

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**А. С. Рогозін, В. О. Росоха**

**ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ТА ТЕРИТОРІЙ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр»  
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека )*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2018**

УДК 355.587(078)

**Рогозін А. С.** Інженерний захист населення та територій : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 263 – Цивільна безпека / А. С. Рогозін, В. О. Росоха ; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 97 с.

Автори: канд. техн. наук, доц. А. С. Рогозін, канд. психол. наук, проф. В. О. Росоха

Рецензенти:

**Г. В. Фесенко**, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 1 від 29.08.2017.*

Конспект лекцій складено з метою допомогти студентам спеціальності «Цивільна безпека» під час підготовки до занять, заліків та іспитів із курсу «Інженерний захист населення та територій»

© А. С. Рогозін, В. О. Росоха, 2018  
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018

## ЗМІСТ

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| Вступ.....                        | 4  |    |
| Лекція 1                          | Інженерний захист населення і територій. Терміни та визначення.....            | 5  |
| Лекція 2                          | Завдання інженерно-технічного захисту при плануванні територій.....            | 8  |
| Лекція 3                          | Інженерно-технічні заходи в містобудівній документації....                     | 19 |
| Лекція 4                          | Надзвичайні ситуації природного характеру.....                                 | 24 |
| Лекція 5                          | Стан сейсмічної активності в Україні.....                                      | 31 |
| Лекція 6                          | Протисейсмічний інженерний захист територій.....                               | 35 |
| Лекція 7                          | Будівництво в сейсмічних районах України.....                                  | 38 |
| Лекція 8                          | Основні види зрушень та їх структурні елементи.....                            | 42 |
| Лекція 9                          | Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів.....      | 47 |
| Лекція 10                         | Інженерні протиселеві заходи.....  | 52 |
| Лекція 11                         | Інженерні протилавинні заходи.....   | 58 |
| Лекція 12                         | Інженерні заходи від повені.....   | 65 |
| Лекція 13                         | Протикарстові інженерні заходи.....  | 72 |
| Лекція 14                         | Гідротехнічні споруди. Їх класифікація.....                                    | 78 |
| Лекція 15                         | Загальні відомості про захисні споруди цивільної оборони, їх класифікація..... | 83 |
| Лекція 16                         | Будівельні вимоги до сховищ.....   | 87 |
| Лекція 17                         | Будівельні вимоги до протирадіаційних укриттів.....                            | 93 |
| Список рекомендованих джерел..... | 97   |    |

## ВСТУП

Основним завданням цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій є захист населення.

До системи захисту населення і територій, що проводяться в масштабах держави у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій належать: інформація та оповіщення, спостереження і контроль, укриття в захисних спорудах, евакуація, інженерний, медичний, психологічний, біологічний, екологічний, радіаційний і хімічний захист, індивідуальні засоби захисту, самодопомога, взаємодопомога в надзвичайних ситуаціях.

Отже одним з основних напрямків забезпечення захисту населення є інженерний захист.

З метою запобігання виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру здійснюються заходи інженерного захисту під час проектування й експлуатації споруд та інших об'єктів господарювання, наслідки діяльності яких можуть шкідливо вплинути на безпеку населення і довкілля.

Заходи інженерного захисту населення і території мають передбачати: під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування враховувати можливі прояви небезпечних і катастрофічних явищ і раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їхньої діяльності у разі виникнення аварії; спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності; розроблення і здійснення заходів безаварійного функціонування об'єктів підвищеної небезпеки, створення комплексної схеми захисту населення пунктів та об'єктів господарювання від небезпечних природних процесів; розроблення і здійснення регіональних та місцевих планів запобігання надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків; організацію будівництва протизсувних, протиповіневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення; реалізацію заходів санітарної охорони території.

Метою викладання навчальної дисципліни «Інженерний захист населення та територій» є формування знань про організацію та управління процесом інженерного захисту населення та територій, здатності творчо мислити, вирішувати складні проблеми інноваційного характеру й приймати продуктивні рішення у сфері інженерного захисту населення та територій.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Інженерний захист населення та територій» є формування у студентів належного рівня знань про особливості здійснення інженерних заходів захисту населення та територій у мирний час і особливий період.

# **ЛЕКЦІЯ 1 ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ І ТЕРИТОРІЙ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ**

1.1 Інженерний захист населення і територій.

1.2 Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій.

## **1.1 Інженерний захист населення і територій**

Законодавство України у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру:

1. Конституція України (254к/96-ВР )
2. Закон України «Про основи національної безпеки України» від 19 червня 1993 р.
3. Кодекс цивільного захисту України чинний від 1.07.2013.
4. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану» від 16.03.2000.
5. Концепція захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій. Указ Президента України від 26 березня 1999 року № 284/99.

Цивільний захист – це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період.

Аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремі території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище.

Евакуація – організоване виведення чи вивезення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження населення, якщо виникає загроза його життю або здоров'ю, а також матеріальних і культурних цінностей, якщо виникає загроза їх пошкодження або знищення;

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій - комплекс правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Засоби цивільного захисту – протипожежна, аварійно-рятувальна та інша спеціальна техніка, обладнання, механізми, прилади, інструменти, вироби

медичного призначення, лікарські засоби, засоби колективного та індивідуального захисту, які призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту.

Захисні споруди цивільного захисту – інженерні споруди, призначені для захисту населення від впливу небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів.

Інженерний захист територій – комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів, спрямованих на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, забезпечення захисту територій, населених пунктів та суб'єктів господарювання від їх наслідків та небезпеки, що може виникнути під час воєнних (бойових) дій або внаслідок таких дій, а також створення умов для забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання і територій в особливий період.

Інженерно-технічні заходи цивільного захисту – комплекс інженерно-технічних рішень, спрямованих на запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, забезпечення захисту населення і територій від них та небезпеки, що може виникнути під час воєнних (бойових) дій або внаслідок таких дій, а також створення умов для забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання і територій в особливий період;

Небезпечна подія – подія, у тому числі катастрофа, аварія, пожежа, стихійне лихо, епідемія, епізоотія, епіфітотія, яка за своїми наслідками становить загрозу життю або здоров'ю населення чи призводить до завдання матеріальних збитків.

Надзвичайна ситуація – обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.

## **1.2 Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій**

Кодекс цивільного захисту України Стаття 7. Основні принципи здійснення цивільного захисту Цивільний захист здійснюється за такими основними принципами:

- гарантування та забезпечення державою конституційних прав громадян на захист життя, здоров'я та власності;
- комплексного підходу до вирішення завдань цивільного захисту;
- пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я громадян;
- максимально можливого, економічно обґрунтованого зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій;

- централізації управління, єдиноначальності, підпорядкованості, статутної дисципліни Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, аварійно-рятувальних служб;

- гласності, прозорості, вільного отримання та поширення публічної інформації про стан цивільного захисту, крім обмежень, встановлених законом;

- добровільності - у разі залучення громадян до здійснення заходів цивільного захисту, пов'язаних з ризиком для їхнього життя і здоров'я;

- відповідальності посадових осіб органів державної влади та органів місцевого самоврядування за дотримання вимог законодавства з питань цивільного захисту;

- виправданого ризику та відповідальності керівників сил цивільного захисту за забезпечення безпеки під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

Укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту та евакуаційні заходи.

До захисних споруд цивільного захисту належать:

- сховище - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів;

- протирадіаційне укриття - негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості;

- швидкосторуджувана захисна споруда цивільного захисту – захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Проектування, будівництво, пристосування і розміщення захисних споруд та об'єктів подвійного призначення здійснюються згідно з нормами, які розробляються відповідно до Закону України "Про будівельні норми".

Утримання захисних споруд цивільного захисту у готовності до використання за призначенням здійснюється суб'єктами господарювання, на балансі яких вони перебувають (у тому числі споруд, що не увійшли до їх статутних капіталів у процесі приватизації (корпоратизації), за рахунок власних коштів.

## **ЛЕКЦІЯ 2 ЗАВДАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ПРИ ПЛАНУВАННІ ТЕРИТОРІЙ**

### **2.1 Завдання ІТЗ при плануванні територій**

#### **2.2 Склад і зміст розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у схемах**

планування територій відповідних адміністративно-територіальних одиниць, генеральних планах населених пунктів

### **2.1 Завдання ІТЗ при плануванні територій**

Завдання інженерно-технічного захисту при плануванні територій є пріоритетним напрямком нормативної роботи. На теперішній час в Україні існують будівельні норми, котрі регламентують завдання інженерно-технічних заходів при плануванні територій. Це Закон України Про планування і забудову територій, ДБН В.1.2-4-2006 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (Цивільної оборони)», та ДБН Б. 1.1-5:2007 Друга частина. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) на мирний час у містобудівній документації.

Вимоги цих Норм ураховуються при проектуванні запобіжних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та військового характеру на території України.

Ці Норми обов'язкові для застосування органами державного управління, замовниками (інвесторами), проектувальниками, іншими юридичними і фізичними особами-суб'єктами підприємницької діяльності у галузі будівництва незалежно від форм власності та господарювання

Головним завданням розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) при плануванні територій Автономної Республіки Крим, областей, кількох районів та окремого району (під час виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час) є створення містобудівних умов для забезпечення захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру та їх наслідків. В залежності від місцевих особливостей завдання розділу ІТЗ ЦЗ(ЦО) при плануванні територій Автономної Республіки Крим, областей, кількох районів та району конкретизуються у кожному випадку врахуванням:

- принципів рішень Генеральної схеми планування територій України у питанні забезпечення сталого розвитку систем розселення та населених пунктів;

- загальнодержавних та місцевих інтересів, що містять програми розвитку окремих видів економічної діяльності, цільові програми розвитку відповідних адміністративно-територіальних одиниць, а також розробки з формування транскордонних регіонів, транспортно-комунікаційних коридорів, зон із спеціальним режимом використання.

У розділі ІТЗ ЦЗ (ЦО) схеми планування територій Автономної Республіки Крим або області обґрунтовуються рішення щодо створення



містобудівних умов для забезпечення захисту населення і територій від НС техногенного та природного характеру та їх наслідків у мирний час на основі:

- визначення обсягів евакуаційних заходів до місць захисту за кількістю населення, яке потребуватиме цивільного захисту (цивільної оборони) в залежності від рівня та кількості НС техногенного та природного характеру;

- підготовленості місць захисту із зазначенням їх повного чи неповного формування на територіях, що приймають евакуйоване населення (Місця захисту повного формування мають повний комплекс інфраструктурного забезпечення і не потребують використання комплексів обслуговування, що розміщені поза ними);

- розвитку транспорту та інженерних комунікацій і споруд, які забезпечують доставку евакуйованих та необхідні умови їх життєдіяльності на територіях місць захисту;

- забезпечення функціонування та життєдіяльності місць захисту на період дії НС техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків.

Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони) у схемі планування території кількох районів або району базуються на рішеннях, що закладені у розділі ІТЗ ЦЗ (ЦО) у схемі планування території Автономної Республіки Крим та областей, і, в свою чергу, містять конкретні рішення на відповідному адміністративно-територіальному рівні щодо забезпечення захисту та життєдіяльності населення на період дії НС техногенного та природного характеру та їх наслідків у мирний час.

Органи виконавчої влади та місцевого самоврядування в межах своїх повноважень керуються рішеннями розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі схеми планування території Автономної Республіки Крим, областей, кількох адміністративних районів та району з метою ефективного захисту населення і територій під час виникнення та ліквідації НС техногенного і природного характеру у мирний час.

Об'єм та зміст інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) визначаються у залежності від груп міст та категорії об'єктів національної економіки з цивільного захисту (цивільної оборони) з урахуванням зонування території за можливою дією засобів масового ураження, їх супутніх факторів ураження, а також від характеру і масштабів можливих аварій і катастроф техногенного характеру.

Завдання розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у генеральних планах населених пунктів.

Розділ "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)" генерального плану на мирний час - основний містобудівний документ, що визначає комплекс інженерно-технічних заходів щодо забезпечення захисту та життєдіяльності населення від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на мирний час містобудівними засобами, зокрема, забезпечення проведення евакуації до місць захисту, які сформовані на базі комплексного освоєння (з можливістю подвійного використання) підземного простору міста (населеного пункту), а також на базі

будинків відпочинку, санаторіїв, дитячих оздоровчих таборів, дитячих закладів цілорічного використання, пансіонатів, шкіл-інтернатів, лікарень, дачних та садових будівель, об'єктів комунальної власності, соціально-культурного призначення, готельного комплексу незалежно від форм власності та підпорядкування з визначенням необхідних інженерно-технічних заходів), в тому числі проведення евакуації і в замиську зону, на основі сталого функціонування транспортно-інженерних систем та обладнання міста.

Головне завдання розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) при розробленні генерального плану населеного пункту полягає у раціональному використанні планувальної та просторової організації міста (іншого населеного пункту) щодо реалізації захисту його населення від НС техногенного та природного характеру та дії їх наслідків у мирний час у сформованих місцях захисту, зокрема, у забезпеченні:

- безперешкодного транспортування (переміщення) населення з метою евакуації до місць захисту по території міста (іншого населеного пункту);

- транспортного зв'язку із місцями захисту, особливо з віддаленими, в тому числі з місцями захисту у замиській зоні;

- розміщення населення в межах міста (іншого населеного пункту) у місцях захисту у мирний час, які сформовані на базі комплексного освоєння підземного простору (подвійного використання) міста (іншого населеного пункту), а також як в межах, так і за межами міста (іншого населеного пункту) на базі будинків відпочинку, санаторіїв, дитячих оздоровчих таборів, дитячих закладів цілорічного використання, пансіонатів, шкіл-інтернатів, лікарень, дачних та садових будівель, об'єктів комунальної власності, соціально-культурного призначення, готельного комплексу незалежно від форм власності та підпорядкування з визначенням необхідних інженерно-технічних заходів;

- відповідного розвитку інфраструктури місць захисту у замиській зоні, зокрема, забезпечення мережами та спорудами водопроводу, каналізації, газопостачання, електропостачання, теплопостачання та інших інженерних комунікацій;

- проведення необхідних заходів з інженерної підготовки та благоустрою території міста (іншого населеного пункту), які спрямовані на відвернення або зниження до прийнятного рівня дії негативних факторів впливу НС техногенного та природного характеру, а також діючих і пов'язаних з ними можливих небезпечних процесів.

- Місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування в межах своїх повноважень керуються рішеннями розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі генеральних планів міст та інших населених пунктів з метою ефективного захисту населення і територій під час виникнення та ліквідації НС техногенного і природного характеру у мирний час.

## **2.2 Склад і зміст розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у схемах планування територій відповідних адміністративно-територіальних одиниць, генеральних планах населених пунктів**

Склад і зміст графічних матеріалів розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) залежить від рівня адміністративно-територіальної одиниці (АРК, область, район).

При розробці графічного матеріалу розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у схемі планування території АРК (області) виконуються кресленням «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)» на якому, включаючи рішення проектного плану схеми планування території, відображаються:

- зони можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного та бактеріологічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах, катастрофічного затоплення (у тому числі зони впливу щодо ризиків транскордонних загроз від подібних НС), зони поширення зсувів, підтоплення, селів, карсту, сейсмічної небезпеки; епідемічні та епізоотичні природні осередки;
- розміщення місць захисту, виходячи із завдань розроблення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) із відображенням таких об'єктів і територій;
- внутрішньообласну (внутрішньореспубліканську) та районну мережу транспортних та інженерних комунікацій і споруд, що знаходиться за межами зон впливу аварій на потенційно небезпечних об'єктах і використовується як для евакуації населення до місць захисту, так і для забезпечення його життєдіяльності на час дії НС або ліквідації їх наслідків;
- місця розміщення баз і складів матеріально технічних, продовольчих та інших резервів, а також складів забезпечення проведення аварійно-відновлювальних робіт із зазначенням під'їздів до них;
- гірничі виробки та інші підземні порожнини; є) підготовлені до експлуатації водні ресурси.

За неможливості на території АРК (області) забезпечити розміщення евакуйованого населення виконується креслення-фрагмент з частинами території відповідних областей, де може бути розміщено це населення. Для вирішення цього завдання Рада міністрів АРК (облдержадміністрація) разом із ДСНС України звертається до Кабінету Міністрів України.

За необхідності розробляються креслення, що обґрунтовують чи деталізують прийняті проектні рішення щодо транспортних зв'язків, водопостачання, каналізації, енергопостачання, газопостачання, медичного та побутового обслуговування населення у місцях захисту у мирний час, використання курортних місцевостей та зон відпочинку для розміщення населення. Перелік та масштаб додаткових матеріалів встановлюється у завданні на проектування. Додаткові креслення необхідно максимально суміщати.

До об'єктів розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у складі схем планування території включаються об'єкти та інші території, що не несуть закритої інформації.

