

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи

«СТІЙКІСТЬ ОБ'ЄКТІВ ЕКОНОМІКИ ДО УДАРНОЇ ХВИЛІ»

з курсу «Цивільний захист»

для студентів усіх форм навчання

усіх спеціальностей

Затверджено

редакційно-видавничою

радою університету,

протокол №1 від 20.06.2012р.

Харків
НТУ «ХПІ»

2012

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи «Стійкість об'єктів економіки до ударної хвилі» з курсу «Цивільний захист» для студентів усіх форм навчання усіх спеціальностей /Уклад.: Г.Ю. Бахарєва, В.О. Мягкий, О.В. Толстоусова, Н.О. Букатенко. – Х.: НТУ «ХП», 2012 – 28с.

Укладачі:

Г.Ю. Бахарєва

В.О. Мягкий

О.В. Толстоусова

Н.О. Букатенко

Рецензент к.т.н, доц., Семенов Є.О

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

ВСТУП

Відповідно до одержаної у НТУ «ХПІ» спеціальності студент повинен знати основи стійкості роботи об'єктів народного господарства в надзвичайних ситуаціях (НС) , загальні принципи превентивного та оперативного планування заходів щодо зниження ризиків і зменшення масштабів НС, уміти оцінювати стійкість елементів об'єктів народного господарства в НС і визначати необхідні заходи щодо її підвищення.

Методичні вказівки призначені для студентів усіх напрямів підготовки при проведенні практичних занять з дисципліни «Цивільний захист», також виконання самостійних робіт (домашніх завдань) та розробці питань стійкості роботи об'єктів економіки при написанні розділу «Цивільна оборона» в дипломній роботі (проекті).

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Актуальність проблеми забезпечення природно-техногенної безпеки населення та територій обумовлена тенденціями збільшення людських втрат, матеріальних цінностей та пошкодженням територій в результаті надзвичайних ситуацій.

Надзвичайна ситуація – це порушення нормальних умов життя та діяльності людей на об'єкті, території, яке викликано аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, великою пожежею, застосуванням зброї масового ураження, які призвели або можуть призвести до людських або матеріальних втрат.

Забезпечення безпеки та захисту населення в Україні, об'єктів народного господарства, національних багатств країни від негативних наслідків надзвичайних ситуацій повинно розглядатись як невід'ємна частина державної політики національної безпеки, як одна з найважливіших функцій центральних органів влади, Ради Міністрів АР Крим, місцевих держадміністрацій, виконавчих органів влади.

Забезпечення стійкості роботи об'єкту народного господарства в умовах надзвичайних ситуацій — одне з основних завдань Цивільного захисту.

Під стійкістю функціонування об'єкту розуміють здатність його в умовах надзвичайних ситуацій виробляти продукцію у запланованому обсязі та номенклатурі і відповідної якості, виконувати всі свої функції, а у випадку аварії, катастрофи, стихійних лих, пошкодження — відновляти своє виробництво у мінімально короткі строки.

На стійкість функціонування об'єкту народного господарства у надзвичайних ситуаціях впливають наступні фактори:

1) надійність захисту робітників від наслідків надзвичайних ситуацій — аварій, катастроф, від первинних та вторинних факторів зброї масового ураження;

2) здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти цим впливам;

3) надійність системи забезпечення об'єкту усім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, енергією, газом, водою та інше);

4) стійкість та безперервність управління виробництвом та цивільним захистом;

5) підготовленість об'єкту до проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, відновлювальних робіт.

З вище переліченого виходять основні вимоги до стійкості функціонування об'єктів народного господарства в умовах мирного часу, щоб можна було виключити ситуацію подібної Чорнобильської катастрофи. Ці вимоги закладено у нормах проектування інженерно-технічних заходів цивільного захисту, а також у розроблених на їх основі нормативних документах.

Під час стихійних лих, аварій, катастроф, воєнних конфліктів при застосуванні зброї масового ураження трапляються вибухи, що викликають порушення стійкості виробництва.

Критерієм стійкості роботи об'єкта до дії ударної хвилі є максимальне значення надлишкового тиску під час якого, руйнуються будівлі, споруди та обладнання об'єкта.

Найчастіше вибухи відбуваються на вибухонебезпечних об'єктах, тобто на об'єктах, де використовуються, зберігаються, виробляються або транспортуються речовини, які призначені для створення вибухів чи набувають здатності за визначених умов вибухати. Насамперед, це газо- або пароповітряні суміші вуглеводневих речовин (наприклад, метану, пропану, бутану, бензину та інші) або суміші повітря з борошном на борошномельних підприємствах, з цукровою пудрою на цукрових заводах, з пилом на зернових елеваторах тощо.

Вибух – це швидко протікаючий процес хімічного або фізичного перетворення речовини, який супроводжується вивільненням великої кількості енергії в обмеженому об'ємі, в результаті чого утворюється та розповсюджується ударна хвиля. В свою чергу вона здатна створювати загрозу життю та здоров'ю людей, нанести збитки економіці та навколишньому середовищу, а також стати джерелом НС.

Повітряна ударна хвиля являє собою зону сильно стисненого повітря, яка розповсюджується у всі сторони від центру вибуху з надзвуковою швидкістю. Одним з параметрів, за яким визначають вражаючу та руйнівну дію ударної хвилі є надлишковий тиск на фронті ударної хвилі (ΔP_{ϕ}). Одиницею фізичної величини надлишкового тиску є Паскаль (Па).

Для оцінки характеру руйнувань, об'єму та умов проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження при дії ударної хвилі визначають чотири зони (повних, сильних, середніх і слабких руйнувань).

Кожна зона характеризується відповідним радіусом та значенням надлишкового тиску.

4 зона – повні руйнування (ΔP_{ϕ} більше ніж 50 кПа), радіус r_4 ;

3 зона – сильні руйнування (ΔP_{ϕ} від 30 кПа до 50 кПа), радіус r_3 ;;

2 зона – середні руйнування (ΔP_{ϕ} від 20 кПа до 30кПа), радіус r_2 ;;

1 зона – слабкі руйнування (ΔP_{ϕ} 10 кПа до 20 кПа), радіус r_1 .

Повні руйнування характеризуються зруйнуванням та обваленням усіх основних несучих конструкцій і обвалами перекриттів. Будівлі зруйновано повністю аж до підвалів. З уламків створюється завал у межах контурів будівлі й навкруги неї. Відновлення будівлі не можливе.

