НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

КАФЕДРА ПІРОТЕХНІЧНОЇ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія моделювання вибуху

(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова професійна

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

за освітньо-професійною програмою «Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю»

(назва освітньої програми)

підготовка магістра

(найменування освітнього ступеня)

у галузі знань 26 «Цивільна безпека»

(код та найменування галузі знань)

за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»

(код та найменування спеціальності)

Рекомендовано кафедрою піротехнічної та спеціальної підготовки

(назва кафедри)

на 2024-2025 навчальний рік.

Протокол від « 05 » 08 2024 року № 1

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Теорія моделювання вибуху»

(назва навчальної дисципліни)

2024 рік

Загальна інформація про дисципліну

Силабус навчальної дисципліни «Теорія моделювання вибуху» складено відповідно до освітньо-професійної програми «Управління піротехнічними роботами та протимінною діяльністю» для підготовки здобувачів вищої освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 263 «Цивільна безпека».

Зазначеною освітньою програмою навчальну дисципліну «Теорія моделювання вибуху» віднесено до циклу професійної (обов'язкової) підготовки. Предметом вивчення навчальної дисципліни є фізика вибуху, яка розглядає дію вибухових речовин та ударної хвилі в різних станах середовища, а також вплив детонації вибухових речовин на середовища та системи

Інформація про науково-педагогічного працівника

Загальна інформація	Толкунов Ігор Олександрович, доцент кафедри піротехнічної та спеціальної підготовки факультету цивільного захисту, кандидат технічних наук, доцент.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська 7, навчальний корпус №2, кабінет № 705.
E-mail	tolkunov_ia@ukr.net
Наукові інтереси	- теорія та практика наукового супроводження робіт у сфері піротехнічних робіт та протимінної діяльності, моделювання процесів при виконанні аварійно-рятувальних робіт із застосуванням вибухового перетворення.
Професійні здібності	Професійні знання, досягнення практичного змісту у сфері наукових інтересів, значний досвід викладацької діяльності. Професійні здібності: - високий рівень підготовки за спеціальністю; - широка наукова ерудиція та політехнічна обізнаність; - знання методології науки, її останніх досягнень, основних етапів її розвитку і зв'язків з іншими науками; - уміння бачити перспективи розвитку науки і техніки, використовувати результати прогнозування у навчальному процесі; - високі моральні якості, особистий приклад і авторитет; - застосування в освітній діяльності раніше набутих професійних знань та практичних навичок.

Наукова діяльність за освітнім компонентом	Участь в міжнародних конференціях та семінарах. Апробація наукових досягнень: - Fedorenko G.L., Fesenko H.V., Kharchenko V.C., Kliushnikov I.M., Tolkunov I.O. Robotic-biological systems for detection and identification of explosive ordnance: concept, general structure, and models (Роботобіологічні системи для виявлення та ідентифікація вибухонебезпечних предметів: концепція, загальна структура та моделі). / Journal «Radioelectronic and Computer Systems» (журнал «Радіоелектронні і комп'ютерні системи») (ISSN 1814-4225 (print) ISSN 2663-2012 (online)). Series: Information security and safety (DOI: 10.32620/reks.2023.2.12). – Х.: ХНАКУ ім. М.Є. Жуковського («ХАІ»), 2023. – Вип. №2(106). – С.143-159. - Толкунов І.О., Іванець Г.В., Попов І.І. Математична модель щодо очищення території України від вибухонебезпечних предметів. / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» («Problems of emergency situations»). – Х.: НУЦЗУ, 19.05.2023. – 464 с. – С.292-294. - Tolkunov I.O. Functional and mathematical model for cleaning the territory of Ukraine from unexploded ordnance. / Матеріали Міжнародного форуму «Безпечна комфортна спроможна громада» – 2023. Секція 5. Мінна та цивільна безпека. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 11-13.10.2023. – 347 с. – С.164-168. - Hutsa O.M., Yelchaninov D.B., Yanushkevych D.A., Tolkunov I.O., Ivanov L.S., Petrova R.V., Morozova A.I. Conceptualization of intelligent control system for humanitarian demining robotic complexes based on verbal methods (Концептуалізація інтелектуальної системи управління робототехнічними комплексами гуманітарного розмінування на основі методів вербального аналізу). / Journal «Science and Innovation» of the National Academy of Sciences of Ukraine (журнал «Наука та інновації» НАН України) (ISSN 2409-9066. Sci. innov. 2024. 20 (3); ISSN 2409-9066 (print) & ISSN 2413-4996 (online)). – К.: НАН України, Science and Innovation, 2024. – Том 20 №3 (2024). – С.82-95.

Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (http://rozklad.nuczu.edu.ua/).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру щопонеділка з 16.00 до 17.00 онлайн на платформі Zoom або у кабінеті №705. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

Мета вивчення навчальної дисципліни є:

визначення 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.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти
	заочна (дистанційна)
Статус дисципліни	професійна обов'язкова
Рік підготовки	1-й
Семестр	1-й
Обсяг дисципліни:	
- в кредитах ЄКТС	3
- кількість модулів	2
- загальна кількість годин	90
Розподіл часу за навчальним планом:	
- лекції (годин)	8
- практичні заняття (годин)	2
- семінарські заняття (годин)	-
- лабораторні заняття (годин)	-
- курсовий проект (робота) (годин)	-
- інші види занять (годин)	-
- самостійна робота (годин)	80
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)	-
- підсумковий контроль	Диф. залік

Передумови для вивчення дисципліни

Результати навчання та компетентності з дисципліни

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

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання

Програмні результати навчання	ПРН
Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки для розв'язання наукових і прикладних задач у сфері цивільної безпеки.	ПРН1
Здійснювати прогнозування, оцінку ризику під час професійної діяльності та можливості відповідних підрозділів щодо реагування на надзвичайні ситуації та події.	ПРН14

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	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.	СК7
Здатність оцінювати і корегувати рівень безпеки працюючих організації (підрозділу).	СК10
Здатність проводити спеціальні вибухові роботи при виконанні превентивних та аварійно-рятувальних заходів.	СК14

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.

Тема1.2. 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.

Тема1.5. 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

Назви модулів і тем	Заочна (дистанційна) форма					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття (інші види занять)	самостійна робота	модульна контрольна 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	
Тема1.2. Деякі відомості з термодинаміки. Перший початок термодинаміки. Ізохорний процес.	3				3	

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	3				3	
Тема 1.4. Диференціальні рівняння руху. Характеристики плоскої ізоентропічної течії. Вирішення диференціальних рівнянь плоского ізоентропічного руху досконалого газу	3				3	
Тема1.5. 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	3				3	

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	З				З	
Тема 1.8. Необоротні втрати енергії на фронті ударної хвилі. Повні необоротні втрати енергії на фронті ударної хвилі	З				З	
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	З				З	
Тема 1.10. Ударні адіабати. Метод гальмування. Рівняння стану рідин і твердих тіл. Плоска пряма ударна хвиля. Основні залежності. Акустична теорія ударних хвиль	З				З	
Тема 1.11. Зв'язок між параметрами на фронті косої ударної хвилі.	З				З	МКР-1

Відображення прямих та косих хвиль від твердої стінки						
Разом за модулем 1	**34**	**2**			**32**	**МКР-1**
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	2			2	
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. Віддзеркалення детонаційних хвиль від різних середовищ. Віддзеркалення УВ від межі двох інертних середовищ. Зіткнення двох твердих тіл	3				3	
Тема 2.5. Фізичні уявлення про процес вибуху в повітрі. Визначення імпульсу вибуху в повітрі. Методи	4	2			2	

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	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 моделюванні. Теорія і практика моделювання. Моделювання складних систем	3				3	
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	3				3	

пластини, що стискається, і короткої циліндричної оболонки. Балістика осколків						
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 випромінювання вибуху	4		2		2	
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	2				2	

метанню тіл і проникненню ударників в перешкоди						
Тема 2.19. Ущільнення металів вибухом. Зварювання вибухом. Штампування металів вибухом	2				2	МКР-2
Разом за модулем 2	**56**	**6**	**2**		**48**	**МКР-2**
Разом за дисципліну	**90**	**8**	**2**		**80**	**МКР-1, 2**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	**Тема 2.14.** Електромагнітні явища під час вибуху. Метод оцінки теплового випромінювання вибуху	2
	Разом	**2**

Форми та методи навчання і викладання

Форми та методи навчання і викладання сприяють досягненню цілей, дисциплінарних результатів навчання, очікуваних компетентностей з дисципліни, відповідають вимогам студентоцентрованого підходу та принципам академічної свободи.

Методи навчання за джерелами набуття знань:

Словесні методи навчання:

Лекція - метод, за допомогою якого педагог у словесній формі розкриває сутність наукових понять, явищ, процесів, логічно пов'язаних, об'єднаних загальною темою.

Пояснення - вербальний метод навчання, за допомогою якого педагог розкриває сутність певного явища, закону, процесу. Ґрунтується не стільки на уяві, скільки на логічному мисленні з використанням попереднього досвіду здобувачів вищої освіти.

Бесіда передбачає використання попереднього досвіду здобувачів вищої освіти з певної галузі знань і на основі цього приведення їх за допомогою діалогу до усвідомлення нових явищ, понять або відтворення вже наявних.

Інструктаж займає важливе місце у навчальному процесі. Він передбачає розкриття норм поведінки, особливостей використання методів і навчальних засобів, дотримання правил безпеки під час виконання навчальних операцій. Інструктаж є важливим етапом в оволодінні методами самостійної пізнавальної діяльності, оскільки важливо, щоб здобувачі вищої освіти розуміли не лише, *що* треба робити, а й *як* це робити.