Графічні матеріали розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) схеми планування території кількох районів або району представляються кресленням "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)" у масштабі проектного плану схеми планування території (у разі меншого насичення графічною інформацією представляються у масштабі у два рази меншому ніж масштаб проектного плану), на якому, включаючи рішення проектного плану схеми планування території, буде відображено:

- зони можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного та бактеріологічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах, катастрофічного затоплення (у тому числі зони впливу щодо ризиків транскордонних загроз від подібних НС), зони поширення зсувів, підтоплення, селів, карсту, сейсмічної небезпеки; епідемічні та епізоотичні природні осередки;

- розміщення місць захисту, виходячи із завдань розроблення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) із відображенням таких об'єктів і територій:

- 1) населених пунктів із зазначенням кількості можливого до приймання населення, що розміщується у місцях захисту (дані по кожному населеному пункту);

- 2) населених пунктів - центрів обслуговування територій, що рекомендовані для прийняття евакуйованого населення, зокрема, медичного та побутового, із врахуванням населення, яке прибуває за евакозаходами (при неповному формуванні місць захисту);

- 3) курортних зон та зон відпочинку (тривалого та сезонного) з виявленням чисельності населення, що прибуває за евакозаходами, а також із зазначенням кількості місць у лікувальних закладах, які розгортаються під час виникнення НС (при неповному формуванні місць захисту);

- 4) маршрутів, що рекомендовані для евакуації у піших колонах населення великих міст, місць розміщення пунктів малих та великих привалів;

- 5) територій спеціального призначення, а також територій потенційно-небезпечної санітарно-епідеміологічної ситуації (існуючі анофілогенні території, місця спуску стічних вод, очисні споруди, місця смітників, скотомогильників, утилізації), а також інші території, що регламентуються щодо суворого додержання заданих параметрів використання;

- внутрішньообласну (внутрішньореспубліканську) та районну мережу транспортних та інженерних комунікацій і споруд, що знаходиться за межами зон впливу аварій на потенційно небезпечних об'єктах і використовується як для евакуації населення до місць захисту, так і для забезпечення його життєдіяльності на час дії НС або ліквідації їх наслідків;

- місця розміщення баз і складів матеріально-технічних, продовольчих та інших резервів, а також складів забезпечення проведення аварійно-відновлювальних робіт із зазначенням під'їздів до них;

- гірничі виробки та інші підземні порожнини; є) підготовлені до експлуатації водні ресурси.

Пояснювальна записка розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) схеми планування території Автономної Республіки Крим, областей, кількох районів та району повинна містити:

- основні показники розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО);
- результати аналізу, що містять оцінку варіантів евакуації населення у заміську зону із визначенням місць захисту (при їх повному формуванні) та використання системи обслуговування центрів територій розміщення місць захисту (при їх неповному формуванні), оцінку використання території розміщення місць захисту, а також результати порівняння розглянутих варіантів та обґрунтування пропозицій щодо визначення оптимального;
- розрахунок об'ємів житлово-цивільного будівництва та відповідних об'єктів і мереж інженерного забезпечення, які необхідні для місць захисту у відповідних населених пунктах, а також з використанням будинків відпочинку, санаторіїв, дитячих оздоровчих таборів, дитячих закладів цілорічного використання, пансіонатів, шкіл-інтернатів, лікарень, дачних та садових будівель;
- розрахунок потрібного фонду місць захисту, зокрема, з врахуванням населення, що прибуває за евакозаходами; обґрунтування пропозицій щодо:
  - 1) дублювання транспортних та інженерних комунікацій території, які забезпечують евакуацію та життєдіяльність населення району, області (Автономної Республіки Крим) у мирний час;
  - 2) розміщення підприємств будівельної індустрії та промисловості будівельних матеріалів із врахуванням забезпечення виконання аварійно-відновлювальних робіт;
  - 3) організації систем розміщення місць захисту (при їх повному формуванні);
  - 4) організації систем міжселищного медичного та торгово-побутового обслуговування та обслуговування евакуйованого населення закладами громадського харчування (при неповному формуванні місць захисту);
  - 5) використання зон тривалого та сезонного відпочинку для формування місць захисту із зазначенням кількості евакуйованого населення;
  - 6) використання гірничих виробок та інших підземних порожнин для формування місць захисту.

У пояснювальній записці розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) схеми планування території Автономної Республіки Крим або області, повинні міститися обґрунтування пропозицій щодо:

- виявлення місць захисту у повному або частковому формуванні по населених пунктах; балансу житлово-цивільного фонду в цілому по населених пунктах у складі місць захисту; визначення кількості населення, що евакуйовується, включаючи зони відпочинку, з врахуванням розгортання шпиталів під час дії НС або ліквідації їх наслідків;

- виявлення зон розміщення баз та складів матеріально-технічних, продовольчих та інших резервів для забезпечення життєдіяльності евакуйованого населення у місцях захисту.

У пояснювальній записці розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) схеми планування території групи адміністративних районів та окремого адміністративного району, повинні міститися обґрунтування пропозицій щодо:

- виявлення територій місць захисту, балансу житлово-цивільного фонду місць захисту окремо по кожному населеному пункту розміщення евакуйованих;

- розміщення баз та складів матеріально-технічних, продовольчих та інших резервів для забезпечення життєдіяльності евакуйованого населення.

У розділі ІТЗ ЦЗ (ЦО) схеми планування території адміністративного району на основі складення варіантних вирішень щодо розміщення місць захисту у мирний час обґрунтовуються пропозиції щодо:

- визначення розмірів населених пунктів, де планується розміщення місць захисту, на основі врахування населення, що прибуває за евакозаходами;

- розміщення торгово-побутових, лікувально-профілактичних, санітарних закладів та закладів громадського харчування різних рівнів при неповному формуванні місць захисту та повне формування місць захисту з використанням таких об'єктів як школи, школи-інтернати, лікарні, поліклініки, пологові будинки, амбулаторії, будинки культури, бібліотеки, торгові заклади;

- визначення заходів із реконструкції та розвитку шляхової мережі, включаючи між господарську та господарську тощо;

- визначення заходів із використання паливно-енергетичних ресурсів, в тому числі для будівництва електростанцій внутрішньообласного (внутрішньореспубліканського) та районного значення з пропозиціями щодо електропостачання сільських населених пунктів;

- визначення місць водозабору та організації мереж централізованого або локального (з місцевих джерел) водозабезпечення, а також із інших видів інженерного благоустрою.

Додатково у розділі можуть розглядатися інші питання, які визначені у методичному документі щодо поетапного виконання такого розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі схем планування території АРК, областей та районів на мирний час.

Графічні матеріали розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) генерального плану розробляються у такому складі:

А. Схема розміщення місць захисту за межами міста, які (місця захисту) визначено, виходячи з потреби забезпечення безпечної життєдіяльності населення, що потребує цивільного захисту, у масштабі 1:50 000 для міст з чисельністю населення більше 100 тис. осіб та у масштабі 1:25 000 — для міст до 100 тис. осіб. Для інших населених пунктів така схема розробляється у масштабі на порядок меншому ніж масштаб проектного плану.

На схемі розміщення зазначаються:

- межі адміністративних районів;

- зони можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах;
- зони катастрофічного затоплення;
- території місць захисту населених пунктів, що приймають евакуйоване населення;
- мережа шпиталів та інших пунктів надання допомоги постраждалим;
- лісові масиви, насадження всіх видів, акваторії;
- сільськогосподарські території;
- інші території, опорна та проектована мережа транспортних, інженерних комунікацій та споруд внутрішньообласного (внутрішньореспубліканського) або районного значення (електропідстанції, високовольтні лінії електропередачі, споруди, каналізації);
- зони та місця тривалого та сезонного відпочинку;
- бази і склади матеріально-технічних, продовольчих та інших резервів;
- склади відбудовного періоду.

Б. Креслення "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)" представляються в масштабі проектного плану (у разі меншого насичення графічною інформацією представляються у масштабі у два рази меншому ніж масштаб проектного плану), на якому, включаючи рішення проектного плану, зазначаються:

- житлові райони, промислово-житлові райони, промислові зони (райони) із зазначенням чисельності жителів, а також чисельності виробничого та обслуговуючого персоналу;
- потенційно небезпечні об'єкти з їх зонами впливу в разі НС (у тому числі зони впливу щодо ризиків транскордонних загроз);
- території з наявністю небезпечних геологічних та гідрогеологічних процесів як природних (в тому числі катастрофічне затоплення, сейсмічна небезпека), так і викликаних господарською діяльністю людини;
- зони розповсюдження зсувів, селів та карсту;
- підтоплювані території та порушені підземними виробками території, зокрема, гірничими виробками;
- система вулиць та доріг, в тому числі магістралі сталого функціонування збору та розподілення евакопотоків (зокрема, збірні евакопункти і вихідні пункти руху пішки);
- основні об'єкти транспортної інфраструктури (мости, шляхопроводи, дамби та інші інженерні споруди; залізниці, вокзали, платформи, порти, причали, аеродроми, злітно-посадочні смуги, лінії та станції метрополітену, швидкісного трамваю та інших транспортних споруд);
- магістральні інженерні мережі та головні споруди каналізації, електро-, газо- та теплопостачання;

- загальна кількість населення, що розміщується в місцях захисту центрів загальноміського та районного значення, а також громадських центрів промислових зон;

- чисельність населення, що розміщується в місцях захисту у спорудах підземного простору.

В. Схема розміщення місць захисту виконується в масштабі у два рази меншому ніж масштаб проектного плану у генеральному плані. На схему наносяться місця захисту відповідного рангу.

До об'єктів розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у складі генеральних планів населених пунктів включаються об'єкти та інші території, що не несуть закритої інформацію.

Пояснювальна записка розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) генерального плану міста, селища міського типу та сільського населеного пункту, що можуть знаходитись у зоні можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах, повинна містити обґрунтування проектних пропозицій на основі варіантних розробок щодо забезпечення ефективної евакуації населення до місць захисту у мирний час.

Пояснювальна записка повинна містити:

- основні показники розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО);
- розрахунок чисельності населення, що підлягає евакуації до місць захисту, в тому числі у замиську зону із міста;

- розрахунок кількості, місткості та розміщення збірних евакуаційних пунктів у залежності від радіуса доступності та часу збору населення в цілому по місту; за необхідності - складання картограм пасажиропотоків та вантажопотоків у цілому по місту;

- пропозиції щодо розміщення населення у місцях захисту за межею зони можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах;

- розрахунок місткості місць захисту для розміщення населення міста, в тому числі із врахуванням комплексного освоєння підземного простору міст;

- пропозиції щодо використання підземних, зокрема, гірничих виробок для формування місць захисту для розміщення населення;

- заходи щодо забезпечення функціонування у мирний час систем водопостачання, каналізації, електропостачання, дротового мовлення, телефонізації та телеінформаційного забезпечення, газопостачання, теплопостачання. У складі генерального плану враховується, що оповіщення населення передається по радіотрансляційній мережі міста з використанням обладнання радіотрансляційних вузлів і мереж дротового мовлення. При цьому кожен радіотрансляційний вузол і мережа охоплює певний район міста і відповідну чисельність населення. Виходячи з цього проводиться розрахунок потужності обладнання радіовузлів. У розрахунок потужності обладнання



радіовузлів входить загальна потужність вуличних гучномовців. Магістральні мережі дротового мовлення, якими транслюється оповіщення населення, вказуються на схемах дротового мовлення і телефонізації. Крім того, оповіщення може здійснюватись і телеінформаційними мережами міста. Система оповіщення у повному обсязі проробляється у спеціалізованій роботі, яка не входить до складу генплану. У завершеному вигляді система оповіщення виконується на стадіях "проект" та "робочі креслення" або "робочий проект" згідно із окремим завданням на проектування визначеної території.

- пропозиції щодо розміщення потенційно небезпечних об'єктів, зокрема, підприємств для зберігання та переробки легкозаймистих рідин, небезпечних хімічних речовин (НХР).

Пояснювальна записка розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) генерального плану міст та інших населених пунктів, які є потенційними місцями розміщення евакуйованого населення, повинна містити порівняння розроблених варіантів ІТЗ ЦЗ (ЦО) щодо забезпечення евакуйованого населення необхідними життєзабезпечуючими складовими. Таким чином, пояснювальна записка повинна містити:

- основні показники розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО); б) чисельність евакуйованого населення, що розміщується у місцях захисту даного населеного пункту;

- розрахунок необхідної місткості місць захисту повного формування для населення, що прибуває за евакозаходами;

- за наявності місць захисту неповного формування визначення мережі додаткових закладів медичного, торгово-побутового обслуговування, громадського харчування у населеному пункті, в який прибуває додаткове населення за евакозаходами;

- заходи, що забезпечують у мирний час функціонування систем водо-, електро-, тепло- та газопостачання з врахуванням розміщення населення, що прибуває за евакозаходами.

Для населеного пункту, що є потенційним місцем розміщення евакуйованого населення, розділ ІТЗ ЦЗ (ЦО) розробляється із врахуванням розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО), який розробляється у складі схеми планування території відповідної адміністративно-територіальної одиниці або у складі генерального плану міста-центру (якщо даний населений пункт, що проектується, знаходиться у його заміській зоні).

За відсутності розділів ІТЗ ЦЗ (ЦО) (схем планування територій або генеральних планів міст-центрів), а також відсутності на території населеного пункту, який є потенційним місцем розміщення евакуйованого населення, об'єктів та природних умов, що несуть небезпеку НС природного та техногенного характеру, розділ ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі генерального плану цього населеного пункту не розробляється.

За відсутності розділів ІТЗ ЦЗ (ЦО) (схем планування територій або генеральних планів міст-центрів), які охоплюють населений пункт, який є потенційним місцем розміщення евакуйованого населення, але за наявності на

території цього населеного пункту об'єктів та природних умов, що несуть потенційну небезпеку НС природного та техногенного характеру, розділ ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі генерального плану даного населеного пункту розробляється для вирішення проблем безпеки відносно цих потенційних НС.

При розробленні розділів ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі схеми планування території відповідної адміністративно-територіальної одиниці або у складі генерального плану міста-центру, які впливають на розроблення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі генерального плану населеного пункту, що є потенційним місцем розміщення евакуйованого населення (при розробленому генеральному плані), цей розділ ІТЗ ЦЗ (ЦО) виконується додатково за окремим завданням та фінансуванням.

## ЛЕКЦІЯ 3 ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ В МІСТОБУДІВНІЙ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Питання для розгляду на лекції:

3.1. Основні терміни та визначення

3.2 Розміщення об'єктів та планування і забудова міст

### 3.1 Основні терміни та визначення

Містобудування (містобудівна діяльність) - це цілеспрямована діяльність державних органів, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій, громадян, об'єднань громадян по створенню та підтриманню повноцінного життєвого середовища, яка включає прогнозування розвитку населених пунктів і територій, планування, забудову та інше використання територій, проектування, будівництво об'єктів містобудування, спорудження інших об'єктів, реконструкцію історичних населених пунктів при збереженні традиційного характеру середовища, реставрацію та реабілітацію об'єктів культурної спадщини, створення інженерної та транспортної інфраструктури.

Генеральна схема планування території України - містобудівна документація, яка визначає концептуальні вирішення планування, забудови та іншого використання відповідних територій України .

Генеральний план населеного пункту – містобудівна документація, яка визначає принципові вирішення розвитку, планування, забудови та іншого використання відповідних територій населеного пункту.

Детальний план території-містобудівна документація, яка розробляється для окремих районів, мікрорайонів, кварталів та районів реконструкції існуючої забудови населених пунктів.

Містобудівна документація – затверджені текстові і графічні матеріали, якими регулюється планування, забудова та інше використання територій.

Містобудівні умови – встановлені параметри та обмеження використання та забудови територій з оптимальним забезпеченням відповідних життєвих та функціональних потреб населення (зокрема, транспортне забезпечення, енергозабезпечення, водозабезпечення, обслуговування населення тощо).

Схема планування території – містобудівна документація, яка визначає принципові вирішення планування, забудови та іншого використання відповідних територій адміністративно-територіальних одиниць, їх окремих частин.

Заміська зона населеного пункту-центру або підцентру – особливий територіальний об'єкт, який призначений для реалізації евакуаційних потреб цього населеного пункту і який окремими своїми частинами і навіть цілком може не мати із даним населеним пунктом спільної межі.

Заміська зона населеного пункту на особливий період не повинна включати зони можливого руйнування навколо категоризованих міст та об'єктів, а також (на особливий період та у мирний час) зони можливого небезпечного

радіаційного забруднення, можливого хімічного та біологічного зараження, можливого руйнування у разі аварії на потенційно небезпечному об'єкті.

Таким чином, в залежності від розміру населеного пункту заміська зона може містити невелику або значну частину містобудівних об'єктів та територій у системі поселень, до якої входить даний населений пункт.

До складу таких містобудівних об'єктів відносяться: будинки відпочинку, санаторії, дитячі оздоровчі табори, дитячі заклади цілорічного використання, пансіонати, школи-інтернати, лікарні, дачні та садові будівлі, об'єкти комунальної власності, соціально-культурного призначення, готельного комплексу та інші, які можуть бути використані з метою розміщення евакуйованих.

Споруди підземного простору міст та інших населених пунктів - це станції метрополітену, підземні переходи та тунелі, гаражі, гірничі виробки, підвальні та інші приміщення, які можуть бути використані для захисту населення у разі виникнення НС техногенного та природного характеру.

Санітарно-захисна зона – зона, яка відокремлює промислове підприємство від житлової забудови. Це територія навколо потенційно небезпечного підприємства, в межах якої заборонено проживання населення та ведення господарської діяльності, розміри якої встановлюються проектною документацією відповідно до державних нормативних документів. Санітарно-захисні зони створюються навколо об'єктів, які є джерелами виділення шкідливих речовин, запахів, підвищених рівнів шуму, вібрації, ультразвукових і електромагнітних хвиль, електронних полів, іонізуючих випромінювань тощо, з метою відокремлення таких об'єктів від територій житлової забудови.

Безпечний район (пункт, територія, зона) – придатний для життєдіяльності район (пункт, територія, зона) розміщення евакуйованого населення, який визначається рішенням відповідного органу влади за межами зон можливого руйнування, хімічного зараження, катастрофічного затоплення, масових лісових і торф'яних пожеж, а також небезпечного радіоактивного забруднення.