Сильні руйнування характеризуються зруйнуванням більшої частини стін та перекриттів; як правило, залишаються не зруйнованими стіни першого та другого поверхів. Відновлення будинку можливе, але не доцільне. Обладнання та механізми здебільшого зруйновані й значно деформовані. Відновленню не підлягають.

Середні руйнування – це зруйнування несучих конструкцій, тобто внутрішніх перегородок, покрівель, дверних отворів; поява тріщин у стінах; обвали дахового перекриття і окремих ділянок верхніх поверхів. Підвали зберігаються й залишаються придатними для використання. Навкруги будівлі завали не утворюються, але окремі уламки конструкцій можуть бути відкинуті на значні відстані. Відновлення будівель можливо за рахунок капітального ремонту. Деформовані вузли обладнання й техніки будуть потребувати капітального ремонту.

Слабкі руйнування – це в основному зруйновані частини внутрішніх перегородок, віконних та дверних заповнювачів, пошкодження покрівлі. Можливе утворення тріщин у стінах верхніх поверхів. Підвали та нижні поверхи зберігаються. Обладнання має незначні деформації й пошкодження другорядних елементів, які усуваються внаслідок поточного ремонту.

Ступінь руйнування будівель, споруд та обладнання залежить від величини надлишкового тиску, а також від характеру споруд, матеріалу їх конструктивних елементів, розміщення об'єктів по відношенню до напрямку розповсюдження ударної хвилі та інших об'єктів.

Ступені руйнувань елементів об'єкта при різних надлишкових тисках ударної хвилі приведено в табл.

Опір будівель та споруд до дії ударної хвилі залежить від їх конструкції,

розмірів та інших параметрів. Більш нестійкі це будівлі та споруди з легкими несущими конструкціями, які значно здіймаються над поверхнею землі, а більш стійкі це підземні та заглиблені у ґрунт споруди.

При повних та сильних руйнуваннях відновлення та експлуатація споруд неможлива. А при середніх та слабких – можливо після капітального, середнього чи поточного ремонту. Що в свою чергу потребує відповідних капіталовкладень.

У наслідок дії вражаючих факторів вибуху виникають не тільки руйнування або пошкодження будівель, споруд, технологічного обладнання, транспортних засобів, елементів комунікацій та інших об'єктів, а й травмування та загибель людей.

Залежно від величини надлишкового тиску можуть виникати травми людей різного ступеня важкості:

- *легкі*, коли надлишковий тиск лежить у межах 20 – 40 кПа, характеризуються вивихами, синцями, тимчасовим ушкодженням слуху, головним болем. В окремих випадках слід госпіталізувати потерпілого на 7 – 10 днів;
- *середньої важкості* – ΔP_{ϕ} в межах 40 – 60 кПа. Супроводжуються серйозною контузією, переломами кісток кінцівок, ребер, ушкодженням органа слуху, кровотечею з носа, вух, сильними вивихами;
- *важкі* – $\Delta P_{\phi} = 60 – 100$ кПа. Сильна контузія всього організму, переломи черепа, хребта, таза, розриви внутрішніх органів;
- *вкрай важкі* – ΔP_{ϕ} більш ніж 100 кПа. Такі ураження закінчуються загибеллю людей у першу добу після ураження. Ураження в цьому випадку такі ж за характером, як і при важких травмах, але більш серйозні.

В надзвичайних ситуаціях руйнування й ушкодження споруд, будівель, технологічного обладнання, трубопроводів та ємностей на підприємствах з та вибухо- та пожежонебезпечною технологією можуть призвести до витоку газоподібних та стислих вуглеводневих продуктів (метану, пропану, бутану, етилену, пропілену, бутилену тощо). В наслідок чого, при перемішуванні вуглеводневих продуктів з повітрям утворюються вибухо- і пожежонебезпечні суміші.

Так, при вибуху газоповітряної суміші утворюється осередок вибуху з ударною хвилею, яка призводить до руйнувань споруд, будівель та обладнання.

В осередку вибуху газоповітряної суміші відрізняють три кругові зони (див. рис. 1.1).

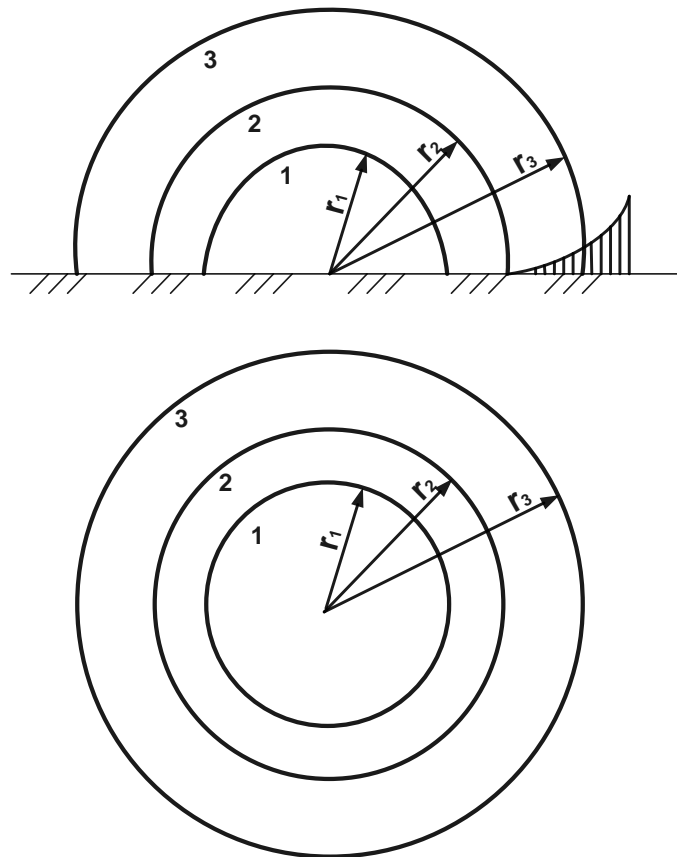


Рис. 1.1 Зони осередку вибуху газоповітряної суміші.

1 – зона детонаційної хвилі (r_1); 2 – зона дії продуктів вибуху (r_2); 3 – зона дії повітряної ударної хвилі (r_3).