Наочні методи навчання:

Ілюстрація - метод навчання, за якого предмети і процеси розкриваються через їх символічне зображення (фото, малюнки, схеми, графіки та ін.).

Практичні методи навчання:

Практична робота - спрямована на використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань.

Виїзні заняття - вид навчальних занять, метою яких є ознайомлення слухачів із передовим досвідом різних аспектів їхньої професійної діяльності. Проводяться відповідно до навчально-тематичного плану та розкладу занять.

Методи навчання за характером логіки пізнання:

Аналітичний метод передбачає мисленнєвий або практичний розклад цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак. Це початковий компонент пізнання. Для розуміння цілісності явища, процесу, сутності окремого поняття необхідно перейти до синтезу.

Синтетичний метод ґрунтується на мисленнєвому або практичному з'єднанні виділених аналізом елементів чи властивостей предмета, явища в одне ціле. Синтез є органічним продовженням аналізу й може будуватися лише на його основі.

Індуктивний метод - шлях вивчення предметів, явищ від одиничного до загального. У результаті розуміння сутності ознак, властивостей одиничних предметів чи явищ, понять є можливість усвідомити істотні, типові закономірності чи властивості однопорядкових предметів або явищ.

Дедуктивний метод, навпаки, базується на вивченні навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного. Здобувачі вищої освіти ознайомлюються із загальною закономірністю, а потім на основі цієї закономірності, правила, закону характеризуються інші явища, предмети.

Традуктивний метод передбачає висновки від одиничного до одиничного, від часткового до часткового, від загального до загального.

Методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності здобувачів вищої освіти:

Проблемний виклад передбачає створення викладачем проблемної ситуації, допомогу здобувачам вищої освіти у виділенні та «прийнятті» проблемного завдання, використанні словесних методів (лекції, пояснення) для активізації мисленнєвої діяльності слухачів, спрямованої на задоволення пізнавального інтересу шляхом отримання нової інформації.

Частково-пошуковий метод включає здобувачів вищої освіти у пошук шляхів, прийомів і засобів розв'язання пізнавального завдання. Для дієвості цього методу створюється проблемна ситуація і здобувачі вищої освіти спонукаються до розуміння і «прийняття» пізнавального завдання. Керівництво ходом пошукової мисленнєвої діяльності здобувачів забезпечується використанням системи логічно вмотивованих запитань; стимулюванням і схваленням пізнавальної діяльності слухачів у процесі розв'язання навчальних завдань; аналізом успіхів, помилок і труднощів.

Інноваційні методи навчання.

Робота з навчально-методичною літературою та відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання.

Навчання з використанням технічних ресурсів (відкрита освіта через соціальні мережі та вебресурси, BYOD (Bring your own devices), освіта на події (онлайн-заходи)).

Інтерактивні методи – здобувачі і викладач перебувають у режимі бесіди, діалогу між собою; співпраця і взаємонавчання: викладач-здобувач, здобувач-здобувач, при чому і викладач, і здобувач вищої освіти є рівноправними і рівнозначними учасниками освітньої взаємодії, що виключає домінування одного учасника навчального процесу над іншим, однієї думки над іншою.

Методи організації навчального процесу, що формують соціальні навички **–** завдання з пошуку інформації, наукові доповіді, моделювання ситуацій за умов невизначеності результатів; під час таких занять здобувачі вчаться бути демократичними, спілкуватись з іншими людьми, критично мислити, ухвалювати обґрунтовані рішення.

Науково-дослідна робота – застосування нових методів і технологій, активізація пізнавальної діяльності, підвищення якості фахової підготовки та розвитку творчих здібностей у здобувачів вищої освіти, розширення їхньої обізнаності, забезпечення ефективного практичного використання набутих у процесі навчання знань та вмінь за відповідним освітнім компонентом (індивідуальна робота науково-педагогічних працівників із здобувачами вищої освіти, які займаються науковими дослідженнями; науково-дослідна робота у наукових гуртках кафедр; участь у науково-практичних конференціях, наукових читаннях, семінарах, конкурсах та ін.; проведення наукових пошуків у процесі проходження різних видів практики).

Самостійна робота спрямована на використання набутих знань при розв'язанні програмних завдань. Організація навчального процесу, при якій заплановані завдання виконуються здобувачем вищої освіти під методичним керівництвом педагога, але без його безпосередньої участі.

Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: поточний та підсумковий контроль. Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті методом опитування, письмового тестового контролю. Підсумкова форма контролю - диференційний залік.

Результати оцінювання знань з навчальної дисципліни проводяться за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України.