Інженерно-транспортна інфраструктура – комплекс інженерних та транспортних споруд і комунікацій.

Місто-центр (або підцентр) – населений пункт (характеризується найбільшою кількістю населення і найвищим адміністративним статусом, економічним та соціально-культурним потенціалом, в першу чергу, обласний або районний центр), який очолює сформовану сукупність міських і сільських населених місць різної величини та профілю економічної діяльності, що об'єднані сталими функціональними взаємозв'язками (виробничими, трудовими, адміністративними, культурно-побутовими, рекреаційними тощо).

Місця захисту формуються, в першу чергу, на території населених пунктів, що у перспективі може забезпечити безпеку розвитку населеного пункту в цілому у мирний час.

Термін «місце захисту» за межами населених пунктів збігається з терміном "безпечний район", але може відрізнятися за більш високим рівнем інфраструктурної насиченості.

Місця захисту повного формування мають повний комплекс інфраструктурного забезпечення і не потребують використання комплексів обслуговування, що розміщені поза ними.

### 3.2 Розміщення об'єктів та планування і забудова міст

Нові промислові підприємства не повинні розміщуватись у зонах можливих сильних руйнувань категорованих міст та об'єктів, у зонах можливого катастрофічного затоплення, у зонах можливого хімічного забруднення, а також у регіонах та містах, де будівництво та розширення промислових підприємств заборонені або обмежені, за винятком підприємств необхідних для безпосереднього обслуговування населення, а також для потреб промислового, комунального та житлово-цивільного будівництва у місті.

Віддаленість меж зони можливих сильних і слабких руйнувань від меж проектної забудови категорованих міст та категорованих об'єктів, розміщених поза категорованими містами, слід приймати за таблицею 1.

Таблиця 3.1 – Віддаленість меж зони можливих сильних і слабких руйнувань

| Категоровані міста та об'єкти                               | Межі зон можливих руйнувань              |   |
|---|--|---|
|   | сильних                                  | слабких                                   |
| Категоровані міста  | У межах проектної забудови міста         | 7 км від межі проектної забудови міста    |
| Категоровані об'єкти, розміщені поза категорованими містами | 3 км від межі проектної забудови об'єкта | 10 км від межі проектної забудови об'єкта |
|   |  |   |

Межа проектної забудови категорованого міста (об'єкта) приймається за затвердженням генеральним планом, розробленим на розрахунковий термін у відповідності з вимогами державних норм.

Великі адміністративні та промислові центри (міста) відносять до груп з ЦО за такою класифікацією: міста "особливі групи", 1-ї, II-ї та III-ї груп з ЦО. Великі промислові та інші господарські об'єкти відносять до об'єктів "особливої важливості", 1-ї та II-ї категорій з ЦО, при цьому об'єкти атомної енергетики виділяють в окрему групу. Надалі міста та об'єкти господарювання, що відносяться до груп та категорій з ЦО будуть існувати як "категорійні міста та об'єкти".

Територія, з розміщеними на ній категорованими містами і об'єктами, на якій може виникнути надмірний тиск у фронті повітряної ударної хвилі  $\Delta P_f$ , рівний 10 кПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>) і більше, складає зону можливих руйнувань.

Частина території зони можливих руйнувань, у межах якої надмірний тиск у фронті повітряної ударної хвилі  $\Delta P_f$ , рівний 30 кПа ( $0,3 \text{ кгс/см}^2$ ) і більше, складає зону можливих сильних руйнувань.

Територія, яка знаходиться між межами зони можливих сильних руйнувань і зони можливих руйнувань, складає зону можливих слабких руйнувань.

Зона можливих руйнувань категорованого міста та категорованого об'єкта з прилеглою зоною території шириною 20 км складає зону можливого небезпечного радіоактивного забруднення. Для атомної електростанції (АЕС) зону небезпечного радіоактивного забруднення складає зона її можливого руйнування і прилегла до цієї зони смуга території шириною 20 км для АЕС установленою потужністю до 4 ГВт включно і до 40 км для АЕС установленою потужністю більше 4 ГВт.

Смуга території, шириною 100 км, яка прилегла до межі зони можливого небезпечного радіоактивного забруднення, складає зону можливого сильного радіоактивного забруднення.

Групи нових промислових підприємств та окремі категоровані об'єкти слід розміщувати у малих та середніх містах, селищах та сільських населених пунктах, в яких є передумови промислового розвитку, розміщених від межі проектної забудови категорованих міст та об'єктів на відстані:

- не менше ніж 60 км - для міст особливої та першої груп з цивільного захисту (цивільної оборони);
- не менше ніж 40 км - для міст другої групи з цивільного захисту (цивільної оборони);
- не менше ніж 25 км - для міст третьої групи з цивільного захисту (цивільної оборони) та категорованих об'єктів з цивільної оборони (у тому числі АЕС).

Розміщення будівництва базових складів для зберігання НХР, вибухових речовин і матеріалів, паливних речовин слід передбачати у заміській зоні на відстанях від міських та сільських поселень і окремих об'єктів, згідно, ДБН360-92<sup>\*\*</sup>.

Склади паливно-мастильних матеріалів (ПММ) повинні розміщуватись на ділянках, розміщених нижче за відмітками місцевості відносно споруд об'єкта, сусідніх підприємств, міських і сільських поселень.

У випадках, коли розміщення складів ПММ можливе тільки вище або в одному рівні відносно указаних об'єктів, слід передбачати заходи, які виключають витікання нафтопродуктів при можливому ушкодженні наземних резервуарів.

Підприємства з переробки легкозаймистих і паливних рідин, а також базисні склади указаних рідин (наземні склади першої групи згідно норм проектування складів нафти і нафтопродуктів) слід розміщувати нижче по ухилу місцевості відносно житлових зон і промислових підприємств категорованих міст і об'єктів, автомобільних доріг і залізниць з урахуванням можливості відводу паливних рідин у безпечні місця у випадку ушкодження ємностей.

На діючих підприємствах, де не забезпечені ці умови необхідно по периметру території цих підприємств передбачати полотно автомобільної дороги, підняте над запланованою територією об'єкта на висоту, яка забезпечує утримання розливу рідин у кількості не менше ніж 50% від ємностей усіх резервуарів і технологічних пристроїв з легкозаймистими і паливними рідинами.

При розміщенні у категорованих містах і на категорованих об'єктах баз і складів для зберігання НХР і вибухових речовин їх запаси установлюються центральними органами виконавчої влади, за погодженням з Кабінетом Міністрів України.

## ЛЕКЦІЯ 4 НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ

Питання для розгляду на лекції:

4.1 Основні терміни і визначення

4.2 Види надзвичайних ситуацій природного характеру

### 4.1 Основні терміни і визначення

Територія України розташована практично в центрі Європейської частини і становить 603,7 тис. км<sup>2</sup>. Середня густота населення становить 56 чоловік на 1 км<sup>2</sup>, у східних регіонах – близько 200 чоловік на 1 км<sup>2</sup>.

На території України можливе виникнення практично майже всього спектра небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного і метеорологічного походження. До них належать великі повені, катастрофічні затоплення, землетруси, процеси зсуву, лісові і польові пожежі, урагани, смерчі тощо.

Природні надзвичайні ситуації класифікують за видами можливих природних явищ, що приводять до їх виникнення: небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами і збудниками, зміна стану водних ресурсів і біосфери тощо.

Кожний клас стихійних лих класифікується за характеристиками явища, які визначають особливості дії факторів ураження на людей, навколишнє природне середовище та суб'єкти господарської діяльності

Небезпечне геологічне явище – подія геологічного походження або наслідок дії геологічних процесів, що виникають в земній корі під дією різних природних і геодинамічних факторів або їх комбінацій, які оказують або можуть оказати дію ураження на людей, сільськогосподарських тварин і рослин, об'єкти економіки і навколишнє природне середовище.

Небезпечне гідрологічне явище - подія гідрологічного походження або результат гідрологічних процесів, що виникають під дією різних природних або гідродинамічних факторів або їх комбінацій, які оказують або можуть сказати дію ураження на людей, сільськогосподарських тварин і рослин, об'єкти економіки і довкілля.

Небезпечне метеорологічне явище – природні процеси і явища, що виникають в атмосфері під дією різних природних факторів і їх комбінацій, які приводять або можуть створити загрозу життю і здоров'ю людей та завдати шкоду об'єктам економіки і довкілля.

Сейсмічна область – гірська складчаста область або активна платформа, в межах якої можуть пройти землетруси, ступінь потенційної небезпеки яких характеризується макросейсмічною інтенсивністю і максимально можливим прискоренням коливання фунту при землетрусу.



Землетрус – підземні поштовхи і коливання земної поверхні, що виникають внаслідок раптових зміщень і розривів в земній корі або верхній частині мантиї Землі, які передаються на великі відстані у виді пружних коливань.

Сейсмічна шкала – шкала для оцінки інтенсивності землетрусу на поверхні Землі.

Сейсмічна безпека – стан захисту населення, об'єктів економіки і навколишнього природного середовища від небезпеки, що виникає від наслідків землетрусу.

Забезпечення сейсмічної небезпеки – прийняття і дотримання правових норм, виконання екологічних і сейсмічних захисних правил і вимог, а також виконання комплексу організаційних, прогнозних, інженерних, технічних, сейсмічних захисних і спеціальних заходів, що спрямовані на забезпечення захисту от дії факторів ураження внаслідок землетрусу людей, об'єктів господарської діяльності і навколишнього природного середовища.

Сейсмічне районування – виділення областей, районів або окремих ділянок місцевості на поверхні Землі за ступенем потенційної сейсмічної небезпеки, що проводиться на базі комплексного аналізу геологічних і геофізичних даних.

Сейсмічна хвиля – пружні коливання, що розповсюджуються в Землі від осередків землетрусів і вибухів.

Осередок землетрусу – область виникнення підземного удару в товщі земної поверхні або верхньої мантиї, що є причиною землетрусу.

Прогноз землетрусу – визначення або уточнення місця або району можливого землетрусу, інтервалів часу і енергії або магнітуди, в межах яких очікується землетрус.

Провісник землетрусу – один з ознак майбутнього або вірогідного землетрусу, що виражається у виді форшоків, деформації земної поверхні, змінами параметрів геофізичних полів, складу і режиму підземних вод, стану і властивостей речовини в зоні осередку вірогідного землетрусу.

Вулкан – геологічне утворення, що виникає над каналами і тріщинами в земній корі, по яким на земну поверхню виливається лава, попіл, гарячі гази, пари води і уламки гірських порід.

Смерч – сильний малий за масштабами атмосферний вихор діаметром до 1000 м, в якому повітря обертається з швидкістю до 100 м/с, що має велику руйнівну силу.

Шквал – різке не тривале посилення вітру до 20-30 м/с і більше, що супроводжується зміною його напрямку, яке поєднано з конвективними процесами.

Обвал – відрив і падіння великих мас гірських порід на крутих і обривистих схилах гір, річних долин і морському побережжю, які виникають головним чином за рахунок послаблення зв'язування гірських порід під впливом процесів вивітрювання, діяльності поверхневих і підземних вод.

Зсув – переміщення мас гірських порід по схилу під дією власної ваги і додаткового навантаження внаслідок підмиву схилу, перезволоження, сейсмічних поштовхів та інших процесів.

## **4.2 Види надзвичайних ситуації природного характеру**

Геологічні небезпечні явища Землетруси.

Потенційно сейсмічно небезпечними зонами на території України вважаються Закарпатська, Кримсько-Чорноморська, Південно-Азовська. Південне узбережжя Криму відноситься до надзвичайно сейсмонебезпечного регіону. За останні два сторіччя тут зареєстровано близько 200 землетрусів від 4 до 7 балів.

Південно-Азовська сейсмоактивна зона виділена зовсім недавно. В 1987 році було зафіксовано кілька землетрусів інтенсивністю 5 - 6 балів.

Землетруси – це підземні поштовхи і коливання земної поверхні, викликані процесами усередині землі. Час від часу на окремих ділянках земної кори, у зв'язку з глибинними фізичними і хімічними процесами, які відбуваються всередині, виникають напруження. Вони можуть бути викликані зближенням чи розходженням окремих плит земної кори або вертикальними рухами певних її блоків. Накопичуючись протягом більш-менш тривалого часу, напруження зрештою розряджаються шляхом стрімких і миттєвих переміщень ділянок земної кори.

Поширення землетрусів підлягає певним закономірностям: там, де формуються великі гори та впадини, звичайно і проявляються сильні землетруси. На земній кулі щорічно реєструється більше ста тисяч підземних поштовхів, з яких близько ста – з певним ступенем руйнування. Фахівці оцінюють середні річні збитки від землетрусів близько 70 млрд. дол. США.

Основні показники, які дають уявлення про силу і характер землетрусу – магнітуда і глибина вогнища.

Магнітуда (у перекладі з латині «величина») – умовна величина, що характеризує загальну енергію пружних коливань, викликаних землетрусом або вибухом, дозволяє порівнювати джерела коливань за їх енергією. За шкалою інтенсивності (шкалою Ріхтера) сила землетрусу припускається пропорційною логарифму амплітуди зсуву ґрунту на епіцентральної відстані 100 км. Інтенсивність найсильнішого землетрусу визначається величиною 8,5 бали.

В останні роки в ряді європейських країн використовується 12-бальна міжнародна шкала MSK - 64, у якій сила землетрусу визначається за наслідками впливу на людей, будинки, споруди, поверхневі шари землі тощо.

Співвідношення між магнітудою землетрусу за шкалою Ріхтера і його силою в епіцентрі за 12 - бальною шкалою залежить від глибини вогнища.

Глибина вогнищ у різних сейсмогенних районах коливається від 0 до 700 км; а в більшості випадків знаходиться в межах від 20 до 30 км.

При значній глибині і достатній енергії коливання можуть поширюватися на величезні площі (до 10 тис. км<sup>2</sup>), але навіть в епіцентрі не досягають великої сили (епіцентр—проекція центральної точки вогнища землетрусу (гіпоцентру))

на земну поверхню). При дрібному і особливо поверхневому вогнищі навіть незначної енергії в епіцентрі може спостерігатися руйнівний ефект, але вже в декількох кілометрах від нього сила поштовхів слабшає до безпечних значень.

За причинами і місцями виникнення землетруси розрізняють: Тектонічні – виникають у результаті переміщення мас земної кори під впливом гірських процесів.

Вулканічні – виникають при виверженні вулканів, а часто і передують їм. Звичайно охоплюють невеликі райони і супроводжуються сильними вибухами, потоками лави, хмарами попелу й отруйних газів. При виверженні підводних вулканів можуть утворюватися величезні хвилі – цунамі і створюватися нові острови.

Обвальні – мають локальний характер, спостерігаються при обваленні склепінь підземних карстових пустот.

Моретрус – це різкі коливання води в морях і океанах, що виникають при землетрусі, вогнище якого міститься під дном моря. Воно може супроводжуватися утворенням цунамі, що поширюється зі швидкістю до 800 км/год, змиває на узбережжях цілі міста і спричиняє великі людські жертви.

Селі (від арабського «сайль») – бурхливий потік, грязьові чи грязьовокам'яні потоки, які раптово виникають у руслах гірських річок унаслідок різкого паводка, викликаного інтенсивними зливами, бурхливим сніготаненням або іншими причинами.

Потоки рухаються переривчасто, окремими імпульсами, від затору до затору, у середньому зі швидкістю 10 - 15 км/год і викликають на своєму шляху великі руйнування. Виникненню селевих потоків сприяють також і антропогенні фактори: вирубка лісів і деградація ґрунту на гірських схилах, вибухи в гірських породах при будівництві доріг та роботи в кар'єрах.

На території України понад 30 міст, сіл та сільських населених пунктів у Криму, Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій і Львівській областях піддаються впливу селевих потоків. Всього в Карпатах виявлено понад 290 селевих водозаборів. Найбільшою активністю характеризуються басейни річок Дністра, Тиси, Пруту.

Зсуви і гірські обвали являють собою зсув мас гірських порід униз по схилу під впливом сили ваги, виникають унаслідок підмивання схилу, перезволоження, сейсмічних поштовхів і т.п.

Зсуви, обвали також здатні викликати великі завали й обвалення автомобільних і залізничних шляхів, руйнування будинків і споруд, населених пунктів, ураження і загибель людей.

Відповідно до міжнародної статистики до 80% зсувів у даний час пов'язані з діяльністю людини. Зсуви переважно формуються на зволжених ділянках і виникають при крутизні схилу  $10^\circ$  і більше. На глиняних сильнозволжених ґрунтах можуть виникнути і при крутизні  $5 - 7^\circ$ .

По глибині залягання зсуви бувають: поверхневі (1 м), дрібні (5 м), глибокі (до 20 м), дуже глибокі (понад 20 м); залежно від потужності поділяються на: малі (до 10 тис. м<sup>3</sup>), великі (до 1 млн. м<sup>3</sup>); дуже великі (понад 1 млн. м<sup>3</sup>).

Зсуви можуть бути активними та неактивними. На активність впливає гірська порода схилу, що становить основу зсуву, а також наявність вологи. Швидкість руху зсуву може бути від 0,06 м/рік до 3 м/с. Зсуви характерні для західних областей України, а також узбережжя Чорного й Азовського морів. Площі зсувонебезпечних процесів за останні 30 років зросли в 5 разів. Найбільшого зростання вони набули в Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Миколаївській, Одеській, Харківській областях і в Криму.