2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА ТА ЙОГО ЕЛЕМЕНТІВ ДО ДІЇ УДАРНОЇ ХВИЛІ

В якості критерію оцінки фізичної стійкості об'єктів до дії ударної хвилі приймають значення надлишкового тиску при якому елементи виробничого комплексу (будівлі, споруди та обладнання) зберігаються або отримують такі ушкодження або руйнування (слабкі і середні руйнування), при яких вони можуть бути відновлені за короткий термін. Це значення надлишкового тиску (ΔP_{flim}) прийнято вважати межею стійкості об'єкту до ударної хвилі.

Оцінка стійкості об'єкту до дії ударної хвилі складається з двох частин.

Перша частина розрахункового завдання:

- Визначення за вихідними даними максимально можливого

надлишкового тиску $\Delta P_{\text{фтах}}$, який очікується на об'єкті (цеху), кПа.

(Завдання виконується згідно методикам представлених нижче)

Друга частина розрахункового завдання:

- Визначення стійкості елементів об'єкту (цеху) та об'єкту в цілому до дії ударної хвилі.

По завершенні розрахункової роботи дають висновки і рекомендації щодо заходів з підвищення стійкості роботи об'єкту в умовах НС.

3. ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Перша частина розрахункового завдання

Методи розрахунку максимально можливого надлишкового тиску в районі об'єкту (його елементів).

а) Методика визначення максимального надлишкового тиску в осередку вибуху газоповітряної суміші на заданому об'єкті (цеху).

У межах зони 1 надлишковий тиск (ΔP_1) дорівнює 1700 кПа.

1) Визначення радіусу зони детонаційної хвилі (r_1) за формулою (1.1):

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad (1.1)$$

де r_1 – радіус зони детонаційної хвилі, м;

Q – кількість зрідженого газу, т.

В межах зони 2 надлишковий тиск змінюється від 1350 кПа до 300 кПа.

2) Визначення радіусу зони дії продуктів вибуху (r_2) відбувається за формулою (1.2):

$$r_2 = 1,7 \sqrt[3]{r_1}, \quad (1.2)$$

де r_2 – радіус зони дії продуктів вибуху, м.

3) Визначення відносної величини (ψ):

$$\psi = 0,24 \cdot \frac{r_3}{r_1}, \quad (1.3)$$

де r_1 – радіус зони 1, м; r_3 - відстань від центру вибуху до заданого об'єкта, м.

4) Визначення максимально можливого надлишкового тиску ΔP_{max} у районі об'єкта (зоні 3) за наступною формулою (1.4 або 1.5), кПа:

При $\psi \leq 2$,

$$\Delta P_{\phi} = \frac{700}{3(\sqrt{1+29,8\psi^3}-1)}, \quad (1.4)$$

де ΔP_{max} - максимально можливий надлишковий тиск, кПа.

При $\psi > 2$:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{22}{\psi(\sqrt{1g\psi+0,158})} \quad (1.5)$$

Задачі та приклади їх вирішення

Задача 1. Визначити надлишковий тиск, очікуваний у районі механічного цеху у разі вибуху ємності, у якій міститься ____ т зрідженого пропану. Відстань від ємності до цеху ____ м. Дані за варіантами – табл. 1....

Таблиця 1- Вихідні дані для визначення надлишкового тиску в осередку вибуху газоповітряної суміші на заданому об'єкті (цеху)

Номер варіанту	Відстань від ємності до цеху, м	Маса пропану, т	Номер варіанту	Відстань від ємності до цеху, м	Маса пропану, т
1	500	100	11	200	10
2	400	750	12	100	15
3	200	50	13	700	200
4	400	40	14	500	300
5	350	30	15	600	400
6	250	15	16	800	500
7	300	20	17	650	250
8	500	150	18	400	350
9	600	200	19	500	450
10	100	5	20	900	500

ПРИКЛАД 1. Визначити надлишковий тиск, очікуваний в районі механічного цеху при вибуху ємності, в якій знаходиться 50 т скрапленого пропану. Відстань від ємності до цеху 200 м.

Розв'язання:

1). Визначаємо радіус r_1 зони детанційної хвилі за формулою (1.1), м :

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{50} = 65 \text{ м}$$

2). Визначаємо радіус r_2 зони дії продуктів вибуху за формулою (1.2), м:

$$r_2 = 1,7 \cdot 65 = 110 \text{ м}$$

3). Визначимо відносну величину:

Де r_m – відстань від місця вибуху до об'єкту (його елементів) за формулою (1.3), м.

$$\Psi = 0,24 \cdot \frac{200}{65} = 0,73$$

4). Визначимо максимально можливий надлишковий тиск ΔP_{\max} у районі об'єкта (зоні дії повітряної ударної хвилі), кПа.

Так як $\psi < 2$, то скористаємося формулою (1.4):

$$\Delta P_{\phi} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8 \cdot 0,73^3} - 1)} = 91 \text{ кПа}$$

Таким чином, при вибуху 50 т зрідженого пропану в районі цеху надлишковий тиск во фронті ударної хвилі може складати 91 кПа.

б) Методика визначення максимального надлишкового тиску в осередку ураження при вибуху пароповітряної суміші бензину на заданому об'єкті (цеху).

1) Визначення об'єму пару бензину $V_{\text{пар}}$ у резервуарі, м³:

$$V_{\text{пар}} = V_{\text{емн}} - V_{\text{бенз}}; \quad (2.1)$$

де $V_{\text{емн}}$ – об'єм ємності, м³; $V_{\text{бенз}}$ – об'єм бензину в ємності, який дорівнюється об'єму ємності, помноженій на відсоток при її заповненні ($\frac{V_{\text{пар}} \cdot \%}{100}$), м³.

2) Визначення об'єму бензину $V_{\text{п.бенз}}$, що знаходиться в пароподібному стані:

$$V_{\text{п.бенз}} = \frac{V_{\text{п}} \cdot \Delta m}{100} \quad (2.2)$$

де Δm – відсотковий вміст бензину, який знаходиться в пароподібному стані.

3) Визначення маси бензину $Q_{бенз}$, який знаходиться в пароподібному стані, т:

$$Q_{бенз} = V_{п.бенз} \cdot \rho \quad (2.3)$$

де ρ – щільність бензину, т/м³.

Щільність (ρ) бензину 0,75 т/м³.

4) За допомогою рис. 1 на перехресті ординат визначається максимально можливий надлишковий тиск $\Delta P_{фтах}$ в районі цеху, кПа.

