв'язок між параметрами на фронті ударної хвилі з параметрами перед фронтом ударної хвилі для різних середовищ.
23. Співвідношення на фронті ударної хвилі в ідеальному середовищі.
24. Співвідношення на фронті ударної хвилі у твердому тілі.
25. Співвідношення на фронті ударної хвилі для досконалого газу без урахування процесів дисоціації і іонізації.
26. Співвідношення на фронті ударної хвилі з урахуванням процесів дисоціації і іонізації.
27. Ударна адіабата.
28. Подвійне ударне стиснення.
29. Зміна температури при ударному стисненні.
30. Зміна ентропії при ударному стисненні.
31. Неможливість існування ударної хвилі розрідження в речовині з нормальними властивостями.
32. Товщина фронту ударної хвилі.
33. Слабкі і сильні УВ в досконалому газі.
34. Визначення питомих необоротних втрат енергії на фронті ударної хвилі.
35. Визначення повних необоротних втрат енергії на фронті ударної хвилі.
36. Наближений розрахунок необоротних втрат енергії.
37. Визначення ударних адіабат.
38. Визначення ударних адіабат методом гальмування.
39. Рівняння стану рідин і твердих тіл.
40. Плоска пряма ударна хвиля.
41. Основні залежності.
42. Акустична теорія ударних хвиль.
43. Зв'язок між параметрами на фронті косої ударної хвилі.
44. Відображення прямих та косих хвиль від твердої стінки.

Модуль 2. Вплив детонації вибухових речовин на середовища та системи

45. Деякі властивості вибухових речовин.
46. Гідродинамічна теорія детонації.
47. Теорія детонації ідеального вибухового газу.
48. Теорія детонації вибухових речовин, що конденсують.
49. Термічне рівняння стану.
50. Початковий або ініціюючий імпульс.
51. Чутливість ВР до теплової дії, до механічної дії.
52. Чутливість вибухових речовин до ударно-хвильової дії.

53. Розліт продуктів детонації за фронтом детонаційної хвилі.
54. Віддзеркалення детонаційної хвилі від жорсткої стінки.
55. Активна маса вибухової речовини.
56. Віддзеркалення детонаційних хвиль від різних середовищ.
57. Віддзеркалення ударної хвилі від межі двох інертних середовищ.
58. Зіткнення двох твердих тіл.
59. Фізичні уявлення про процес вибуху в повітрі.
60. Визначення імпульсу вибуху в повітрі.
61. Методи теоретичного рішення задачі про детонацію заряду вибухової речовини в повітрі.
62. Точковий вибух.
63. Експериментальні залежності параметрів повітряних ударних хвиль при газових вибухах.
64. Вражальна дія ударних хвиль в повітрі.
65. Фізика вибуху у воді.
66. Методи теоретичного вивчення підводного вибуху.
67. Фізико-механічні властивості ґрунтів та скельних порід.
68. Камуфлет.
69. Вибух на викид.
70. Підземний вибух.
71. Сейсмічний ефект вибуху.
72. Параметри сейсмічних хвиль.
73. Елементи теорії моделювання.
74. Моделювання звичайного і точкового вибуху.
75. Методи обробки досвідчених даних в повітрі і воді при моделюванні.
76. Теорія і практика моделювання.
77. Моделювання складних систем.
78. Наближений метод визначення швидкості і закону руху оболонки заряду.
79. Визначення швидкості оболонки заряду.
80. Визначення закону руху оболонки заряду.
81. Завдання про метання жорсткої пластини.
82. Метання міцної пластини, що стискається, і короткої циліндричної оболонки.
83. Балістика осколків.
84. Статичний розподіл осколків.
85. Стандартні осколкові циліндри.
86. Дія осколків.
87. Гідродинамічна теорія кумуляції.
88. Наближений метод розрахунку параметрів кумулятивного струменя.
89. Визначення глибини пробиття перешкоди кумулятивним струменем.
90. Визначення глибини проникнення кумулятивного струменя з урахуванням стисливості перешкоди і струменя.
91. Визначення діаметру отвору при проникненні кумулятивного струменя в перешкоду.

92. Деякі конструктивні особливості кумулятивних зарядів.
93. Електромагнітні явища під час вибуху.
94. Метод оцінки теплового випромінювання вибуху.
95. Пружні хвилі.
96. Пластичні хвилі в твердих тілах.
97. Ударні хвилі в твердих тілах.
98. Відкол.
99. Теорія моделювання вибухових процесів.
100. Експериментальні дослідження високошвидкісного вибухового метання тіл.
101. Фізика взаємодії тіл з перешкодою.
102. Чисельні методи вирішення задач по високошвидкісному метанню тіл і проникненню ударників в перешкоди.
103. Ущільнення металів вибухом.
104. Зварювання вибухом.
105. Штампування металів вибухом.