Осідання земної поверхні в результаті карсту Найбільше поширення осідання земної поверхні має в районах розташування карстових порід і насамперед на території Волинської області (594 км<sup>2</sup>), Рівненської (214 км<sup>2</sup>), Хмельницької (4235 км<sup>2</sup>). Особливу небезпеку викликають ділянки розвитку відкритого карсту, що призводить до виникнення в землі тріщин, у які провалюються будинки, споруди, транспортні засоби.

Гідрологічно небезпечні явища.

Повені – це тимчасове затоплення окремих районів місцевості через різкий підйом рівня води в річках, озерах і на морі в результаті зливових дощів. Підйом рівня води може відбуватися при бурхливому таненні снігу і льодовиків, від рясних опадів, у результаті заторів, Дії вітрів, підводних землетрусів з утворенням цунамі, аварій на гідровузлах і т.д.

На значній території України (Карпати, Крим) річки мають виражений паводковий режим стоку. В середньому за рік тут буває 6 - 7 повеней. Вони формуються у будь-який сезон року і часто Мають катастрофічні наслідки, призводять до масових руйнувань і загибелі людей

Метеорологічні небезпечні явища.

Зливи В Україні серед стихійних явищ найпоширенішими є зливи. Найчастіше вони спостерігаються в Карпатах і горах Криму. В теплий період року вони супроводжуються градом, який завдає значної шкоди сільськогосподарським культурам.

Велика кількість опадів призводить до виникнення інших небезпечних явищ – таких як селі, повені, зсуви.

Бурі, шторми – вітер силою від 6 до 11 балів, що відповідає швидкості вітру від 21 до 29 м/с. Найчастіше виникають при проходженні глибоких циклонів ( циклон – область зниженого тиску в атмосфері з мінімумом у центрі: погода під час циклонів – хмар із сильними вітрами; антициклон – навпаки).

Урагани – вітер силою 12 і більше балів (швидкість – 35 м/с і більше). За 17-бальною шкалою ураган в 17 балів відповідає швидкості вітру 60 м/с і більше.

На морі бурі, шторми, урагани утворюють сильне хвилювання, яке ускладнює навігацію і загрожує загибеллю суднам, на суші – ламають дерева, перекидають будівельні крани, перевертають машини, руйнують будівлі. Шторми й урагани є причиною чорних бур, які призводять до зниження врожайності земель.

Смерчі – вихровий горизонтальний рух повітря, який виникає в грозовій хмарі і потім поширюється у вигляді гігантського чорного рукава (хобота), що звужується у напрямку до суші чи до моря. У верхній частині смерч має

розширення, яке зливається з хмарою. Коли смерч опускається на поверхню землі або моря, основа його також розширюється, стає схожою на перекинуту лійку, діаметр якої може досягати декількох десятків і навіть сотень метрів повітря усередині величезного вигнутого стовпа (хобота) смерчу обертається, як правило, проти годинникової стрілки, піднімаючись по спіралі нагору; зі швидкістю декількох десятків метрів за секунду. Оскільки радіус обертання при наближенні до землі зменшується, швидкість руху повітря по твірній смерчу збільшується і біля поверхні землі іноді досягає надзвукових величин. Швидкість поступального руху смерчу звичайно знаходиться в межах від 10 до 26 м/с, відстань, яку він проходить, – від 40 до 60 км. Усередині смерчу розрідження повітря настільки велике, що будинки й інші споруди, які опинилися на його шляху, руйнуються від напору повітря, що знаходиться в них. Внаслідок низького тиску вихору і величезної швидкості обертання, смерч втягує в себе пісок, воду, різні предмети, піднімає їх вгору і переносить на значні відстані.

Він майже завжди супроводжується грозою, дощем іноді й градом. Смерчі які виникли над сушею, часто називають тромбами, а в США – торнадо.

Тайфун (тропічний циклон) – ураган, супроводжуваний інтенсивними зливовими дощами. Повітряні маси переміщуються навколо його центру в північній півкулі завжди проти годинникової стрілки зі швидкістю, яка іноді сягає 11 м/с. В центрі тайфуну низький тиск (близько 710 мм рт. ст.) і зона штилю; тут хмари розріджуються і видно блакитне небо – «око циклону». Руйнівна дія тайфуну звичайно доповнюється повенями, які призводять до затоплення окремих районів. У Росії тайфуни найчастіше спостерігаються в Приморському краї і на Камчатці. Наближення тайфуну звичайно відзначається різким падінням тиску і появою хвиль у напрямку, но не збігається з напрямком вітру, задушливою погодою, затишшям і сильними електричними розрядами в атмосфері. Сам тайфун переміщується зі швидкістю 15-20 км/год і, потрапляючи на сушу, швидко згасає.

Природні пожежі. Дуже розповсюдженими надзвичайними подіями, особливо в засушливу пору, є такі стихійні лиха, як лісові, степові та торф'яні пожежі.

Лісові пожежі знищують дерева і чагарники, заготовлену продукцію, будівлі і споруди. Ослаблені пожежами насадження стають осередками поширення шкідливих захворювань. В результаті знижуються захисні водоохоронні й інші корисні властивості лісу, знищується цінна фауна, порушується планове ведення лісового господарства. Пожежі можуть виникнути від блискавок, через самозаймання, при необережному поводженні з вогнем, від вихлопних газів транспорту і ще від цілого ряду причин. Лісові пожежі (підземні, низові і верхові або повальні) майже завжди поширюються дуже швидко і охоплюють великі території. Критичний рівень відносної вологості поверхні землі, що сприяє їх виникненню, лежить у межах від 17 до 20%.

При підземних пожежах звичайно горить торф, який залягає під лісовими масивами, при цьому оголюються і обгоряють корені дерев, дерева гинуть,

падають і утворюють завали. Підземні пожежі самі по собі виникають дуже рідко, їх утворення в більшості випадків пов'язане з низовими лісовими пожежами.

Низові пожежі розвиваються в результаті згоряння хвойного підліску, живого пригрунтового покриву (моху, лишайнику, трав'янистих рослин; дрібних кущів) і мерзлого пригрунтового покриву (опалого листя, хвої, кори, сушняку), тобто рослин і рослинних залишків, розташованих безпосередньо на ґрунті чи на невеликій висоті (до 1,5 - 2 метрів). Швидкість поширення таких пожеж – від декількох сотень метрів (стійкі) до декількох кілометрів за годину (рухливі).

Верхові пожежі розвиваються, як правило, так само від низових і в цьому випадку вогнем охоплюється не тільки пригрунтовий покрив, а й деревостій і крони дерев. Вогонь рухається суцільною стіною, піднімаючись над лісом на 100 й більше метрів і утворює стійкий осередок пожежі.

При загорянні від блискавки можуть виникнути швидкі верхові пожежі, так звані верхівкові, коли згоряє лише крона дерев і вогонь поширюється стрибками зі швидкістю від 0,2 до 5 км/год у залежності від вітру. Велика маса іскор і головешок, які летять перед фронтом великих верхових пожеж, утворює псевдофронт, що має вище полум'я і поширюється з більшою швидкістю, ніж основний фронт. Псевдофронт може утворювати попереду основного нові осередки низових пожеж. Цю обставину необхідно враховувати при організації гасіння.

Лісова пожежа, площа якої понад 2км<sup>2</sup> вважається великою і як правило поєднує у собі елементи різних видів пожеж. При особливо сприятливих умовах лісові верхові пожежі можуть перерости у вогняні шторми, коли навколишнє повітря з ураганною швидкістю засмоктується до центра пожежі, а велика температура і висота полум'я повністю знищує усе.

Степові пожежі мають вигляд кромки горіння, яка переміщується. При сильному вітрі фронт вогню може пересуватися зі швидкістю до 25-30 км/год, а в гірській місцевості (нагору) – до 50 км/год.

Торф'яні пожежі на торфорозробках і на торф'яних болотах можуть виникнути від самозаймання або в результаті порушення правил експлуатації техніки, з допомогою якої добувається торф; у суху погоду можуть виникнути від будь-якої іскри. Торф'яні пожежі охоплюють величезні простори, важко піддаються гасінню. Вогонь поширюється нерівномірно зі швидкістю кілька метрів на добу, обходячи місця з підвищеною вологістю; тому у випаленому торфі утворюються порожні місця, куди можуть провалитися люди і техніка. Непогашений до осені торф може тліти під заметами снігу і льодом і наступного року розгорітися з новою силою.

## ЛЕКЦІЯ 5 СТАН СЕЙСМІЧНОЇ АКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ

Питання для розгляду на лекції:

5.1 Стан сейсмічної активності в Україні

5.2 Сейсмічне районування території України

### 5.1 Стан сейсмічної активності в Україні

Уся територія України є небезпечною з точки зору сейсмічної активності. Найбільш ризиковані у цьому плані регіони – Крим та Закарпаття.

Частина території України, зокрема, західні, південні і південно-західні її частини відносяться до так званого сейсмоактивного поясу нашої планети. Цими проблемами влада переймається досить серйозно. В Україні з 2006 року діють нові державні будівельні норми, які, на погляд вчених, правильно враховують реальну сейсмічну небезпеку. І далі потрібне лише щоб ті, хто відповідає за правильне будівництво, враховували ці державні норми. Україні на даний час недостатня кількість сейсмічних станцій - лише 36, у той час, як у Швейцарії їх, наприклад, більше 200.

Значні сейсмічні процеси мають місце на заході республіки, зокрема в Закарпатті, де неодноразово відбувалися землетруси інтенсивністю 7 - 8 балів. Епіцентри цих землетрусів виникали в районах Сваляви, Довгого, Тересви, Мукачево, Ужгорода. Землетрус, що відбувся 15 жовтня 1834 року (7 балів), поширився на значну територію Закарпаття (приблизно від Сваляви до Рахова). У центральній частині західних областей України землетруси до 7 балів в епіцентрах були зареєстровані в Кам'янець-Бузькому і Заліщиках. У границях Чернівецької області зареєстрований один землетрус інтенсивністю 7 балів. На Закарпатті бувають сильні землетруси з епіцентрами в Трансільванії; тут є також досить сильні локальні епіцентри землетрусів.

Переважно південна частина Тернопільської, Хмельницької, Вінницької і східної частини Одеської областей оконтурюють ізолінії інтенсивністю до 6 балів; ізолінії до 5 балів поширюються на північ до лінії Берестечко – Рівне – Переяслав-Хмельницький – Дніпропетровськ. На крайньому півдні Тернопільської, Хмельницької, Вінницької і на заході Одеської областей проходять ізолінії інтенсивністю 7 балів, при цьому землетруси мали місце тут неодноразово: 20 жовтня 1802 року, 26 листопада 1829 року, 3 січня 1838 року, 10 листопада 1940 року, значний землетрус (більш 5 балів) мав місце 30 - 31 травня 1990 року.

Сейсмічну обстановку в Україні можна охарактеризувати таким чином: широка 6 - 7 бальна з локальними 8-9 бальними ділянками зона, яка пов'язана з осередком Вранча і охоплює всю південно-західну частину України; сейсмоактивна 7 - 8 бальна з локальними 9 бальними проявами зона Криму; сейсмоактивна 6 - 7 бальна зона Закарпаття; сейсмоактивна зона краю Східноєвропейської платформи і Донбасу; сейсмоактивна зона окраїни Скіфської плити; техногенна сейсмічність у зв'язку з інтенсивною розробкою корисних копалин.

Сильні землетруси в Карпатській зоні Вранча виникають досить часто (1940, 1977, 1986, 1990 роках) і викликають катастрофічні наслідки. Велика глибина осередку призводить до того, що коливання від цих землетрусів охоплюють практично всю територію України. У 1986 році сила поштовхів у містах Одесі, Рені, Болграді, Ізмаїлі досягала 6 - 7 балів, Києві – 4 - 5 балів.

Криму у 1927 році двічі протягом трьох місяців виникали поштовхи силою 8 балів, які зруйнували місто Ялту та викликали масові зсувні явища в усій полосі південного берега.

Згідно з палеосейсмічними та історичними даними землетруси силою 9 балів виникали також у районі міста Севастополь і на Керченському півострові.

У вищезазначених місцях, як і в інших сейсмоактивних регіонах України, функціонують і будуються великі промислові об'єкти, у тому числі атомні електростанції, гідротехнічні споруди, об'єкти хімічної промисловості, пошкодження яких може призвести до великих людських жертв, матеріальних збитків та негативних наслідків для довкілля.

Постійну і всезростаючу безпеку являють собою землетруси, викликані техногенними впливами на земну поверхню (інтенсивне добування корисних копалин, створення великих водосховищ та інші впливи).

Україна ратифікувала міжнародні договори щодо обмеження та заборони випробувань ядерної зброї. З 1995 року вона бере участь у Міжнародній системі моніторингу Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань, що дає змогу нашій державі брати безпосередню участь у контролі за дотриманням всіма країнами зобов'язань у сфері ядерного роззброєння.

## **5.2 Сейсмічне районування території України**

У межах платформної частини України, яка раніше вважалася практично асейсмічною, розміщені чотири АЕС з 15 діючими енергоблоками. Останнім часом на цій території України відбувається інтенсивний розвиток атомної енергетики, об'єктів зі складною і екологічно небезпечною технологією.

З різних джерел відомо більше 200 землетрусів з магнітудами від 2 до 7

Сейсмічний вплив від цих землетрусів на платформну частину України складає менше 2-3 балів.

Сейсмоактивний регіон Карпат (район Вранча). Найбільшу небезпеку для платформної частини України створюють землетруси цього Карпатського регіону. Сейсмічність поділяється на корову (з вогнищами на глибині 0 - 40км) і підкорову (із глибиною вогнищ 100 - 200км). Сейсмічна небезпека від корових землетрусів складає на платформній частині України менше 3 балів і при сейсмічному районуванні не враховується. Основну сейсмічну небезпеку представляють підкорові землетруси зони Вранча. У цьому районі з 1091 року до теперішнього часу відомо 34 землетруси з магнітудами вище 6.5 і велика кількість землетрусів з меншими магнітудами. Сейсмічні коливання від сильних Карпатських землетрусів (з  $M \geq 7$ ) поширюються далеко на ССР, де відчуються з інтенсивністю від 8 до 3 балів.



Унікальна на Європейському континенті сейсмоактивна зона Вранча, розташована на ділянці стикування Південних (Румунія) та Східних (Українських) Карпат. В її межах осередки землетрусів розташовані в консолідованій корі, а також у верхній мантії на глибинах 80 - 160 км. Найбільшу небезпеку становлять такі, що виникають на великих глибинах. Вони спричиняють струси ґрунтів до 8 - 9 балів в епіцентрі в Румунії, Болгарії, Молдові. Глибокофокусність землетрусів зони Вранча обумовлює їх слабе затухання з відстанню, тому що більша частина України перебуває в 4 - 6 – бальній ділянці впливу цієї зони. У ХХ ст. в зоні Вранча сталося 30 землетрусів з магнітудою 6,5 балів. Катастрофічні землетруси у 1940 та 1977 роках мали магнітуду 7. Південно-західна частина України, що підпадає під безпосередній вплив зони Вранча, потенційно може бути віднесена до 8 - бальної зони. Потенційно сейсмічно небезпечною територією можна вважати також Буковину, де в 1950 - 1976 рр. зафіксовано 4 землетруси інтенсивністю 5 - 6 балів.

Сейсмічна небезпека Одеської області зумовлена осередками землетрусів у масиві гір Вранча та Східних Карпат у Румунії. Починаючи з 1107 року до сьогодні там мали місце 90 землетрусів з інтенсивністю 7 - 8 балів. Карпатські землетруси поширюються на значну територію. У 1940 році коливання відчувалися на площі 2 млн. км. Кримсько-Чорноморська сейсмоактивна зона огинає з півдня Кримський півострів. Вогнища сильних корових землетрусів тут виникають на глибинах 20-40 км та 10 - 12 км на відстані 25 - 40 км від узбережжя з інтенсивністю 8 - 9 балів. Південне узбережжя Криму належить до регіонів дуже сейсмонебезпечних. За останні два століття тут зареєстровано майже 200 землетрусів від 4 до 7 балів. Південно-Азовська сейсмоактивна зона виділена зовсім недавно. У 1987 році було зафіксовано кілька землетрусів інтенсивністю 5-6 балів. Крім того, за палеосейсмотектонічними та археологічними даними встановлено сліди давніх землетрусів інтенсивністю до 9 балів з періодичністю близько одного разу на 1000 років. У платформній частині України виділено ряд потенційно сейсмотектонічних зон з інтенсивністю 4 - 5,5 балів. На території Кримського півострова зафіксовано понад 30 землетрусів. Так, катастрофічний землетрус 1927 року мав інтенсивність 8 балів. За інженерно-сейсмічними оцінками, приріст сейсмічності на півдні України перевищує 1,5 бала, і у зв'язку з цим було визначено, що в окремих районах 30 - 50% забудови не відповідає сучасному рівню сейсмічного та інженерного ризику.

Добруджинський сейсмоактивний регіон.

У регіоні відомо понад 20 землетрусів. Найсильніший з них – землетрус 14 жовтня 1892р. з  $M=7.0\pm0.5$ . Інтенсивність в епіцентрі – 7-8 балів. Інтенсивність сейсмічного впливу від землетрусів цієї зони на платформній частині України складає від 7 до 2 балів і є меншою, ніж вплив землетрусів зони Вранча. З огляду на це, при побудові карти загального сейсмічного районування платформної частини території України він може не враховуватися.

Кримсько-Чорноморський сейсмоактивний регіон.