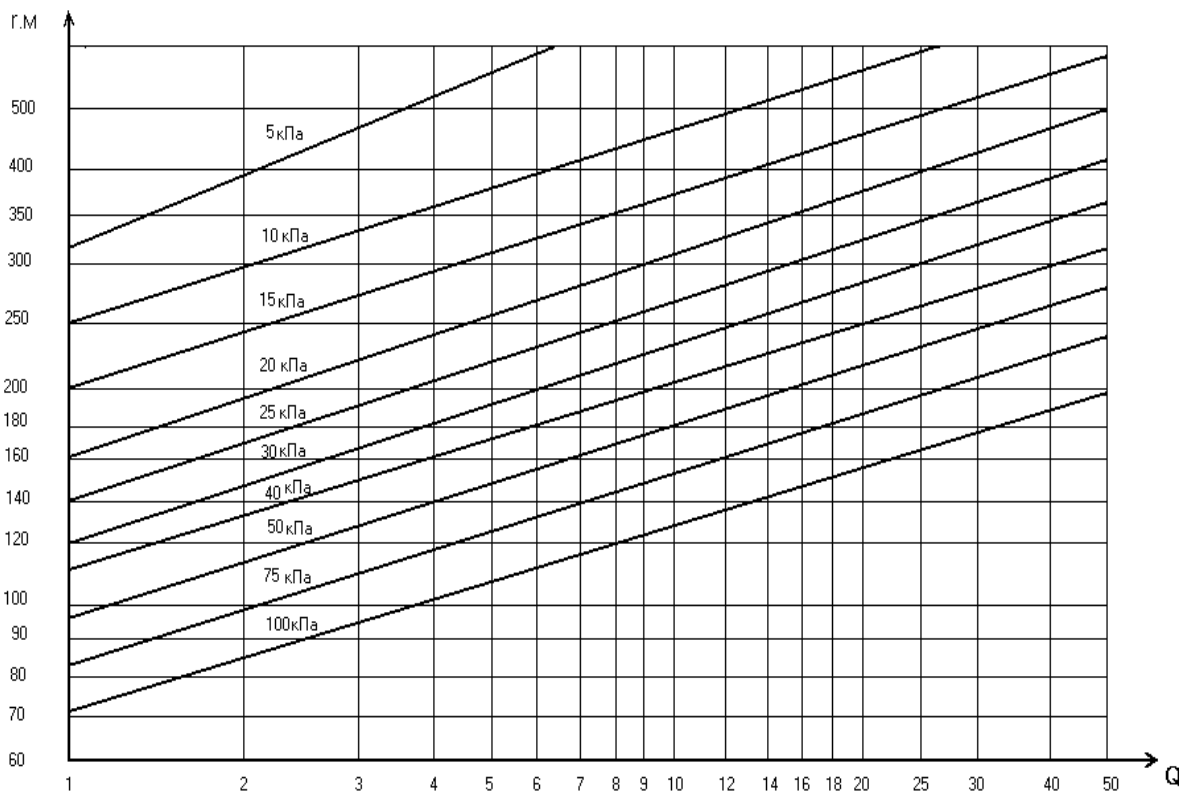


Рис. 2. Залежність надлишкового тиску від маси вуглеводневого продукту, що перебуває в пароподібному стані та відстані до об'єкта при вибуху пароповітряної суміші

Задача 2. Визначити максимально можливий надлишковий тиск в районі цеху, якщо на відстані _____ м знаходиться резервуар об'ємом _____ м³, заповнений бензином на ____%. Вміст бензину в паровій фазі ____% об'ємних. Щільність (ρ) бензину 0,75 т/м³. Дані за варіантами – табл.2

ПРИКЛАД 2. Визначити максимально можливий надлишковий тиск в

районі цеху, якщо на відстані 200 м знаходиться резервуар об'ємом 1000 м^3 , який заповнено бензином на 30%. Вміст бензину в паровій фазі 2% об'ємних. Щільність (ρ) бензину $0,75 \text{ т/м}^3$.

При можливому вибуху парів бензину в ємності визначають масу бензину, що перебуває в пароподібному стані і за цією масою розраховують максимальний можливий надлишковий тиск у фронті ударної хвилі на заданій відстані.

Таблиця 2 – Вихідні дані для визначення надлишкового тиску в осередку ураження вибуху парів бензину на заданому об'єкті (цеху)

Номер варіанту	Об'єм ємності з бензином ($V_{\text{емн}}$), м^3	Заповнення ємності бензином ($V_{\text{бенз}}$), %	Вміст бензину в паровій фазі (Δt), %	Відстань від ємності до цеху (r), м
1	2000	60	2,5	200
2	1000	46,5	2,5	200
3	1000	52	2,5	200
4	1000	57	2,5	200
5	1000	62,5	2,5	200
6	1000	70	2,5	200
7	1000	73	2,5	180
8	1000	64	3	200
9	1000	69	3	200
10	1000	75	3	200
11	1000	71	3	180
12	2000	45	2,5	350
13	2000	45	2,5	300
14	2000	60	2,5	250
15	2000	54	3	350
16	2000	54	3	300
17	2000	70	3	250
18	1000	54	3	200
19	1000	60	3	200
20	2000	70	3	200

Розв'язання:

- 1). Визначимо об'єм пару бензину $V_{\text{пар}}$ у резервуарі за формулою

(2.1), м³:

$$V_{\text{пар}} = V_{\text{емн}} - V_{\text{бенз}}, \quad (2.1)$$

де $V_{\text{емн}}$ - об'єм ємності, м³; $V_{\text{бенз}}$ - об'єм бензину в ємності, який дорівнюваний об'єму ємності, помноженій на відсоток при її заповненні $(\frac{V_{\text{емк}} \cdot \%}{100})$, м³.

$$V_{\text{пар}} = 1000 - \frac{1000 \cdot 30}{100} = 700 \text{ м}^3$$

2). Визначимо об'єм бензину $V_{\text{бенз.пар}}$, який знаходиться в пароподібному стані за формулою (2.2):

$$V_{\text{бенз}} = \frac{V_{\text{пар}} \cdot \Delta m}{100} \quad (2.2)$$

де Δm - відсотковий вміст бензину, який знаходиться в пароподібному стані.

Тоді
$$V_{\text{бенз}} = \frac{700 \cdot 2}{100} = 14 \text{ м}^3$$

3). Визначимо масу бензину $Q_{\text{бенз}}$, який знаходиться в пароподібному стані, т:

$$Q_{\text{бенз}} = V_{\text{п.бенз}} \cdot \rho, \quad (2.3)$$

де ρ – щільність бензину, т/м³.