Критерії оцінювання

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 (летючка) – проводиться з метою перевірки рівня знань здобувачів вищої освіту 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 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
І. Поточний контроль				
Модуль 1	лекції	1	2	**2**
	практичні заняття*	-	-	**-**
	модульна робота *	1	45	**45**
Разом за модуль 1				**47**
Модуль 2	лекції	3	2	**6**
	практичні заняття*	1	2	**2**
	модульна робота*	1	45	**45**
Разом за модуль 2				**53**
Разом за поточний контроль				**100**
ІІ. Індивідуальні завдання				**-**
ІІІ. Диференційний залік				**-**
Разом за всі види навчальної роботи				**100**

Пояснення:* *види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.*

Підсумкова оцінка формується з урахуванням результатів:

- *поточного контролю роботи здобувача вищої освіти під час аудиторних занять та самостійної роботи впродовж семестру;*
- *підсумкового контролю успішності.*

Поточний контроль

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на лекційному занятті *(оцінюється від 0 до 2 балів)*:

2 бала – здобувач володіє навчальним матеріалом, орієнтується в конкретній темі та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

0 балів – здобувач не орієнтується в обговорюваній тематиці, не знаходить відповіді на проблемні питання (за змістом лекції), у висловлюваннях щодо окремих положень припускається суттєвих помилок.

Викладачем оцінюється повнота розкриття питання, логіка його подання, культура мовлення, емоційність та переконаність, використання основної та додаткової літератури (підручників, навчальних посібників тощо), аналітичні міркування, вміння робити порівняння, висновки.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті *(оцінюється від 0 до 2 балів)*:

2 бала – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни, звіт оформлений граматично і стилістично без помилок;

1 бал – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

0,5 бала – завдання виконане частково, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

0 балів – завдання не виконане.

Модульний контроль

Модуль 1, 2

Виконується у формі письмової роботи на заздалегідь роздрукованих бланках. Кожному здобувачу на вибір дається один варіант із двадцяти п’яти запропонованих, кожен варіант має 3 завдання.

Критерії оцінювання розрахункових завдань:

15 балів – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни, звіт оформлений граматично і стилістично без помилок;

10 балів – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

6 балів – завдання виконане частково, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

2 бала – завдання виконане частково, у звіті допущені значні граматичні та стилістичні помилки;

0 балів – завдання не виконане.

За повні та точні відповіді на всі завдання, здобувач отримує 45 балів. Модульна робота вважається зарахованою в тому випадку, якщо здобувач набрав мінімум 25 балів.

Перелік питань для підготовки до диференційного заліку:

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 ВР і складів на їх основі.
5. Класифікація ВР 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 ВР 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 УВ 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.

Політика викладання навчальної дисципліни

При викладанні навчальної дисципліни на заняттях, викладач вимагає від здобувачів вищої освіти:

- своєчасно (за 5 хв. до початку) прибувати на заняття, без запізнень та з неповажної причини пропускати заняття;
- під час заняття не дозволяється користуватися мобільним телефоном, планшетом смарт-годинником чи іншими мобільними пристроями без дозволу науково-педагогічного працівника;
- активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних занять за рекомендованою літературою, якісне і

своєчасне виконання завдань;

- здобувачі вищої освіти повинні дотримуватися політики доброчесності під час виконання самостійної;
- здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів;
- до здачі екзамену допускаються здобувачі, які отримали прохідні бали по всім МК.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Закон України від 06.12.2018 р. №2642-VIII «Про протимінну діяльність в Україні». Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ 2642-19#Text.
2. Смирнов О.М., Бондар О.В., Матухно В.В. Навчальний посібник: Загальна будова вибухонебезпечних предметів. Том І. Вибухові речовини, метальні заряди та піротехнічні сполуки. Харків, НУЦЗ України. 2022. 475 с.
3. Ремез Н.С. Взаємодія вибухових хвиль з ґрунтами і елементам техноурбоекосистем. Київ, Центр учбової літератури. 2019. 335 с.
4. Спорягін Е.О. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості спецматеріалів. Навчальний посібник. Дніпро, РВВ ДНУ. 2011. 68 с.
5. Ємельяненко С.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. Теорія горіння та вибуху. Пожежі та їх ліквідація. Навчальний посібник. Львів, ЛДУ БЖД. 2019. 158 с.
6. Турик В. М. Основи газодинаміки. Навчальний посібник. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 139 с.
7. Тарахно О.В., Жернокльов К.В. Трегубов Д.Г. Остапенко В.Є., Теорія розвитку та припинення горіння. Підручник. Харків, НУЦЗУ. 2007. 252 с.
8. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін. Навчальний посібник. Київ НТУУ «КПІ», Вид-во «Політехніка». 2016. 152 с.

Розробник:
доцент кафедри піротехнічної та
спеціальної підготовки, к.т.н., доцент _____ Ігор ТОЛКУНОВ
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)