Є найбільш сейсмічно небезпечним на півдні України, хоча землетруси з магнітудами  $M \geq 5$  відбуваються тут порівняно рідко. За історичними даними відомі прояви 74 відчутних землетрусів. Струшування від руйнівного Кримського землетрусу 11 вересня 1927р. поширилися далеко за межі Криму, досягаючи на платформній частині України значень 4 - 5 балів.

Керченсько-Анапський сейсмоактивний район.

Кримсько-Чорноморського регіону, який частково охоплює басейн Азовського моря, залишається недостатньо вивченим. З різних джерел відомо про можливе виникнення у цьому районі землетрусів з орієнтовною оцінкою магнітуд 5.5 - 6.5. У випадку реалізації в цій зоні максимально можливого землетрусу з  $M_{\max} \approx 7.0$ , розрахункова інтенсивність сейсмічного впливу може досягати на північному узбережжі Азовського моря п'яти балів. Відомості про макросейсмічні прояви на платформній частині території України є лише для Анапського землетрусу 1966р.

Західно-Кавказька сейсмічна зона

Поділяється на дві підзони: Західно-Північно-Кавказьку і Нижнє-Кубанську. Найсильніший землетрус у Нижнє-Кубанській зоні відбувся у 1879р. (з  $M=5.7 \pm 0.5$ ) а у Західно-Північно-Кавказькій – у 1926р. (з  $M=5.4 \pm 0.5$ ). Розрахункова інтенсивність сейсмічного впливу на платформну частину України від сильних землетрусів цього регіону не перевищує 4-х балів.

Спорудження великих об'єктів, руйнування яких у результаті землетрусів може привести до великих матеріальних втрат і значних людських жертв (АЕС, греблі великих водоймищ, підприємства хімічної промисловості і т.д.) вимагає всебічного врахування при їхньому будівництві сейсмічних умов, особливо в районах частих тектонічних рухів земної кори, – це на заході, південному заході і на півдні.

Більшість землетрусів зв'язані з тектонічними рухами в горах Ранчах (на границі північних і східних Карпат у Румунії).

Інтенсивна (до 5 - 6 балів) сейсмічна діяльність з епіцентрами в Чорному морі, в основному між Алуштою і Форосом, спостерігається в Криму (ізолінії 5 - 8 балів). Найбільший зареєстрований землетрус відбувся в Криму 11 листопада 1927 року інтенсивністю до 8 балів, що привело до великих руйнувань у горах.

Таким чином, велика територія західної, південно-західної і південної частини України (приблизно 25%) відноситься до сейсмічно небезпечної. Ці обставини повинні враховуватися при обґрунтуванні дозволу нового будівництва.

## **ЛЕКЦІЯ 6 ПРОТИСЕЙСМІЧНИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ**

6.1 Сейсмічний моніторинг аналіз катастрофічних землетрусів.

6.2 Протисейсмічні інженерні заходи.

### **6.1 Сейсмічний моніторинг аналіз катастрофічних землетрусів**

Особливі вимоги до об'єктів, які будуються у сейсмічних районах, обумовлені тим, що сильні землетруси відбуваються дуже рідко. У зв'язку з цим забезпечення експлуатаційної повноцінності об'єкта після землетрусу виявляється економічно недоцільним, тому що термін служби спорудження може опинитися менше періоду повторюваності сильних землетрусів. Основна вимога до сейсмічностійких споруджень зводиться до забезпечення безпеки людей і збереження найбільш цінного устаткування. Тому в сейсмостійких конструкціях допускаються деформації й ушкодження, але тільки ті, що не приводять до їх завалення. У багатьох країнах, територіям яких притаманна значна сейсмічна активність, виникнення руйнівних землетрусів, за останні 25 років одержали істотний розвиток наукові дослідження зі створення методів прогнозування землетрусів. Накопичений у міжнародній геофізиці досвід робіт свідчить, що принципове значення для успішного рішення задачі визначення місця, часу і сили очікуваного землетрусу має не тільки методологія аналізу сейсмологічної і геофізичної інформації, але і наявність систем комплексних спостережень, що забезпечують безупинний збір прогностичних даних.

Високим технічним і методичним рівнем характеризуються роботи по зниженню сейсмічного ризику і прогнозуванню землетрусів у США, Японії і Китаї. Зокрема. Китай має у своєму розпорядженні найбільш могутню систему сейсмологічного і геофізичного моніторингу. Тут усі спостереження здійснюються централізовано, під керівництвом Державного сейсмологічного бюро. Значні успіхи досягнуті китайськими фахівцями й і області прогнозу землетрусів.

За останні 10 років від катастрофічних землетрусів загинуло на 42% більше людей ніж за попередні 50 років.

### **6.2 Протисейсмічні інженерні заходи**

Дія землетрусів на будинки і спорудження викликає необхідність враховувати цю дію при проектуванні і будівництві. З цією метою проведене сейсмічне районування території України, що дозволило виділити зони, у яких можливо проявлення землетрусів тої або іншої бальності, і складена сейсмічна карта України. В умовах конкретного проектування розрахункова бальність будівельного майданчика повинна бути уточнена в залежності від ґрунтів, що її складають, і рівня ґрунтових вод відповідно до табл. 6.1.

Практично вплив землетрусу на будинки і спорудження враховується при бальності 7 і більше. Можливість прояву землетрусів із бальністю від 1 до 6 включно в будівельному проектуванні не враховується. Вплив землетрусів на

будинки і спорудження враховується як особливий силовий вплив - сейсмічне навантаження, обумовлений спеціальними розрахунками.

Для будівель і споруд заввишки 50 м, а також для інших об'єктів підвищеного рівня відповідальності згідно з ГОСТ 27751 -88, при проектуванні яких повинні бути використані коефіцієнти надійності за відповідальністю  $\gamma_n > 1$ , слід застосовувати вимоги ДБН В. 1.1-12:2006 «Будівництво у сейсмічних районах України».

Нові конструктивні схеми будівель і споруд на початку процесу проектування підлягають обов'язковій експертній проробці фахівцями науково-дослідних і проектних організацій, які спеціалізуються у галузі сейсмостійкого будівництва. Будівлі та споруди та їх окремі елементи також повинні задовольняти вимогам, які містяться в інших нормативних документах із будівництва.

Проектну документацію належить розробляти, виходячи із сейсмічної небезпеки площадки будівництва, результатів розрахунків. При проектуванні сейсмостійких будівель і споруд та при посиленні будівель існуючої забудови належить: – приймати об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, що забезпечують:

- симетричність;
- регулярність розподілення у плані та по висоті будівлі мас, жорсткостей та навантажень на перекриття; застосовувати матеріали, конструкції та конструктивні схеми, що забезпечують найменші значення сейсмічних навантажень (легкі матеріали, сейсмоізоляцію, інші системи динамічного регулювання сейсмічного навантаження);
- створювати можливість розвитку у певних елементах конструкцій допустимих деформацій;
- виконувати розрахунки металевих конструкцій будівель і споруд з урахуванням нелінійного деформування конструкцій;
- передбачати конструктивні заходи, що забезпечують стійкість і геометричну незмінність конструкцій при розвитку в елементах і з'єднаннях між ними непружних деформацій, а також виключають можливість їх крихкого руйнування;
- розташовувати важке обладнання на мінімально можливому рівні по висоті будівлі.

При використанні сейсмоізоляції та інших систем динамічного регулювання сейсмічних навантажень вибір тієї чи іншої системи, а також розрахунок і конструювання повинні розраховуватись за участю спеціалізованих проектних і наукових організацій.

При проектуванні будівель і споруд для будівництва в сейсмічно небезпечних районах, окрім розрахунків на основне сполучення навантажень, слід виконувати розрахунки на особливе поєднання навантажень з урахуванням сейсмічних впливів:

- проектних землетрусів (ПЗ)
- максимальних розрахункових землетрусів (МРЗ).

Сейсмічні навантаження, що відповідають ПЗ, повинні використовуватись при проектуванні та будівництві будівель і споруд масового цивільного, промислового і сільського будівництва із застосуванням карт ЗСР-А і В (для території України) або детальних карт ЗСР-А і В (для територій АР Крим та Одеської області).

Сейсмічні навантаження, що відповідають МРЗ, повинні використовуватись при проектуванні відповідальних об'єктів (великі гідротехнічні споруди, екологічно небезпечні об'єкти тощо) із застосуванням карти ЗСР-С (для території України) або детальної карти ЗСР-С (для території АР Крим та Одеської області). При цьому в особливе сполучення навантажень входять постійні, можливі довготривалі та короточасні – тимчасові навантаження, сейсмічні дії, а також дії, що зумовлені деформаціями основи при замочуванні просідаючих ґрунтів.

В останньому випадку особливе сполучення являють собою комбінацію сейсмічного навантаження, яке діє в напрямку, найбільш небезпечному для даної конструкції (або споруди в цілому), з можливими варіантами просідань під внаслідок власної ваги ґрунтів.

Розрахунки споруд на особливе поєднання навантажень з урахуванням сейсмічних впливів слід виконувати з використанням:

- спектрального методу;
- прямого динамічного методу із застосуванням інструментальних записів прискорень ґрунту при землетрусах або стандартного набору синтезованих акселерограм.

Об'єкти підвищеного рівня відповідальності згідно з ГОСТ 27751-88 при використанні коефіцієнтів надійності  $\gamma_n > 1$  Будинки і споруди висотою понад 50 м та споруди з прогонами більше 30 м. Будинки і споруди, оснащені системою сейсмоізоляції та іншими системами регулювання сейсмічної реакції.

Вертикальну складову сейсмічної дії необхідно враховувати при розрахунку:

- горизонтальних і похилих консольних конструкцій;
- рам, арок, ферм а просторових покриттів будівель і споруд при прогонах: 24 м і більше - для майданчика сейсмічністю 7 балів; 18 м і більше - для майданчика сейсмічністю 8 балів; 12 м і більше - для майданчика сейсмічністю 9 балів;
- міцності несучих стін з кам'яної кладки;
- споруд і фундаментів на стійкість, перекидання і ковзання;
- пальових конструкцій з високим ростверком;
- опорних елементів сейсмоізоляції;
- перекриттів і фундаментних плит, перевірка на продавлювання (перекриття у складі безрігельних каркасів, фундаментні плити висотних будівель із наскрізними нижніми поверхами тощо);
- будівель і споруд на стійкість проти перекидання і ковзання.

## ЛЕКЦІЯ 7 БУДІВНИЦТВО В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ

7.1 Загальні принципи будівництва в сейсмічних районах

7.2 Вимоги до об'єктів, які будуються у сейсмічних районах

7.3 Особливості проектування залізобетонних конструкцій

### 7.1 Загальні принципи будівництва в сейсмічних районах

Досвід будівництва в сейсмічних районах привів до застосування в цих районах цегельних і великоблочних (із природного каменю) будинків і споруджень із повздовжніми несучими стінами, армованими залізобетонними поясами, великопанельних без каркасних будинків і споруджень.

З аналізу наслідків сильних землетрусів відомо, що каркасні будинки переносять сейсмічний вплив не гірше малоповерхових будинків такої ж конструкції Великою сейсмостійкістю відрізняються також спорудження із залізобетону, що зводяться методом ковзної опалубки.

Меншою сейсмостійкістю відрізняються цегельні і великопанельні будинки, спорудження. При землетрусах у результаті руйнування цегельної або великоблочної кладки в місцях сполучення повздовжніх і поперечних стін може відбуватися завалення стін, а потім перекриттів. Аналіз наслідків землетрусів привів також до висновку, що істотна частина руйнувань відбувається через низьку якість кладки і зниження її міцності. Для запобігання руйнування споруджень із цегельної і великоблочної кладки влаштовуються антисейсмічні пояси по периметру несучих стін, надійно замоноличуються перекриття, армуються кути і перетинання кладки і звертається велика увага на якість робіт.

Антисейсмічний пояс на рівні перекриття влаштовується, як правило, на всю ширину стіни і висотою не менше 15 см при марці бетону не нижче 150. Повздовжня арматура антисейсмічного пояса повинна перебувати з 4 прутків Ø 10 при сейсмічності 7-8 балів і 4 прутків Ø 12 при 9 балах.

Ушкодження каркасних будинків і споруджень відбувалися порівняно часто при недотриманні центрів жорсткості несучих конструкцій і мас, у результаті чого елементи каркаса починають працювати додатково на крутіння. Це, зокрема, виявилось причиною руйнування багатоповислового універмагу в м. Анкоріджі (Аляска, 1964 р.). Значні руйнування в м. Ніагата (Японія, 1964 р.) були викликані зниженням під час землетрусу несучої здатності алювіальних відкладень, на яких було зведене місто, що не було враховано при будівництві.

Досвід будівництва в сейсмічних районах привів до вироблення визначених рекомендацій, виконання яких забезпечує найбільшу сейсмостійкість будинків і споруджень. Основні з них зводяться до того, що в якості підстави не допускається використання пухких і водонасичених ґрунтів (такі ґрунти повинні бути попередньо закріплені або ущільнені), а самий будинок (складний в плані) розрізається антисейсмічними швами на окремі відсіки, у межах яких забезпечується однорідністю об'ємно-планувального рішення і конструкцій.

Антисейсмічні шви повинні забезпечити самостійні коливання відсіків; вони здійснюються у виді парних стін, парних рам або їхніх сполучень. Ширина антисейсмічного шва визначається розрахунком або призначається в залежності від висоти будинку. При висоті будинку до 5 м ширина шва повинний бути не менше 3 см. Для будинків більшої висоти мінімальну ширину шва варто збільшувати на 2 см на кожні 5 м висоти.

Нові конструктивні схеми будівель і споруд на початку процесу проектування підлягають обов'язковій експертній проробці фахівцями науково-дослідних і проектних організацій, які спеціалізуються у галузі сейсмостійкого будівництва. Проектну документацію належить розробляти, виходячи із сейсмічної небезпеки майданчика будівництва, результатів розрахунків, з урахуванням загальних принципів проектування та конструктивних вимог.

## **7.2 Вимоги до об'єктів, які будуються у сейсмічних районах**

Ідея зменшення сейсмічних навантажень за рахунок рухливості спорудження щодо фундаментів виникла давно і певною мірою одержала реалізацію ще в пам'ятниках архітектури (спорудження Середньої Азії X - XVII сторіч), що благополучно перенесли багато руйнівних землетрусів. Основні антисейсмічні заходи зводилися при зведенні цих споруджень до наступного:

котлован заповнювався шаром м'якопластичної глини товщиною 60 - 80 см, і на ньому зводилися фундаменти; кладка фундаментів виконувалася на м'якопластичній глині; на рівні ґрунту в кладці влаштовувався шов із худого розчину;

на рівні цоколю влаштовувався очеретяний пояс (стебла очерету укладалися поперек стіни шаром 8 - 10 см між шарами худого розчину).

Така конструкція не одержала в даний час поширення, тому що вона здійсненна при малих питомих тисках від спорудження на рівні очеретяного поясу. Роликові опори вперше були застосовані в 1940 році при реконструкції одного з заводів у Лосанджелесці. Роликові опори (загальна кількість 65 шт.) були встановлені під кожен колон металевий каркас. Кожна роликова опора сприймала навантаження 113 т., мала в плані розмір 54х54 см і складалася з трьох плит, між якими були розміщені ролики, розташовані по взаємно перпендикулярних напрямках. Роликова опора мала герметизацію і була заповнена мастилом. Припустиме переміщення при коливаннях склало 140 мм.

Сутність конструкції з гнучким першим поверхом полягає в тому, що несуча конструкція першого поверху здійснюється у виді рами, ригелем якої є монолітне залізобетонне перекриття, а стійками затиснені у фундаменті конструкції зниженої жорсткості за рахунок, наприклад, виконання їх із декількох не зв'язаних між собою балок малого поперечного перетину з зазорами між ними. Така конструкція, якщо верхні поверхи спорудження виконані з великих панелей, працює, як жорсткий диск на гнучких стійках (співвідношення між жорсткістю першого поверху і жорсткістю одного з поверхів верхньої частини виявляється менше 0,1). Завдяки цьому значно знижується частота власних коливань споруджень і сейсмічне навантаження

може зменшуватися в 2 - 3 рази. Під час сейсмічних коливань ґрунту нижні кінці стійок повинні переміщатися з фундаментами, верхні ж їхні кінці, будучи зв'язаними з великою масою будинку, повинні залишатися практично нерухожими. Працездатність таких конструкцій була перевірена при випробуваннях на моделях. Однак декілька будинків, побудованих із гнучким першим поверхом, одержали ушкодження при землетрусах в останні роки. Зв'язано ці ушкодження були з тим, що схему з гнучким першим поверхом у чистому вигляді реалізувати в спорудженні не вдавалося. У зв'язку з цим інтерес до споруджень із гнучким першим поверхом зменшився.

Зменшення сейсмічних навантажень може бути досягнуто також за рахунок улаштування підвісних фундаментів, застосованих, наприклад, при будівництві триповерхового житлового будинку в м. Ашхабаді. Будинок підвішується на сталевих тяжах, з'єднаних із фундаментами через амортизатори, що встановлюються для вирівнювання натягів сталевих тяг і для сприйняття вертикальних складових навантажень.

Об'ємно-планувальні і конструктивні рішення будівель і споруд належить приймати з урахуванням положень розділу 1. ДБН В. 1.1-12:2006 «Будівництво у сейсмічних районах України». Висота дошкільних дитячих закладів не повинна перевищувати двох поверхів, шкільних установ і лікарень - трьох поверхів. Хірургічні та реанімаційні відділення в лікарнях слід розміщувати на нижніх двох поверхах.