Тоді
$$Q_{\text{бенз}} = 14 \cdot 0,75 = 10,5 \text{ т}$$

За допомогою рис. 1 визначаємо максимальний можливий надлишковий тиск $\Delta P_{\text{фтах}}$ в районі цеху на перехресті ординат - відстань 200м і маса бензину в паровій фазі 10,5т, кПа

$$\Delta P_{\text{фтах}} = 40 \text{ кПа}$$

Отже, при руйнуванні ємності і вибуху парів бензину надлишковий тиск в районі цеху може скласти 40 кПа.

в) Методика визначення максимального надлишкового тиску у фронті ударної хвилі при вибуху твердих вибухових речовин на заданому об'єкті (його елементів).

Визначається можливий надлишковий тиск в районі цеху при можливому вибуху вибухових речовин за формулою (3.1) Формули до завдання 4:

$$\square P_{\phi} = 390 \square \sqrt{\frac{Q}{R^3}} \quad (3.1)$$

де $\square P_{\phi}$ – максимальний можливий надлишковий тиск, кПа;

Q – маса вибухових речовин, кг;

R – відстань від можливого центру вибуху до об'єкту (його елементів), м.

Задача 3. Визначити можливий надлишковий тиск у фронті ударної хвилі в районі цеху, якщо на відстані _____ м від нього розташований склад, на якому зберігаються _____ т вибухових речовин. Дані за варіантами – табл. 3.

ПРИКЛАД 3. Визначити можливий надлишковий тиск у фронті ударної хвилі в районі цеху, якщо на відстані 250 м від нього розташований склад, на якому зберігаються 100 т вибухових речовин.

Таблиця 3 – Вихідні дані для визначення надлишкового тиску у фронті ударної хвилі при вибуху твердих вибухових речовин в районі цеху

Номер варіанту	Маса вибухових речовин Q, т	Відстань від цеху до складу R, м
1	100	200
2	100	200
3	95	200
4	90	200
5	85	200
6	80	200
7	70	180
8	100	200
9	110	200
10	110	200
11	115	180
12	120	350
13	125	300
14	135	250
15	145	350
16	135	300
17	145	250
18	150	200
19	160	200
20	120	200

Розв'язання: розраховуємо можливий надлишковий тиск в районі цеху при вибуху 100 т вибухових речовин за формулою (3.1)

$$\Delta P_{\phi} = 390 \sqrt{\frac{Q}{R^3}}, \quad (3.1)$$

Q – маса вибухових речовин, кг;

R – відстань від можливого центру вибуху до об'єкту (його елементів), м.

$$\Delta P_{\phi \max} = 390 \cdot \sqrt{\frac{10^5}{250^3}} = 31,2 \text{ кПа.}$$

Таким чином, при вибуху 100 т вибухових речовин надлишковий тиск у фронті ударної хвилі може скласти 31,2 кПа.

Отримавши результат максимально можливого надлишкового тиску в районі об'єкта при вибуху: зрідженого пропану, парів бензину або вибухових речовин, приступаємо до рішення *другої частини розрахункового завдання*.

Друга частина розрахункового завдання

Оцінка стійкості об'єкта та його елементів до дії ударної хвилі

Оцінка стійкості роботи об'єкту господарської діяльності в НС може бути виконана за допомогою моделювання вразливості (характер руйнувань, пожеж, уражень робітників і службовців) об'єкту при дії вражаючих факторів на основі використання результатів розрахункових даних.

Об'єкт господарської діяльності складається з будівель, споруд, устаткування, комунікацій та інших елементів, які в сукупності являють собою інженерно-технічний комплекс. Елементи об'єкту не можуть бути міцними в рівної мірі. Також різним є опір до дії вражаючих факторів. Одні руйнуються більше, інші менше або залишаються зовсім неушкодженими. Крім того, елементи відрізняються за експлуатаційними властивостями. Одні елементи можна практично застосовувати без суттєвих обмежень при том або іншому руйнуванні, інші – після відновлюваного ремонту власними силами об'єкту. Але можуть бути такі елементи, які майже при незначних ушкодженнях не відновлюються, а вихід їх з строю призводить до зупинки виробництва на тривалий строк.

Отже, стійкість об'єкту в цілому визначається стійкістю кожного його

окремого елемента.

На кожному об'єкті є головні, другорядні і допоміжні елементи. Наприклад, на металургійному виробництві головними елементами є плавильні і прокатні цехи, та ТЕС – головні корпуса електростанцій, в целюлозо-папіровому виробництві – агрегати для варки целюлози і машини які виготовляють папір.

Однак в забезпеченні функціонування об'єктів досить важливу роль можуть відігравати другорядні і допоміжні елементи. Наприклад, ні один об'єкт не може обходитися без деяких елементів системи забезпечення . Тому аналіз вразливості об'єкту включає обов'язкову оцінку і значення кожного елемента, від якого в той або іншій мірі залежить функціонування підприємства в умовах НС.

На основі цього з усій сукупності елементів (головних, другорядних і допоміжних) відокремлюються загальні елементи, які беруть участь у виробництві запланованої продукції.

Захист до дії ударної хвилі, як правило, приймається визначним.

Ураження людей, які знаходяться в момент вибуху в спорудах та сховищах, залежить від ступеню їх руйнування. Так, наприклад, при повних руйнуваннях будівель, люди які там знаходяться повністю загинуть. При сильних і середніх руйнуваннях можуть залишитися живими приблизно половина людей, з яких значна частка буде уражена в різному ступені, багато хто можуть залишитися під уламками конструкцій, а також в приміщеннях з заваленими або зруйнованими шляхами евакуації.

При слабких руйнуваннях споруд загибель людей мало ймовірна. Однак частка з них можуть отримати різні травми і поранення.

Ураження людей в сховищах можуть бути викликані виникненням зон затоплення в місцях їх розміщення, пожежами з великим вивільненням чадного газу або зараженням повітря при руйнуваннях технологічного устаткування і ємкостей з сильнодіючими отруйними речовинами.

Друга частина розрахункового завдання починається після визначення максимального значення надлишкового тиску ударної хвилі, яка очікується на об'єкті (за методикою, яка зазначена вище).

Далі оцінка стійкості об'єкта до дії ударної хвилі проводиться в наступній послідовності:

1) Виявляють основні елементи об'єкту (цехів, діляниць виробництва, систем), від яких залежить його функціонування та випуск необхідної продукції (за вихідними даними табл., ,). Дані записують до таблиці (4).