9. Засоби провадження освітньої діяльності

Вивчення дисципліни «Теорія моделювання вибуху» передбачає проведення лекційних та практичного заняття з використанням мультимедійного обладнання, спеціалізованих стендів, імітаційних вибухових макетів, а також самостійну роботу здобувачів вищої освіти. Практичні заняття проводяться у спеціально обладнаному класі з використанням стендів у спеціально обладнаному класі з використанням стендів та мультимедійного обладнання.

10. Політика викладання навчальної дисципліни

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.

2. Сумлінне виконання здобувачами вищої освіти розкладу занять з навчальної дисципліни.

3. Користуватися мобільними пристроями під час заняття дозволяється тільки з навчальною метою та з дозволу НПП.

4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у НПП, який викладає навчальну дисципліну, та вести власний облік цих балів.

До здачі іспитів допускаються здобувачі вищої освіти, які отримали позитивні оцінки (не менше ніж обов'язків прохідний бал) по всім модульним контрольним роботам.

11. Рекомендовані джерела інформації

Література

1. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю» для підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань К «Безпека та оборона» за спеціальністю К10 «Цивільна безпека» (Розглянуто та затверджено вченою радою Національного університету цивільного захисту України протокол №12 від 25 червня 2026 р.).
2. Закон України від 06.12.2018 р. №2642-VIII (зі змінами від 06.05.2023) «Про протимінну діяльність в Україні». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2642-19#Text>.
3. Наказ ДСНС України від 07.07.2026 № НС-977 «Про затвердження Порядку організації та ведення органами та підрозділами цивільного захисту вибухових робіт».
4. Наказ МО України від 04.01.2017 № 1 «Про затвердження Керівництва з підривної (вибухової) справи у МО України та ЗС України».
5. Vasilis Karlos, George Solomos. Calculation of Blast Loads for Application to Structural Components. / Administrative Arrangement No JRC 32253-2011 with DG-HOME Activity A5 – Blast Simulation Technology Development (DOI:10.2788/61866). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 58 p.
6. Obed Samuelraj Isaac, Omar Ghareeb Alshammari, Erik Green Pickering, Samuel David Clarke and Samuel Edward Rigby. Blast wave interaction with structures – An overview. / International Journal of Protective Structures (DOI: 10.1177/20414196221118595). Sheffield: The University of Sheffield, Department of Civil and Structural Engineering, 2023, Vol. 14(4). P.584–630.
7. Shalva Marjanishvili and Iman Alsharkawi. Blast and Impact Effects on Structures. / Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Structural engineering and geomechanics. USA, San Francisco: Hinman Consulting Engineers, Inc.
8. Адаменко М.І. та інш. Безпека зберігання вибухових речовин та боєприпасів. НП. Харків. 2004 р.
9. Барбашин В.В., Назаров О.О., Рютин В.В., Толкунов І.О. Основи організації піротехнічних робіт. Навчальний посібник: Під ред. В.П. Садкового. Харків, ВРВД УЦЗУ. 2010. 353 с.
10. Ментус І.Е. Бойова ефективність зарядів руйнування. Навчальний посібник Київ, ВП ПДАТА. 2004. 45 с.
11. Ремез Н.С.. Взаємодія вибухових хвиль з ґрунтами і елементам техноурбоєкосистем. Київ, Центр учбової літератури. 2019. 335 с.
12. Соколов В.В., Терещук Р.М., Григор'єв О.Є. Технологія та безпека виконання підривних робіт. Навч. посіб. для ВНЗ. МОУ. Дніпро, НГУ. 2017. 314 с. С. 212-238.
13. Коробійчук В.В., Соколовський В.О., Іськов С.С. Руйнування гірських порід та безпека вибухових робіт: підручник. / Житомир: ЖДТУ, 2019. 332 с.

14. Смирнов О.М., Бондар О.В., Матухно В.В. та ін. Навчальний посібник: Загальна будова вибухонебезпечних предметів. Том І. Вибухові речовини, металеві заряди та піротехнічні сполуки. Харків, НУЦЗ України. 2022. 475 с.

Інформаційні ресурси

1. Стандартні операційні процедури ДСНС. URL: <https://dsns.gov.ua/protiminna-diyalnist/normativna-baza/standartni-operativni-proceduri-dsns>
2. Collective Awareness to Unexploded Ordnance (CAT-UXO). URL: <https://cat-uxo.com>
3. International Mine Action Standards. URL: <https://www.mineactionstandards.org>

Розробник:

доцент кафедри протимінної діяльності
та спеціальної підготовки навчально-наукового
інституту інженерної та спеціальної підготовки,
к.т.н., доцент

(підпис)


Ігор ТОЛКУНОВ
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)