Довжина секцій всіх типів будівель, крім дерев'яних та зі стінами з пористих бетонних блоків, не повинна перевищувати при розрахунковій сейсмічності 7 - 8 балів – 80 м, 9 балів – 60 м,

дерев'яних та зі стінами з пористого бетону - відповідно 40 м і 30 м. У будівлях з несучими стінами, крім зовнішніх поздовжніх стін, повинно бути не менш однієї внутрішньої поздовжньої стіни. Будівлі повинні мати правильну форму в плані. Суміжні ділянки будівлі вище або нижче планувальної відмітки не повинні мати перепади більше 5 м. Перекриття в будівлях необхідно розташовувати на одному рівні.

Будівлі належить розділяти антисейсмічними швами на відсіки, якщо: їх об'ємно-планувальні і конструктивні рішення не відповідають вимогам.

Сходові клітки належить передбачати закритими з природним освітленням, як правило, через вікна в зовнішніх стінах. Розташування та кількість сходових кліток належить приймати у відповідності з нормативними документами за протипожежними нормами проектування будинків, але не менше однієї між антисейсмічними швами в будівлях заввишки більше трьох поверхів. Пристрій основних сходових клітин у вигляді конструкцій, не пов'язаних з конструкціями будівлі чи споруди, не допускається.

Сходові клітки і ліфтові шахти каркасних будівель із заповненням, не бере участі в роботі, слід влаштовувати у вигляді ядер жорсткості, що сприймають сейсмічне навантаження, або в вигляді вбудованих конструкцій з поверховій розрізанням, не впливають на жорсткість каркаса, а для будівель заввишки до 5 поверхів при розрахунковій сейсмічності 7 і 8 балів їх



допускається влаштовувати в межах плану будівлі у вигляді конструкцій, відокремлених від каркаса будівлі.

Сходи належить виконувати, як правило, з великих збірних елементів, що з'єднуються між собою за допомогою зварювання, або з монолітного залізобетону. Допускається застосування металевих або залізобетонних косоурів з набірними ступенями за умови з'єднання з допомогою зварювання або на болтах косоурів з площадками та східців з косоурами. Міжповерхові сходові площадки слід закладати в стіни. У кам'яних будівлях площадки повинні кріпитися на глибину не менше 250 мм. Улаштування консольних східців, забитих у кам'яну кладку, не допускається.

При проектуванні будинків і споруд слід перевіряти розрахунком кріплення високого і важкого обладнання до несучих конструкцій будівель і споруд, а також враховувати сейсмічні зусилля, що виникають при цьому в несучих конструкціях.

У містах і селищах міського типу будівництво будинків зі стінами з сирцевої цегли, саману і ґрунтоблоків забороняється. У сільських населених пунктах на майданчиках сейсмічністю до 8 балів допускається будівництво одноповерхових будівель із цих матеріалів при умови посилення стін дерев'яним антисептованим каркасом з діагональними зв'язками.

Жорсткість стін каркасних дерев'яних будинків повинна забезпечуватися розкосами або панелями з конструктивної фанери. Брущаті та рублені стіни слід збирати на нагелях і болтах.

## ЛЕКЦІЯ 8 ОСНОВНІ ВИДИ ЗРУШЕНЬ ТА ЇХ СТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ

8.1 Основні види геологічно-небезпечних явищ та причини їх виникнення.

8.2 Характеристика, причини виникнення та основні параметри зсувів і обвалів

### 8.1 Основні види геологічно-небезпечних явищ та причини їх виникнення

Одними з небезпечних і дуже поширених природних явищ є зсуви, природньо-техногенного походження, розвиток яких, у районах із великою щільністю населення і розвитком промисловістю, може привести до катастрофічних наслідків: загибелі людей, руйнування транспортних комунікацій, житлових і виробничих будинків і споруд, порушення режиму роботи підприємств і т.д. Зсуви поширені на 50% території України. Найбільше поширення вони мають у Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Миколаївській, Одеській, Харківській, Дніпропетровській областях і Криму.

На узбережжі Чорного й Азовського морів існує багато зсувних ділянок, що активізувалися в результаті масового забору піску з пляжів і будівництва будинків і споруд на не стійких морських берегах. Найбільші катастрофічні наслідки мають зсувні процеси біля Одеси, Бердянська, Маріуполя.

Катастрофічні руйнації зсувні процеси надають берегам рік, де зведені гідротехнічні споруди й утворені водоймища, що у свою чергу приводять до активізації зсуву гірських порід на схилах берегів. Найбільше характерним прикладом може бути ділянка Дніпра, де зведений каскад гідроелектростанцій і шість великих водосховищ, береги котрих сильно уражені зсувами. Найбільша кількість зсувних ділянок є на берегах Канівського і Каховського водосховища і в межах міст Київ і Дніпропетровськ.

Схили можуть бути природними, утвореними в результаті дії сил внутрішньої динаміки Землі, і штучними, створеними в результаті інженерної діяльності людей. До штучних схилів відносяться укоси насипів, дамб, виїмок, борти кар'єрів і ін. При визначених умовах гірські маси, що складають схил або укос, можуть втрачати стійкість і зміщатися униз. Розрізняють три основних види геологічно-небезпечних зрушень:

- обвали; осипи;
- делювіальні зноси й зсуви.

У цьому механізмі розривних і пластичних деформацій діють:

- вага породи, що завжди прагне зсунутися униз при відсутності рівнозначної утримуючої сили;
- навантаження, що відчуювають низлежачі породи від ваги тих, що знаходяться вище;
- розвантаження залишкової напруги стану порід; різкі перепади градієнтів напруги в породах у підшві схилу й у його верхній частині, а також

у приповерхньої (розвантаженої) зоні й у глибині схилів (де вплив навантаження не позначається).

Характер перерахованих гравітаційних зсувів залежить від багатьох факторів. Насамперед, за інших рівних умов, стійкості кожного схилу залежить від його висоти, крутості, форми, геологічної структури і від характеру циркуляції в його масиві підземних вод.

Небезпечне геологічне явище – подія геологічного походження або наслідок дії геологічних процесів, що виникають в земній корі під дією різних природних і геодинамічних факторів або їх комбінацій, які оказують або можуть оказати дію ураження на людей, сільськогосподарських тварин і рослин, об'єкти економіки і навколишнє природне середовище.

Зсув – переміщення мас гірських порід по схилу під дією власної ваги і додаткового навантаження внаслідок підмиву схилу, перезволоження, сейсмічних поштовхів та інших процесів.

Протизсувний захист – комплекс охоронних, обмежувальних і інженерно-технічних заходів, направлених на запобігання виникнення і розвитку зсувного процесу, захисту людей і територій від зсувів, а також своєчасне інформування органів виконавчої влади або місцевого самоврядування і населення про загрозу виникнення зсуву.

Обвал – відрив і падіння великих мас гірських порід на крутих і обривистих схилах гір, річних долин і морському побережжю, які виникають головним чином за рахунок послаблення зв'язування гірських порід під впливом процесів вивітрювання, діяльності поверхневих і підземних вод.

## **8.2 Характеристика, причини виникнення та основні параметри зсувів і обвалів**

Одними з небезпечних і дуже поширених природних явищ є зсуви, природно-техногенного походження, розвиток яких, у районах із великою щільністю населення і розвитком промисловістю, може привести до катастрофічних наслідків: загибелі людей, руйнування транспортних комунікацій, житлових і виробничих будинків і споруд, порушення режиму роботи підприємств і т.д.

Зсуви, обвали, провали земної поверхні можливі як внаслідок природних процесів, так і внаслідок господарської діяльності людини, що обумовлено антропогенними факторами.

Ерозія, дефляція (вивітрювання), зсуви, обвали, осипи і провали земної поверхні проявляються при відкритих і підземних способах розробок корисних копалин. Площа земель, порушених при розробці корисних копалин щорічно збільшується на десятки тисяч гектарів.

Відповідно до міжнародної статистики до 80% зсувів у даний час пов'язані з діяльністю людини. Зсуви переважно формуються на зволжених ділянках і виникають при крутизні схилу 10° і більше. На глиняних сильно зволжених ґрунтах можуть виникнути і при крутизні 5 - 7°.

Зсуви поширені на 50% території України. Найбільшого поширення вони набули в Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Миколаївській, Одеській, Харківській, Дніпропетровській областях та Автономній Республіці Крим. На узбережжі Чорного й Азовського морів існує багато зсувних ділянок, що активізувалися в результаті масового забору піску з пляжів і будівництва будинків і споруд на не стійких морських берегах. Найбільші катастрофічні наслідки мають зсувні процеси біля Одеси, Бердянська, Маріуполя.

Типологічне найбільше зустрічаються зсуви видавлювання (довжиною до 5 км) та зсуви-потоки. У Кримських горах зустрічаються блокові та лінійні зсуви довжиною 0,5 - 2,5 км та шириною 0,3 - 1,5 км. Значною мірою зсувами охоплені береги каскаду Дніпровських водосховищ, де найбільш поширені зсуви спливання, а також фронтальні зсуви ниркоподібної форми. На узбережжі Азовського і Чорного морів поширені фронтальні зсуви, а обвали, осипи характерні для деяких районів Карпатських і Кримських гір.

Катастрофічні руйнації зсувні процеси надають берегам рік, де зведені гідротехнічні споруди й утворені водоймища, що у свою чергу приводять до активізації зсуву гірських порід на схилах берегів. Найбільше характерним прикладом може бути ділянка Дніпра, де зведений каскад гідроелектростанцій і шість великих водосховищ, береги котрих сильно уражені зсувами. Найбільша кількість зсувних ділянок є на берегах Канівського і Каховського водосховища і в межах міст Київ і Дніпропетровськ.

Обвали виникають на порівняно крутих схилах, з ухилом до обрію 25 - 300, що, як правило, виникає в гірських місцевостях, де шари зібрані в складки і поставлені під різноманітними кутами до обрію. Виникненню обвалів сприяють тріщинуватість порід, що складають схил, рух крижаних і сніжних мас, кут схилу більше кута природного укусу, в результаті вивітрювання або втрати опори через ерозію й абразію в основі схилу й інші причини. За інших рівних умов у залежності від крутості розрізняють схили небезпечні, коли обвали можуть відбуватися в не зволжених породах, нормальні – обвали виникають тільки при наявності водоносних прошарків, і безпечні, на яких не виникає обвалів навіть при наявності водоносних прошарків.

Обвали відбуваються під дією поштовху, викликаного атмосферними явищами (бурями, сильними зливами) або землетрусом.

Так, наприклад, у 1911 році в долині р. Мургаба (територія теперішнього Таджикистану) від незначного землетрусу з гір висотою 600 м обрушилася маса землі об'ємом 3600 - 4800 млн. м<sup>3</sup> і утворила в ріці загату площею 16 км<sup>2</sup> товщиною 700 - 800 м. У результаті цього обвалу, відомого за назвою "Памірської катастрофи" або Усойського завалу, вище загати утворилося Сарезьке озеро довжиною 75 км, шириною до 1,5 км і глибиною до 505 м. Характерною рисою обвалів є обертання і перекидання мас, що переміщуються. Зсуви являють собою ковзання гірських мас по схилах по зволоженому водою водоупорному прошарку під дією сил ваги, тобто відбувається або відрив, або сколювання, або пластичний плин порід у гірських масивах. Для зсувів, як правило, характерно відсутність обертання і перекидання мас, що зміщуються. Більшість точок маси, що зміщується, рухається по траєкторіях, близьким до

обрису поверхні ковзання. Проте в ряді зсувів відзначалася і наявність деякого обертання, що викликало так називане запрокидування зсуву.

Зсуви у відомих геологічних, гідрогеологічних і інженерно-геологічних умовах легко переходять в обвали, осипи й опливи.

Порушення стійкості схилу може обумовлюватися різноманітними причинами, що викликають відому велику крутість схилу. Першопричиною порушення стійкості можуть бути:

- тектонічні процеси,
- сейсміка,
- діяльність поверхневих і підземних вод,
- інженерна діяльність людей.

Тектонічні процеси порушують структуру схилу. У скельних породах, що складають схил, утворюються тріщини. Розриви структурних зв'язків між окремостями породи обумовлюють необхідність стійкості кожного блока. У таких умовах при достатньо крутих схилах або розташуванні поверхонь нашарування відповідно до схилу окремі блоки можуть виявитися в хитливому положенні. Вони будуть зсковзувати униз по поверхні нашарування, створюючи зсув, або ж переміщатися по системі тріщин і тектонічних порушень, створюючи обвал.

Процеси корозії і дефляції перетворюють скельні породи, що складають схил, у нескельні, порушують структурні зв'язки вивітрюваної маси з материнською породою. При крутості схилу біля 10-12% маси, що вивітрювались зміщаються униз, створюючи осип, із наступним переходом в осуви і куруми (куруми – кам'яні потоки, які утворюються в гірських районах вище лінії снігів і в районах поширення багаторічної мерзлоти завдяки сезонному таненню верхнього шару ґрунту. Кам'яні розсипи і розвали в гірських улоговинах і балках набувають рухомого характеру, оскільки розміщені на зледенілому ложі і є водонасиченими. Ширина потоків досягає десятків і сотень метрів.).

Поверхневі води морів, озер і рік, що стикаються з підшовою схилу, підмивають його. У результаті підмиву в при підшовній частині утвориться западина, над якою повисає схил. При достатній глибині западини утвориться тріщина відколу, по якій гірська маса, що відірвалася, зміщається униз.

Діяльність підземних вод при порушенні стійкості схилів різноманітна. Протікаючи в надпідшовних прошарках, потік підземних вод може стати причиною розчинення і виносу часток порід припідшовного прошарку. У результаті цей прошарок стає більш пухким (набуває великої пористості) і стискується силою ваги прошарків, що лежать вище. Осадка порід, що лежать вище, викликає поява тріщин відколу. Так утворюються типові зсуви суфозіційного походження.

Насичуючі глинисті породи припідшовного прошарку, підземні води додають йому властивості пластичності. Зміна консистенції глинистої породи викликає видавлювання пластичної маси, що утворилася, з під прошарків, що лежать вище. Зменшення обсягу прошарку, що видавлюється, викликає осадку прошарків, що лежать вище, і утворення зсувів видавлювання.

Насичення підземними і поверхневими водами глинистих порід, що складають схил, так само переводить їх із твердого стану в пластичний. Гірські маси, що стали пластичними, зміщаються по схилу, створюючи зсуви опливання, що місцями переходять в опливини.

Інженерна діяльність людей також впливає на утворення зсувів. Розробка виїмок і кар'єрів створює штучні схили (укоси), стійкість яких обумовлена тими ж законами, що й стійкість природних схилів. Вироблені при цьому роботи зі зміни природних гідрогеологічних умов (наприклад осушення) можуть викликати зміну умов рівноваги схилу. Укоси штучних насипів, дамб і інших споруд можуть виявитися хитливими. Підрізка природних укосів при проведенні доріг може відродити до життя похований зсув. В усіх цих випадках буде виявлятися процес зсування, цілком аналогічний природному.

У ряді випадків в основі утворення зсувів лежить комплексна дія декількох причин. При цьому порушення стійкості схилу протікає в більш складних умовах.

## **ЛЕКЦІЯ 9 ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ, БУДИНКІВ І СПОРУД ВІД ЗСУВІВ ТА ОБВАЛІВ**

### **9.1 Терміни та визначення**

### **9.2 Інженерний захист об'єктів від зсувних та обвальних процесів**

#### **9.1 Терміни та визначення**

Основним нормативним документом при проектуванні, організації будівництва та експлуатації інженерного захисту територій, будинків і споруд від зсувних та обвальних процесів є ДБН В.1.1-3-97. «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення».

Дані норми поширюються на проектування, організацію будівництва та експлуатацію інженерного захисту територій, будинків і споруд від зсувних та обвальних процесів.

Інженерний захист від зсувів та обвалів – комплекс інженерних споруд, інженерно-технічних, організаційно-господарських і соціально-правових заходів, що забезпечують захист територій та об'єктів, регулюють гравітаційні процеси на схилах та запобігають їхньому негативному виявленню.

Гравітаційні процеси на схилах – різні форми руху ґрунтів на схилах під дією сили тяжіння.

Зсувна територія – ділянка схилу, де зсувні деформації проявляються або мали місце в минулому.

Зсувонебезпечна територія – ділянка схилу, де зсувні деформації можуть проявлятися під дією природних або техногенних факторів.

Об'єкти інженерного захисту – окремі споруди інженерного захисту, що забезпечують захист об'єктів, населених пунктів, сільськогосподарських земель або природних ландшафтів від зсувів або обвалів.

Структурне зчеплення ґрунту – показник зчеплення ґрунту, що визначається різницею між питомим зчепленням ґрунту непорушеної структури та питомим зчепленням ґрунту, що випробуваний за способом повторного зрізу.

Зсувний тиск – різниця між зрушуючим та затримуючим зусиллями в об'ємі земних ґрунтів, що розміщені вище затримуючої споруди на сформованій поверхні ковзання, або в зоні деформованого горизонту.

Підземні улоговини стоку – пониження в покрівлі водоупорів, заповнені ґрунтом з коефіцієнтом фільтрації 7 м/добу та більше.

#### **9.2 Інженерний захист об'єктів від зсувних та обвальних процесів**

Метою інженерного захисту об'єктів є запобігання, усунення або зниження до допустимого рівня негативного впливу на об'єкти діючих та потенційно можливих небезпечних геологічних процесів.