2) Дають оцінку ступенів руйнування кожного з елементів (будинки, споруди, устаткування, обладнання, тощо). Для цього визначають надлишковий тиск (табл.5), при якому вони одержують слабкі, середні, сильні та повні руйнування. Дані записують до таблиці (4).

3) Виявляють межу стійкості кожного елемента (обладнання, устаткування та інше) до дії ударної хвилі. За межу стійкості елемента беруть максимальне значення надлишкового тиску ΔP в діапазоні, при якому очікуються слабкі руйнування або мінімальне значення надлишкового тиску ΔP , при якому очікуються середні руйнування (табл.5). Ця межа вказує на можливість відновлення ушкодженого елемента силами об'єкта та поновлення виробництва запланованої продукції в короткі терміни. Дані записують до таблиці (4).

4) Визначають межу стійкості об'єкту (цеху) ΔP_{flim} до дії ударної хвилі в цілому. За межу стійкості об'єкту беруть мінімальну межу стійкості елементів, які входять до його складу. Дані записують до таблиці (4).

5) Аналізують, роблять висновки та дають рекомендації стосовно заходів з підвищення стійкості роботи даного об'єкта до дії ударної хвилі вибуху в надзвичайних ситуаціях. Для цього робиться порівняльний аналіз знайдених меж стійкості об'єкту ΔP_{flim} з очікуваним максимальним значенням надлишкового тиску ΔP_{fmax} .

Порядок рішення цього завдання наступний.

Оцінка стійкості кожного елемента об'єкта.

- виділення основних елементів цеху, наприклад будівлі цеха, технологічне обладнання, елементи енергозабезпечення та ін.
- На основі вивчення технічної, будівельної документації, зовнішнього огляду та вимірювань складаються важливіші характеристики кожного елемента цеха. Наприклад, будівля цеху – промислове з металічним

каркасом і бетонним заповненням. Обладнання цеху – середні станки для холодної обробки металу і т.п.

- Визначаються ступені руйнувань елементів в залежності від надлишкового тиску ударної хвилі. Для цього по таблиці для кожного елементу, згідно з його характеристикою, знаходять надлишкові тиски, при яких об'єкт отримає слабкі, середні, сильні і повні руйнування. Для наочності та зручності аналізу доцільно в збірну таблицю оцінки стійкості показати ступені руйнування елементів за шкалою надлишкових тисків різною штриховкою (див табл.) або кольором.
- Визначається межа стійкості до ударної хвилі кожного елементу – надлишковий тиск, при якому елемент отримує таку ступень руйнувань, при якій можливе відновлення зруйнованого елемента силами об'єкта і відновлення виробництва запланованої продукції в короткі строки. Звичайно це може бути в випадку, коли елемент отримує середню ступінь руйнувань. Причому коли елемент може отримати дану ступінь руйнування в визначеному діапазоні надлишкових тисків, наприклад будівля цеху зі збірного залізобетону може отримати середні руйнування при надлишкових тисках 20...30 кПа, то за межу стійкості береться нижня межа діапазону, т.е $\Delta P_{flim}=20$ кПа. При цьому надлишковому тиску елемент в кожному випадку отримає не більше ніж середні руйнування.

Оцінка межі стійкості об'єкта:

- Визначають межу стійкості цеху до ударної хвилі за мінімальною межею стійкості елементів, які входять в його склад. Наприклад, коли будівля цеха має межу стійкості 30 кПа, технологічне обладнання – 60, комунікації енергопостачання – 20, то межа стійкості цеху буде 20 кПа, так як при $\Delta P_{\phi}=20$ кПа вийде з строю енергопостачання і цех тимчасово припинить роботу, а будівлі і технологічне устаткування суттєвих ушкоджень не отримують.

Висновки з оцінки стійкості об'єкта до ударної хвилі

- Порівнюють знайдені межі стійкості об'єкту ΔP_{flim} з очікуваним

максимальним значенням надлишкового тиску $\Delta P_{\phi max}$. Якщо виявиться, що $\Delta P_{\phi lim} \geq \Delta P_{\phi max}$, то об'єкт є стійким до ударної хвилі, коли ж $\Delta P_{\phi lim} < \Delta P_{\phi max}$ – не стійкий.

- Визначають ступені руйнування (повні, сильні, середні, слабкі руйнування) елементів об'єкту за таблицею результатів оцінки стійкості об'єкту при вірогідному максимальному значенні надлишкового тиску $\Delta P_{\phi max}$ і вірогідному при цьому збитку (відсоток виходу з строю виробничих площ і обладнань).

Аналіз характеру і ступеню руйнувань на об'єкті дозволяє представити загальну обстановку на об'єкті, розроблюють конкретні міри з підвищення стійкості елементів і об'єкту в цілому. Аналізуючи результати оцінки, робимо висновки і рекомендації з підвищення стійкості цеху до ударної хвилі.

В висновках відображуються: межа стійкості об'єкта; найбільш вразливі елементи об'єкта; характер і ступень руйнувань, які очікуються на об'єкті від ударної хвилі при максимальному надлишковому тиску; межа доцільного підвищення стійкості найбільш уразливих елементів об'єкта; рекомендації (заходи) з підвищення межі стійкості об'єкта до ударної хвилі.

При визначенні доцільної межі стійкості необхідно вважати важність цеха (об'єкта) в виробництві продукції, максимальне значення надлишкового тиску ударної хвилі, що очікується на об'єкті, характер і ступень можливого руйнування об'єкта та економічну доцільність.

Доцільною межею підвищення стійкості можна вважати значення надлишкового тиску ударної хвилі ΔP_{ϕ} , яке викликає таку ступінь і характер руйнувань на об'єкті, при яких відновлення його буде реальним. Межу стійкості об'єкта необхідно підвищувати до $\Delta P_{\phi max}$. Якщо прийдеться при цьому підвищувати межі стійкості більшості елементів, що потребує значних матеріальних затрат, до доцільну межу необхідно зменшити.

Задача 4. Визначити стійкість цеху до дії ударної хвилі за вихідними даними (табл. 6, 7, 8)

ПРИКЛАД 4. Визначити стійкість цеху до дії ударної хвилі.

Вихідні дані: максимально можливий надлишковий тиск $\Delta P_{фтах}$ в районі цеху 32 кПа; характеристика цеха – будівля одноповерхова, цегляна, безкаркасна; технічне обладнання складається з мостових кранів і кранового устаткування, важких верстатів; трубопроводів (повітропроводів) на металічних естакадах і кабельних наземних мереж.