Інженерний захист об'єктів повинен забезпечувати:

– загальну стійкість територій;

- безпечне проживання людей;
- надійне та безперебійне функціонування та розвиток об'єктів, а також зон відпочинку;
- збереження заповідних зон, ландшафтів, історичних пам'яток та ін.;
- нормативні санітарно-гігієнічні, соціальні та рекреаційні умови територій, які захищаються;
- належне архітектурне оформлення споруд інженерного захисту;
- економічно обґрунтоване раціональне використання земель та природних ресурсів, об'єктів з дотриманням законодавчих вимог щодо охорони навколишнього середовища.

До основних засобів інженерного захисту об'єктів відносяться:

- затримуючі та підтримуючі споруди і (фундаменти);
- фундаменти, які обтикаються зсувними масами;
- уловлюючи протиобвальні споруди та галереї;
- берегозахисні споруди;
- дренажі глибокого закладання;
- зміна рельєфів схилів.

Як допоміжні засоби інженерного захисту об'єктів слід використовувати споруди чи заходи, що забезпечують стабілізацію впливу окремих факторів, або пристосовування об'єктів, які захищаються, до прояву зсувів або обвалів.

До допоміжних засобів інженерного захисту об'єктів відносяться:

- затримуючі протиобвальні заходи;
- берегозахисні споруди;
- регулювання стоку поверхневих вод, захист поверхонь схилів від інфільтрації зливових і талих вод у ґрунт та ерозійних процесів;
- дренажі мілкового закладання, застійні дренажі та каптажі;
- агролісомеліорація;
- хімічне закріплення ґрунтів зсувної зони.

Проектування інженерного захисту об'єктів повинно виконуватись на основі:

- результатів комплексних інженерних вишукувань в районах прояву зсувів та обвалів і прилеглих територій;
- даних, що характеризують особливості використання територій та об'єктів як діючих, так і тих, що проектуються, з прогнозуванням зміни цих особливостей та з урахуванням установленого режиму природокористування (заповідники, сільськогосподарські землі та ін.);
- прогнозу можливих змін природних умов, що викликані природними та техногенними факторами;
- оцінки сучасних і прогнозу змін природних умов і стану об'єктів, які захищаються, за даними результатів комплексних вишукувань та, в разі необхідності, науково-дослідних робіт та моделювання, що виконані згідно з програмою досліджень;



– досвіду проектування, будівництва та експлуатації інженерного захисту об'єктів за аналогічних умов;

– вимог архітектурно-планувальних рішень щодо освоєння території;

– урахування ступенів і масштабів негативного впливу зсувів та обвалів;

– техніко-економічного порівняння декількох варіантів інженерного захисту об'єктів, що відрізняються набором інженерних засобів та методів, вартісними та експлуатаційними показниками, ефективністю капітальних вкладень;

– урахування місцевих будівельних умов, кліматичних особливостей, забезпеченості будівельними матеріалами.

Зсувні процеси можливо прогнозувати. Для цього необхідні ретельні інженерні, геологічні і гідрологічні дослідження. Для прогнозу виникнення зсувів необхідно враховувати наступні умови: наявність схилу та достатньої маси скельних порід, яка має тангенціальний напрямок до поверхні.

На сьогодні існує декілька методів прогнозу зсувів:

– довгостроковий (на роки),

– короткостроковий (на місяці, тижні),

– терміновий (на години, хвилини).

Для здійснення довгострокового прогнозу використовується метод ритмічності, який базується на врахуванні випадання опадів та інших метеорологічних елементів.

Короткостроковий і терміновий прогнози базуються на використанні геодинамічних вимірів і побудови на їх основі прогнозної моделі зсувного процесу методом регресивного аналізу, при цьому враховується стійкість схилу, яка визначається відношенням сил удержання і сил зсуву.

Прогнозуванням зсувів займаються спеціальні служби комунального господарства, окремих міністерств і відомств та суб'єктів господарської діяльності.

Методи кількісної оцінки ролі різноманітних факторів у виникненні зсувів.

1. Аналітичний - визначення впливу фактору на розмір коефіцієнта стійкості  $K$ :

– на абсолютний розмір  $K$ :

– на відносну зміну розміру  $K$  (у %); може застосовуватися для тих випадків, коли абсолютний розмір  $K$  невідомий.

2. Статистичний - виявлення зв'язку між факторами і зсувними процесами шляхом їхнього зіставлення за часом або в просторі (картирування), обчислення коефіцієнтів кореляції й інших статистичних показників зв'язку.

Методи прогнозу зсувних явищ.

а. Розрахункові методи:

– визначення коефіцієнта стійкості схилу ( $K$ ), якщо  $K < 1$  – зсув малоімовірний,  $K = 1$  – зсув можливий,  $K > 1$  – імовірність зсуву велика;

– порівняння профілю даного схилу з профілем схилу граничної рівноваги.

– порівняння розміру напруг у схилі з міцністю порід, що його складають.

б. Моделювання:

– моделювання зсувної руйнації схилу: а) на центрифугі; б) методом еквівалентних матеріалів;

– Моделювання розподілу напруг у схилі: а) оптичне моделювання; б) метод теплосітки;

в. Метод аналогій або порівняльно-геологічний – порівняння основних характеристик даного схилу (геологічна будова, міцність порід, висота, крутість і т.п.) з аналогічними характеристиками інших схилів, стійкість яких відома.

г. Метод історико-геологічний – порівняння дійсних умов схилу з умовами, у яких він знаходився раніше (на основі відновлення історії формування й існування схилу).

д. Метод урахування балансу земляних мас – для прогнозу повторних зсувів обертання і видавлювання.

е. Метод урахування впливу факторів – процесів, що змінюють розмір коефіцієнта стійкості схилу.

ж. Метод спостережень за провісниками зсувних процесів – ростом деформацій, виникненням або зникненням джерел, звуковими явищами і т.п. Більшу частину потенційних зсувів можна запобігти, якщо своєчасно вжити заходів у початковій стадії їхнього розвитку. Серед різноманітних заходів особливо важливе значення мають контроль і прогнозування зсувних процесів. Вони необхідні для розташування об'єктів у безпечних місцях, своєчасного попередження про виникнення нових або запобігання небезпечного розміру і швидкості зсуву вже існуючих зсувів; виявлення необхідності боротьби з зсувами або можливості експлуатації об'єктів без зміцнення схилів.

Для запобігання виникнення зсувів організовується контроль за станом схилів і дотримання охоронно-протизсувного режиму, а також проводити комплекс протизсувних заходів з урахуванням гідрогеологічних умов і характеристики зсувної ділянки. Необхідні для цього дані наносяться на великомасштабні карти. На них повинні бути зазначені: стійкість схилів; можливість проведення земляних робіт; гідрогеологічні умови району; височини і косогори; місця розташування стоків, дренажних басейнів, затоплюваних ділянок і розподіл підземних вод. На ці ж карти наносять місця минулих зсувів і райони можливого оповзання. До карти додається пояснювальна записка з докладним описом зсувного району (ділянки).

Заходи щодо боротьби із зсувами.

Рухи гірських мас на схилах належать до числа явищ, небезпечних для будівель і споруд як у процесі їх будівництва, так і експлуатації. Кожний тип руху у визначених інженерно-геологічних умовах викликає необхідність проведення заходів строго відповідним умовам оповзання. Як правило, усі заходи, щодо боротьби з рухами гірських мас на схилах повинні бути спрямовані до того, щоб виключити дію умов, що викликають рухи.

Основні заходи і види спеціальних протизсувних споруд.

I. Боротьба з підмивом схилу:

- пасивний захист (заходи, що не змінюють режиму водойми або водотоку);

- спорудження стінок набережних, хвилевідбійних стін, покриття схилів залізобетонними плитами й вимощеннями, фашини, габіони, штучні пляжі, устрій колекторів або лотків і швидкотоків у ярах і т.д.

- активний захист (заходи, що впливають на режим водойми або водотоку) поперечні буни і повздовжні хвилеломи на берегах водойм, струмененаправляючі дамби і поперечні напівзагати на значних ріках, відвід водотоків, випрямлення русел і т.п.

II. Перебудова схилів і укосів: зменшення крутості схилу, зрізання верхньої частини, створення берм, терасування, насипання бенкетів, контрбенкетів і земляних траверсів, прибирання ґрунтів, що оповзають; заміна ґрунту, засипання ярів і т.д.

III. Механічне утримання мас, що оповзають: підпірні стіни, шпонки, анкерні зв'язки, контрфорси, обернені зводи у виїмках, ін'єкційні перепони.

IV. Заходи щодо дренажу обріїв підземних вод:

а. Постійне осушення і зниження рівня (самопливні дренажі):

- перехоплення підземних вод до їхнього виходу на зсувному схилі;
- каптаж виходів підземних вод на схилі;

в) осушення тіла зсуву, зміна напрямку гідродинамічного тиску, зниження рівня підземних вод у тілі зсуву.

б. Тимчасове осушення - відкачки, голкофільтри, електродренаж.

V. Регулювання поверхневого стоку:

- Зведення споруд, що перехоплюють поверхневі води до їхнього надходження на зсув, різноманітні нагортні канали.

- Заходи щодо організації і прискорення стоку по поверхні зсуву - забивання тріщин, мікропланування, випуск води з безстічних знижень, устрій водостічної мережі на зсуві.

VI. Зміцнення схилів і укосів рослинністю – дернування, посів трав, посадка спеціальних сортів дерев і чагарників.

VII. Покриття укосів одягом, що зберігає від вивітрювання, зменшує інфільтрацію, різноманітні облицювання, покриття з ґрунтобетону, шлаку, бітуму; нафтування і солонцювання ґрунту.

VIII. Зміна властивостей ґрунтів – штучне закріплення або меліорація ґрунтів:

- постійна (незворотня) зміна властивостей - випал або клінкеризування (при температурі 800°), цементация і бітумінізування тріщинуватих у крупнопористих породах, силікатизация пісків, електрохімічне закріплення глин.

- тимчасова зміна властивостей - заморожування, електродренаж, прогрів до температури 200-300° (просушування) і т.п.

Штучне закріплення застосовується тільки для невеличких обсягів ґрунту, тобто для створення підземних баражів, контрфорсів і т.д.

## **ЛЕКЦІЯ 10 ІНЖЕНЕРНІ ПРОТИСЕЛЕВІ ЗАХОДИ**

10.1 Основні види гідрологічних небезпечних явищ та причини їх виникнення

10.2 Протиселеві інженерні заходи

### **10.1 Основні види гідрологічних небезпечних явищ та причини їх виникнення**

До гідрологічно – небезпечних явищ (гідродинамічна група) відносяться також селеві процеси, що викликають явище селевих (грязекам'яних) гірських потоків. Сели рухаються з великою швидкістю, легко переносять камені діаметром 2-3 м, захоплюють величезну кількість твердого матеріалу, що складають 75-80% загального об'єму потоку. Вони виникають раптово, у результаті випадання злив або при швидкому таненні снігу на крутих, позбавлених рослинності схилах, покритих пухким шаром продуктів вивітрювання.

Селі є стихійним (особливо небезпечним) гідрологічним явищем, що загрожує населеним пунктам, спортивним і санаторно-курортним комплексам, залізним і автомобільним дорогам, зрошувальним системам і іншим важливим народногосподарським об'єктам.

В Україні Селі найбільш широкого поширення набули у гірських районах Карпат та Криму, та в деяких місцях на правому березі Дніпра. До катастрофічних відносяться селі з об'ємом виносу 10-100 тис. куб. м та періодичністю 2 -5 років.

Належність об'єкту, що проектується, до сільового району слід визначати за Кадастром сільових басейнів і вогнищ, Атласом сільових явищ.

Основним нормативним документом при проектуванні і розробці споруд і заходів з інженерного захисту територій, будівель і споруд від шкідливої (руйнівної) дії небезпечних геологічних процесів (затоплення, підтоплення, ерозії та розмиву берегів водотоків та водойм, абразійних руйнувань морських берегів, переформування берегів водосховищ, карсту, суфозії, селевих потоків, снігових лавин, схилових гравітаційних процесів – зсувів, обвалів і їх поєднання, далі – інженерний захист) є ДБН В.1.1-24:2009 «Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування».

Небезпечне гідрологічне явище - подія гідрологічного походження або результат гідрологічних процесів, що виникають під дією різних природних або гідродинамічних факторів або їх комбінацій, які оказують або можуть сказати дію ураження на людей, сільськогосподарських тварин і рослин, об'єкти економіки і довкілля.

Небезпечні гідрологічні явища, що мають місце в Україні: сильні зливи (Карпатські та Кримські гори); град на всій території України; сильна спека – Степова зона; суховії, засухи - Степова та східна Лісостепова зони; урагани, шквали, смерчі – більша частина України; пилові бурі, сильні тумани, сильні заметілі - південний схід Степової зони; снігові заноси – Карпати; значні

ожеледі – Степова зона; сильний мороз - північ Полісся та схід Лісостепової зони;

повені – басейни річок; снігові лавини – Карпатські і Кримські гори; маловоддя – річки України; узбережжя та акваторії Чорного і Азовського морів - шторми, ураганні вітри, смерчі, зливи, обмерзання споруд і суден, сильні тумани, заметілі, ожеледі,

Сель(селевий потік) – стрімкий русловий потік, який виникає раптово, складається із води, піску, грязі та уламків гірських порід і характеризується різким підйомом рівня води, хвильовим рухом, коротким терміном дії, значним ерозійним і кумулятивним ефектом, що створює загрозу життю і здоров'ю людей, шкоду об'єктам господарської діяльності і довкіллю.

Селенебезпечна територія – територія, що характеризується інтенсивністю розвитку селевих процесів, які створюють небезпеку для людей, об'єктів економіки і довкілля.

Захист проти селю - комплекс охоронних, обмежувальних і інженерно-технічних заходів, направлених на запобігання виникнення і розвитку селевих процесів, захисту людей і територій від селів, а також своєчасного інформування органів виконавчої влади або місцевого самоврядування і населення про загрозу виникнення селів.

Безпосередніми причинами зародження селів служать зливи, інтенсивне танення снігу і льоду, прориви водойм, рідше землетрус, виверження вулканів. Незважаючи на різноманітність причин, механізми зародження селів мають багато загального і можуть бути зведені до трьох головних типів: ерозійного, проривного й обвального-зсувного.

При ерозійному механізмі зародження спочатку йде насичення водного потоку уламковим матеріалом за рахунок змиву і розмиву поверхні селевого басейну і потім – формування селевої хвилі в руслі. Тому насиченість селевого потоку тут часто близька до мінімального, а рух потоку контролюється руслом.

При проривному механізмі зароджена водяна хвиля за рахунок інтенсивного розмиву і залучення в рух уламкових мас перетворюється в селеву хвилю. Насиченість такого потоку висока, але мінлива, турбулентність максимальна, і, як наслідок, найбільш значна переробка русла.

При обвального-зсувному механізмі зародження, коли відбувається зрив масиву водонасичених гірських порід (включаючи сніг і лід), насиченість потоку і селева хвиля формуються одночасно; насиченість потоку в цьому випадку близька до максимальної, а глибинна ерозія в зоні транзиту змінюється акумуляцією.

Таким чином, при утворенні і розвитку селів простежуються три стадії формування більш-менш тривала підготовка на схилах і в руслах гірських басейнів матеріалу, який служить джерелом для формування селевих потоків (головним чином, у результаті вивітрювання гірських порід і гірської ерозії):

– швидке переміщення скельного, (пухкого) що втратив рівновагу матеріалу з підвищених ділянок гірських водозборів у знижені по гірських руслах у виді селевих потоків;

– акумуляція селевих виносів у знижених ділянках полонин у виді руслових конусів або інших форм селевих відкладень.

– селеві потоки можливі як внаслідок природних процесів, так і внаслідок господарської діяльності людини, що обумовлено антропогенними факторами.

Безпосередньо причинами зародження селів є зливи, інтенсивне танення снігу і льоду, прорив водоймищ, рідко при землетрусах і викидах вулканів. Механізми зародження селів можуть бути зведені до трьох типів: ерозійному, проривному і обвальню-зсувному.

Кожний селевий водозбір складається з трьох зон: зони селевиникнення, де відбувається постачання водою і твердим матеріалом, зони транзиту і зони селевих відкладень або конуса виносу.

Селеві потоки виникають при одночасному виконанні трьох умов:

– наявності на схилах басейну достатньої кількості продуктів руйнування гірських порід;

– наявності потрібного об'єму води для змиву або зносу зі схилів пухкого твердого матеріалу і наступного його переміщення по руслах;

– наявності крутого ухилу схилів і водостоку.

Селеві потоки характеризуються наступними факторами ураження та характеристиками їх дій: динамічний (Зміщення (рух) гірських порід). Гравітаційний (Удар). Гідродинамічний (Механічний тиск потоку селю).

Аеродинамічний (Гідродинамічний тиск потоку селю, Ударна хвиля). Основною умовою виникнення селів є норма дощових опадів, здатна викликати змив продуктів руйнування гірських порід і залучення їх у рух. Норми таких опадів для найбільш характерних у відношенні утворення селів гірських районів приведені в таблиці.

Іноді причиною виникнення селевих потоків служить інтенсивне танення снігу або льодовиків, нерідко в сполученні з дощами, а також прорив моренних і завальних озер. Відомі випадки утворення селів унаслідок різкого зростання припливу підземних вод. В окремих випадках селі можуть виникати під дією ендегенних процесів, зокрема землетрусів, також унаслідок виверження вулкана.

При виникненні селів велике значення має крутість схилів і енергія рельєфу. Мінімальний ухил селевого водостоку– $10^{\circ}$ , максимальний–до  $100^{\circ}$ .