Розв’язання.

1). За методикою описаною вище, було знайдено значення максимального надлишкового тиску, який очікується в районі цеху. Для умов прикладу воно дорівнює 32 кПа.

2). Визначимо основні елементи цеху (будівля цеху; крани і кранове устаткування, важкі верстати; системи подачі повітря та електромережподачі и електросеть). Їхні характеристики внесемо до звідної таблиці результатів оцінки стійкості (див. табл. 4)

3). Для оцінки ступенів руйнування кожного з елементів цеху (будинку, устаткування, трубопроводів, мереж тощо) визначають за табл. 5 надлишковий тиск, при якому вони одержують слабкі, середні, сильні та повні руйнування.

Так, наприклад, будівля цеху за своїми характеристиками отримає слабкі руйнування в указаному діапазоні надлишкового тиску 10...20 кПа, середні – при 20...35 кПа, сильні – при 35...40 кПа, повні – при 45 кПа і більше. Ці та всі, аналогічно знайдені, дані по кожному з елементів цеху записують в вигляді умовних знаків за шкалою відповідних надлишкових тисків до таблиці (див. табл. 4).

4) Визначаємо межу стійкості кожного елементу цеху до дії ударної хвилі. Це максимальне значення надлишкового тиску ΔP , при якому очікуються слабкі руйнування. Тоді межею стійкості до ударної хвилі є: для будівлі цеху - 20 кПа, кранів і кранового устаткування – 30 кПа, верстатів важких – 40 кПа і т.д. Дані записують до таблиці (4) .

5) Визначимо межу стійкості цеху в цілому $\Delta P_{флим}$ за мінімальною межею стійкості елементів, які входять до його складу. Для цеха межа стійкості буде $\Delta P_{флим}=20$ кПа. Дані заносять до таблиці (4)

Таблиця 4 – Результати з оцінки стійкості роботи цеху до дії ударної хвилі

Елементи цеху і їх характеристика	Ступень руйнування при $\Delta P\phi$, кПа										Межа стійкості елемента, кПа	Межа стійкості цеху, $\Delta P\phi_{lim}$ кПа	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50			
<i>Будинок цеху:</i> одноповерховий, цегляний, безкаркасний			слабкі		середні			сильні				20	20
<i>Технологічне устаткування:</i> крани і кранове устаткування, верстати важкі					слабкі		середні					30	
						слабкі			середні			40	
<i>КЕС:</i> трубопроводи на металевих естакадах					слабкі		середні		сильні			30	
<i>Електромережа:</i> кабельна, наземна			слабкі			середні						30	

Висновки і пропозиції:

- 1) Оскільки, знайдена межа стійкості цеху $\Delta P\phi_{lim} < \Delta P\phi_{max}$, адже 20 кПа < 30 кПа, то цех нестійкий до ударної хвилі.
- 2) Найслабкішим елементом до дії ударної хвилі є будівля цеху ($\Delta P\phi=20$ кПа), тому при $\Delta P\phi_{max}=32$ кПа випуск продукції не може бути налагоджений.
- 3) Межа стійкості більшості елементів 30 кПа, а максимальний надлишковий тиск складає 32 кПа, тому доцільно підвищувати межу стійкості до 32 кПа.
- 4) Отже, при максимальному надлишковому тиску $\Delta P\phi_{max}=32$ кПа, що очікується на об'єкті, цех нестійкий у роботі. Межу стійкості об'єкта необхідно підвищувати до $\Delta P\phi_{max}$.

Рекомендації. Для підвищення стійкості цеху до 32 кПа необхідно підвищити стійкість будівлі цеху улаштуванням контрфорсів, підкосів, додаткових рамних конструкцій; електрокабельну мережу і трубопроводи прокласти під землею; уразливі вузли кранового устаткування і кранів закрити захисними кожухами; установити додаткові колони кранів. Вибухові речовини винести за межі

можливих руйнувань або збудувати для них підземні сховища.

Таблиця 5 – Ступені руйнування об'єкту при різних надлишкових тисках ударної хвилі (кПа)

Елементи об'єкту		Руйнування		
		Слабкі	Середні	Сильні
Виробничі, адміністративні будинки та споруди				
1	Масивні промислові будинки з металевим каркасом	20-40	40-50	50-60
2	Бетонні та залізобетонні будинки і будинки антисейсмічної конструкції	25-80	80-100	120-200
3	Будинки з легким металевим каркасом	10-20	20-30	30-50
4	Будинки зі збірного залізобетону (безкаркасні)	10-20	20-30	30 і більше
5	Цегельні виробничі будинки	10-20	20-35	35-45
6	Будинки трансформаторної підстанції	10-20	20-40	40-60
7	Цегельні житлові будинки	8-15	15-25	25-35
8	Дерев'яні будинки	6-8	8-12	12-20
9	Будинки ГЕС (ТЕЦ)	50-100	100-200	200-300
Деякі види устаткування				
1	Верстати важкі, контактні печі	25-40	40-60	60-70
2	Верстати середні, електролітичні ванни	15-25	25-35	35-45
3	Верстати легкі	6-12	12-15	15-25
4	Підйомно-транспортне устаткування	20-50	50-60	60-80
5	Трансформатори та генератори	30-40	40-60	60 і більше
6	Відкриті розподільні пристрої	15-25	25-35	35 і більше
7	Масляні вимикачі	10-20	20-30	30 і більше
8	Контрольно-вимірювальна апаратура (прилади)	5-10	10-20	20-30
Комунально-енергетичні мережі				
1	Газгольдери та наземні резервуари для ПММ і хімічних речовин	15-20	20-30	30-40
2	Підземні металеві та залізобетонні резервуари	20-50	50-100	100-200
3	Наземні металеві резервуари	30-40	40-70	70-90
4	Розподільні пристрої та допоміжне електроустаткування електростанцій	30-40	40-60	60-80
5	Кабельні підземні лінії	200-300	300-600	600-1000
6	Кабельні наземні лінії	10-30	30-50	50-60
7	Повітряні лінії високої напруги	25-30	30-50	50-70
8	Повітряні лінії низької напруги	20-60	60-100	100-160
9	Трубопроводи наземні	20-50	50-130	130 і більше
10	Трубопроводи на металевих та залізобетонних естакадах	20-30	30-40	40-50

Таблиця 6 – Вихідні дані для оцінки стійкості до впливу ударної хвилі при вибуху ємності з пропаном

Найменування	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Маса ємності з пропаном, т	200	250	300	350	400	450	500	20	15	
Відстань, м	500	600	700	700	800	800	900	300	250	
Споруда	Зі збірною залізобетону						Цегляна			
Устаткування	Трансформатори, масляні вимикачі, повітряна лінія високої напруги									
Найменування	Варіанти									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Маса ємності з пропаном, т	30	40	50	100	5	10	15	25	30	50
Відстань, м	350	400	400	500	200	250	300	350	300	450
Споруда	Цегляна									
Устаткування	Трансформатори, масляні вимикачі, повітряна лінія високої напруги									

Таблиця 7 – Вихідні дані для оцінки стійкості до впливу ударної хвилі при вибуху ємності з бензином

Найменування	Варіанти										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Об'єм резервуару з бензином, м ³	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
Заповнення ємності бензином, %	46,5	52	57	62,5	70	73	64	69	75		
Масова частка бензину в паровій фазі, %	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3		
Відстань, м	200	200	200	200	200	180	200	200	200		
Споруда цеху	Промисловий із металевим каркасом						3 легким металевим каркасом				
Устаткування цеху	Контрольно-вимірювальні прилади (не захищені)										
	Верстати важкі і середні					Середні і легкі					
	Трубопроводи на залізобетонних естакадах. Трубопроводи наземні.										
	Наземні кабельні лінії										
Найменування	Варіанти										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Об'єм резервуару з бензином, м ³	1000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1000	1000	2000	
Заповнення ємності бензином, %	79	45	45	60	54	54	70	54	60	70	
Масова частка бензину в паровій фазі, %	3	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	
Відстань, м	180	350	300	250	350	300	250	200	200	200	
Споруда цеху	3 легким металевим каркасом				Зі збірною залізобетону						
Устаткування цеху	Контрольно-вимірювальні прилади (не захищені)										
	Середні і легкі					Верстати легкі і важкі					
	Трубопроводи на залізобетонних естакадах. Трубопроводи наземні.										
	Наземні кабельні лінії.										

Таблиця 8 – Вихідні дані для оцінки стійкості до впливу ударної хвилі при вибуху звичайних вибухових речовин

Найменування	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Маса вибухових речовин, т	4	3,5	3	2,5	2	1,5	5	5,5	6	
Відстань від будинку цеху, м	100	95	90	85	80	70	100	110	110	
Будинок цеху	Безкаркасна конструкція						З легким металевим каркасом			
Устаткування цеху	Верстати важкі та середні						Верстати середні та легкі			
	Кранове устаткування, контрольно-вимірювальні прилади (не захищені)									
	Лінія електропостачання кабельна наземна									
Найменування	Варіанти									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Маса вибухових речовин, т	6,5	7	8	10	12	15	17,5	20	25	7,5
Відстань від будинку цеху, м	115	120	125	135	145	135	145	150	160	120
Будинок цеху	З легким металевим каркасом				Зі збірного залізобетону					
Устаткування цеху	Верстати середні і легкі				Верстати важкі і легкі					
	Кранове устаткування, контрольно-вимірювальні прилади (не захищені)									
	Лінія електропостачання кабельна наземна									

Для розв'язання завдання з оцінки стійкості цеху до впливу ударної хвилі необхідно вирішити попередні завдання:

Після розрахунку, користуючись даними табл. 1,2,3, а також даними табл. 6, 7, 8 за варіантами визначаємо межу стійкості об'єкта, ступені руйнування елементів об'єкта, рекомендації щодо підвищення стійкості роботи до дії ударної хвилі.

Критерії оцінки виконання самостійної роботи

Результати проведення самостійної роботи оцінюються за п'ятибальною системою.

При цьому береться повнота і правильність виконання завдань, а також враховуються якісні показники відповідей:

- глибина (згідно з вивченим теоретичним узагальненням);
- свідомість (уміння застосовувати інформацію);
- повнота (узгодженість обсягу програми та інформації підручників);
- здатність студента диференціювати, інтегрувати та уніфікувати знання;
- застосовувати правила, методи, принципи, закони у конкретних ситуаціях.

При оцінюванні враховується кількість та характер помилок (суттєві чи несуттєві).

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо студент повно безпомилково відповів на всі питання, в певній логічній послідовності.

Оцінка «добре» виставляється, якщо відповідь досить глибока на основі вивчених теорій, але при цьому допущені 2-3 несуттєві помилки.

Оцінка «задовільно» виставляється, якщо відповідь неповна і допущені суттєві помилки.

Оцінка «незадовільно» виставляється, якщо під час відповіді виявлено повне незнання студентом практичних і теоретичних питань.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулаков М.А., Ляпун В.О., Мягкий В.О. та ін. Цивільна оборона. Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / за ред. Березуцького В.В. Харків: Факт, 2008 – 312 с.
2. Стеблюк М.І. Цивільна оборона. Підручник. -3-тє вид., перероб. і доп. – К.: Знання, 2004. - 490 с.
3. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона. Навч. посібник / за ред. полк. Франчука В.С. Львів: Афіша, 2000, - 336 с.
4. Практикум із курсу «Цивільна оборона» / М.А.Кулаков, В.О. Ляпун, Мандрика Н.П. та ін. за ред. проф. В.В.Березуцького. Х.: Факт, 2007 – 120 с.
5. Демиденко Г.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. / Под ред. Г.П. Демиденко. -2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк., 1989. -287 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи

«СТІЙКІСТЬ ОБ'ЄКТІВ ЕКОНОМІКИ ДО УДАРНОЇ ХВИЛІ»

з курсу «Цивільний захист»

для студентів усіх форм навчання

усіх спеціальностей

Укладачі:

БАХАРЄВА Ганна Юріївна

МЯГКИЙ Віталій Олександрович

ТОЛСТОУСОВА Оксана Валеріївна

БУКАТЕНКО Наталія Олексіївна

Відповідальний за випуск проф. Березуцький В. В.

Роботу до виконання рекомендував проф. Погрібний М.А.

В авторській редакції

План 2012 р., поз. 164

Підп. до друку 28.08.2012. Формат 60×84 1/16. Папір офісний.

Друк – різнографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2.

Наклад 50 прим. Зам. № 28-08. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №3657 від 24.12.2009 р.

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня ПП «Технологічний Центр», 61145, Харків, вул. Шатилова Дача, 4.