В останні роки до природних причин формування селів додалися антропогенні чинники. До антропогенних чинників формування селів відносяться: безсистемна вирубка лісів на гірських схилах, деградація наземного і ґрунтового покриву нерегулярним випасом худоби і т.п.

До антропогенних чинників формування селів варто віднести і так називані техногенні чинники:

– невірно організовані відвали відпрацьованої гірської породи гірничо-добувними підприємствами;

– масові вибухи гірських порід при прокладці залізних і автомобільних доріг і інших споруджень;

- відсутність рекультивації земель при будівництві і вскривних роботах у кар'єрах по видобутку корисних копалин;
- переповнення штучних водойм і не регулюючий випуск води з іригаційних каналів, що проходять по гірських схилах;
- підвищена загазованість повітря відходами промислових підприємств, що згубно діє на ґрунтово-рослинний покрив.

Об'єм або потужність селя може складати десятки і сотні тисяч, а іноді і мільйони кубічних метрів селевої маси.

Максимальна витрата селевого потоку (твердої і рідкої фази) без заторів під час руху приблизно в 1,2 - 1,4 рази більше витрати води, а при заторах - у 3-5 разу більше. Розмір максимальної витрати селевого потоку може складати від декількох десятків до 2000.

Швидкість руху селів коливається в межах від 2 до 10 м/с, іноді і більш. Істотним є те, що сіль на відміну від водяного потоку часто рухається не безупинно, а окремими валами, то майже зупиняючись, то знову прискорюючи рух. Це відбувається в основному внаслідок затримки селевої маси і звуження русла, на крутих поворотах, у місцях різкого зменшення ухилу. Якщо звичайно швидкість плину селевого потоку складає: 2,5 - 4,0 м/с, то при проривах заторів вона іноді досягає 10 м/с, при цьому витрати води збільшуються в 3-5 разів. Максимальна швидкість перевищує середню в 1,5 - 2 рази.

Селеві потоки короткочасні. Тривалість селів коливається від десятків хвилин до декількох годин, частіше усього тривалість складає 1 - 3 години, іноді 8 і рідко більш 8 годин.

При русі селів являє собою суцільний потік із ґрунту, каменів і води. Крутий передній фронт селевої хвилі висотою від 5 до 15 м утворює – голову селю. Максимальна висота валу водогрунтового потоку досягає 25 м.

Структурний склад селевого потоку визначається долею твердого матеріалу в об'ємі потоку, що у залежності від геологічних умов змінюється від 10 до 70%.

Нерідко використовується така характеристика, як середня і максимальна щільність селевого потоку (селевої маси), або його об'ємна вага. Щільність селевого потоку коливається в межах 1,2 - 1,9 т/м<sup>3</sup> (в окремих випадках доходить до 2,0 т/м<sup>3</sup>). Іноді застосовуються такі характеристики, як середня і максимальна глибина і ширина селя. Ширина селя залежить від ширини русла, по якому рухається селевий потік, і коливається від 3 до 100 м. Глибина селевого потоку коливається від 1,5 до 15 м, довжина русел селів - від декількох десятків метрів до декількох десятків кілометрів.

У необхідних випадках використовується максимальна сила удару селевого потоку об перешкоду. Вона складає від 5 до 12 т/м<sup>2</sup>.

Небезпека селів не тільки в їхній руйнівній силі, але й у раптовості їхньої появи. Під, раптовістю виникнення селевого потоку варто мати на увазі неможливість визначити заздалегідь дату проходження селя.

Що стосується такої характеристики, як повторюваність, то можна відзначити, що повторюваність селів для різних селенебезпечних районів різна. У басейнах зливого і снігового постачання, де є постійний запас

пухкообломочного матеріалу для постачання селів, селі повторюються відносно часто (один раз у 2-4 роки, іноді декілька разів протягом року) і пов'язані, в основному, із періодами випадання значних опадів.

Дуже потужні селеві потоки (виносять 2-4 млн м<sup>3</sup> уламкового матеріалу) повторюються відносно рідко – один раз у 30-50 років.

Максимальні розміри в поперечнику великообломочних включень (валунів, скельних уламків) для незв'язаних водокам'яних селів можуть складати 4 м, а для зв'язаних густих грязевокам'яних селів – 10 м.

В'язкість зв'язкових селів нагадує густий бетонний розчин, у якому змішані великі уламки скельних порід.

Селеві потоки наносять великий збиток народному господарству, природі, загрожують життю людей, насамперед, жителям міст і населених пунктів, що знаходяться на шляху селя.

Територія усього світу відрізняється різноманітністю умов і форм прояву селевої активності. Усі селенебезпечні гірські райони розділяються на дві зони – теплу і холодну. Теплу зону утворюють помірний і субтропічний кліматичні пояси, у межах яких селевиявлення розвинуті у формі водо-кам'яних і грязевокам'яних потоків. Генезис більшої частини з них – зливовий.

Холодна зона охоплює селенебезпечні райони Субарктики й Арктики. Тут в умовах дефіциту тепла і вічної мерзлоти переважно поширені водо-селеві потоки.

Усередині зон виділені регіони, що розділяються на області. Регіони охоплюють групи гірських країн із загальним пануючим типом (типами) селевиявлень, близькими умовами клімату і рельєфу. Поділ регіонів на області засновано на обліку специфіки селевиявлення і ступеня селевої небезпеки.

## **10.2 Протиселеві інженерні заходи**

Для захисту об'єктів і зниження можливих руйнувань і втрат серед населення в селенебезпечному районі зводяться протиселеві споруди, що дозволяють:

затримати селеві виноси до об'єкта; відвести селевий потік від об'єкта, що захищається, чи пропустити його через об'єкт; стабілізувати і захистити русло від розмиву;

забезпечити зниження сили ударного впливу селевого потоку.

Затримка селевих виносів здійснюється шляхом влаштування загат селезахисних гребель (дамб) чи котлованів-наносоуловлювачів.

Загати і селезахисні греблі призначені для затримки виносів і великих обсягів твердого стоку, а також стабілізації і захисту русла. Вони зводяться з каменю, бетону, залізобетону, металу у виді глухих чи ґратчастих стінок, що перегороджують русло. Наносоуловлювачі призначені для зменшення швидкості селевого потоку, внаслідок осідання твердої маси.

Для відводу селевого потоку від об'єкта і його гальмування зводяться селевідводні споруди (селерізи, стінки), селеспуски, селеперепускні споруди, селенаправляючі, селевідбійні, гальмуючі і інші найпростіші споруди.



Селевідвідні споруди(селерізи, стінки)призначені для направлення селевого потоку убік від об'єкту, що захищається. Селеспуски призначені для перекидання селів через об'єкти, що захищаються, (дороги, трубопроводи і т.д.) і являють собою лоток, закріплений на залізобетонних рамах чи кам'яноарочних опорах.

Селеперепускні споруди призначені для пропуску селевих потоків через об'єкт, що захищається, виконуються у виді бетонних лотків-швидкотоків і каналів. При зведенні селеспусків на одному рівні з об'єктом, що захищається, їх влаштовують у виді каналізованого русла. Такі споруди найбільш ефективні при перепуску селевого потоку через населені пункти.

Селенаправляючі (підпірні стінки, опояски, дамби), селевідбійні (напівзагати, буни, шпори) споруди призначені для захисту об'єктів, розташованих уздовж русел. Селенаправляючі споруди у виді стінок влаштовуються уздовж берегів в місцях їх найбільш інтенсивного розмиву. Селевідбійні споруди встановлюють під кутом  $25^\circ$  до осі потоку, причому один кінець споруди закріплюють у берег, що захищається, що дозволяє відхилити напрямок потоку до протилежного берега. Споруди даного типу влаштовуються з каменю чи залізобетону.

Гальмуючі споруди (надовби, земляні і кам'яні пагорби)призначені для зменшення швидкості селя на схилах із крутістю до  $15^\circ$ . При висоті споруди  $H_t > h$  відстань між ними в ряді приймається  $4 H_t$ , а відстань  $B$  між рядами приймається  $6 H_t$ , де  $H_t$  - висота гальмуючої споруди.

Найпростіші споруди (вали-канави і тераси із широкою основою) влаштовують у балках.

Вали-канави розташовують строго горизонтально на схилах крутістю не більш  $10^\circ$ , інакше може відбутися руйнування насипного укосу. На схилах крутістю від  $10^\circ$  до  $30^\circ$  улаштовують східчасті тераси зі зворотним ухилом  $4^\circ$ - $6^\circ$  і шириною 3,5-4,0 м. Деякі схеми проти селевих споруд показані на рисунках. Ефективність селезахисних споруд може бути оцінена за ступенем зменшення еквівалентного тиску на об'єкт, який підлягає захисту. При цьому передбачається, що сама споруда не буде зруйнована або змита під дією селевого потоку. Тому, при проектуванні і будівництві селезахисної споруди необхідно забезпечити її стійкість до діючих навантажень, які визначаються також, як для перепон що захищає об'єкт.

Навантаження на стінки лотків і горизонтальні поверхні селеспусків і селеперепускних споруд сприймаються тільки по статичній компоненті селевого тиску (при коефіцієнті бокового тиску, як для рідкого середовища). Тиск на гальмівні споруди у вигляді надолбів і пагорбів визначається з коефіцієнтами  $C=0,4$  і  $C=0,15$  відповідно.

## **ЛЕКЦІЯ 11 ІНЖЕНЕРНІ ПРОТИЛАВИННІ ЗАХОДИ**

### **11.1 Основні види снігових лавин та причини їх виникнення**

#### **11.2 Інженерні протилавинні заходи**

### **11.1 Основні види снігових лавин та причини їх виникнення**

Схід снігових лавин – небезпечне стихійне явище, особливо коли вони загрожують населеним пунктам, залізничним, автомобільним шляхам, електромережам, трубопроводам та життю людей, які опинилися на шляху їх руху. Формування лавин відбувається у межах лавинного осередку – ділянки схилу і його підніжжя, де проходить рух лавини.

В середньому в рік в світі від лавини гине близько 350 чоловік. Проте в окремі роки середній показник може бути значно перевищений.

Так, в сезоні 1991/92 рр. тільки в Туреччині число жертв чотирьох лавини склало 328 чоловік. 26 березня 1997 р. одна лавина позбавила життя більше 100 пасажирів авто в Афганістані. Географія лавинних катастроф різноманітна. Декілька випадків масової загибелі в лавині вивели на перше місце по кількості жертв Афганістан. Далі з постійним зростанням числа загиблих слідує США. Високі показники альпійських країн пояснюються частково великою кількістю жертв взимку.

Лавина з схилу р. Каракая 18 січня 1993 року знищила 85 будинків і вбила 59 чоловік в селі Юзенгилі (Туреччина). В Індії і Пакистані в лавині частіше гинуть військовослужбовці, що зумовлено особливостями служби.

В Україні, зокрема у Карпатах та гірських районах Криму, неодноразово протягом зимового періоду створюються умови, сприятливі для сходу лавин, або спостерігається їх схід. Найпоширенішим є стисле наукове визначення снігових лавин – це сніговий обвал, що виникає та переміщується по гірських схилах. Схід лавин може призвести до негативних наслідків, як наприклад у 2000 році в Хустському районі Закарпатської області, коли снігова лавина засипала житловий будинок (внаслідок чого загинула одна людина) та окремі ділянки автодороги м. Хуст – смт. Міжгір'я).

Лавина – швидкий, що раптово виникає рух снігу і (або) льоду вниз по крутим схилам гір, який представляє загрозу життю і здоров'ю людей та спричиняє шкоду об'єктам економіки і довкіллю.

Лавинонебезпечна територія – гірська місцевість, на якій є реальна потенційна небезпека сходу лавин, які приводять або можуть створити загрозу життю і здоров'ю людей та завдати шкоду об'єктам економіки і навколишньому природному середовищу.

Протилавинний захист – комплекс охоронних, обмежувальних і інженерно-технічних заходів, направлених на запобігання виникненню процесів, що утворюють лавини, а також своєчасне інформування органів виконавчої влади або місцевого самоврядування і населення про загрозу виникнення лавин.

Формування лавин проходить в межах лавинного осередку, який складається із зон зародження, транзити і зупинки лавини. Лавини виникають на схилах з крутизною від  $15^{\circ}$  до  $50^{\circ}$ .

Сніговий покрив – один з лавиноутворюючих чинників. При тісній взаємодії з рельєфом, рослинністю і, головне, гідрометеорологічними умовами, він створює передумови для сходження снігових лавин. Основною причиною виникнення лавин є скупчення значних мас снігу за рахунок вітрового снігоперенесення й утворення потужних снігових карнизів. За таких умов найкраще запобігти сходженню лавин або зменшити її об'єм і дальність викиду, обмежуючи нагромадження снігу та попереджаючи утворення снігових карнизів та лавин різного генезису за допомогою різних споруд. Найважливішими характеристиками рельєфу, що визначають можливість відриву снігового пласта від подальшого пересування його по схилу, є крутизна схилів і розчленованість поверхні. Крутизна схилів Українських Карпат у зоні утворення лавин складає  $20-40^{\circ}$ , що сприяє накопиченню значних мас снігу на схилах гір. За відповідних умов це призводить до формування лавин великого об'єму. За результатами багаторічних спостережень і експедиційних робіт встановлено, що лавинонебезпечними є схили з крутизною  $20^{\circ}$  і більше, а схили крутизною від  $15^{\circ}$  із потужністю снігу 30 см – потенційно лавинонебезпечними.

Територія Українських Карпат відноситься до районів значної лавинної небезпеки з альпілотипним рельєфом із гляціальними, нівально-ерозійними і денудаційними формами рельєфу із глибиною розчленування 500 - 1000 м, потужністю снігу 150–300 см. Лавини тут зароджуються на полонинах (пригребених безлісних ділянках). Особливо лавинонебезпечні північно-східні схили хребтів. Лавини виникають у безвітряну погоду зі свіжого снігу, найчастіше – з хуртовинного снігу і адвекційні (мокрі) лавини. Режим сходу – зимово-весняний. Лавини спостерігаються щорічно, іноді неодноразово впродовж зими. Об'єми лавин, як правило, перевищують 100 тис.  $\text{м}^3$  снігу (наприклад, в бас. р. Шопурка в урочищі Ганя 14.02.58 р. зійшла лавина завдовжки 3,5 км, об'ємом 1,5 млн.  $\text{м}^3$  снігу). Лавини Українських Карпат формуються найчастіше в грудні - березні (інколи – в листопаді грудні і квітні – травні). Найбільші за об'ємом лавини виникають звичайно після снігопадів із хуртовиною, менш крупні – після відлиги, найменші – після поземків.

У Гірському Криму лавинонебезпечні ділянки гірських схилів набагато менші ніж у Карпатах, вони характеризуються значною крутизною схилів: 30 – 450 і навіть 500. Лавини формуються в грудні – березні (головним чином – у січні – лютому). Найбільші за об'ємом лавини виникають звичайно після снігопадів із хуртовиною, менш крупні – після відлиги, найменші – після поземків. Максимальна щільність снігу в Українських Карпатах, що була зафіксована під час експедиційних робіт сніголавинного загону УкрНДГМІ, склала  $630 \text{ кг/м}^3$ .

Розміри лавин характеризуються: масою (в т) або об'ємом (в  $\text{м}^3$ ), який може змінюватися від декілька десятків кубометрів (т) до декілька мільйонів кубометрів (т) снігу.

Швидкість є одною, з основних характеристик лавини, що рухається, величина якої може складати до 100 м/с.

Сила удару, що досягає  $40 \text{ т/м}^2$ , а при наявності в лавині чужорідних включень і більших значень (до  $200 \text{ т/м}^2$ ), визначає разом з дальністю викиду і щільністю лавинного снігу величину дії лавини на об'єкти, що знаходяться в її зоні.

Залежно від властивостей снігу, який утворюють лавини, вони можуть бути сухими або вологими (мокрими). Їх рух відбувається по снігу (або крижаній кірці), по повітрю, по ґрунту або ж має змішаний характер.

За характером руху та побудовою лавини діляться на:

зсувні – сніжні зсуви, які не мають певного каналу стоку і слизькі по всій ширині охопленої ділянки;

лоткові – рухаються по певному каналу стоку; стрибаючі – виникають із лоткових, вільно падають із виступів гір.

Незалежно від факторів лавиноутворення, лавини діляться на чотири класи:

1 клас – лавини, безпосередньо причиною виникнення яких є метеорологічні фактори;

2 клас – лавини, безпосередньо причиною виникнення яких є єдність метеорологічних факторів і процесів, що проходять усередині снігової товщі при таненні снігу;

3 клас – лавини, безпосередньо причиною виникнення яких є процеси, що проходять усередині снігової товщі;

4 клас – лавини, безпосередньо причиною виникнення яких є різні випадкові явища (землетруси, діяльність людини і т. д.).

За ступенем дії на господарську діяльність і навколишнє природне середовище лавини діляться на:

стихійні особливо небезпечні явища, коли схід лавин наносить значний ушкодження населеним пунктам, об'єктам економіки і довкіллю;

небезпечні явища, коли схід лавин стає на перешкоді в господарській діяльності окремих об'єктів економіки, рекреаційних і спортивних комплексів, а також загрожує населенню і туристичним групам.

За ступенем повтору лавини поділяються на два класи – систематичні і спорадичні. Систематичні лавини сходять кожний рік або один раз у 2 - 3 роки. Спорадичні лавини сходять один два рази на 100 років, інколи навіть рідше.

### 11.3 Інженерні протилавинні заходи

Метою протилавинного захисту є розробка і здійснення заходів щодо запобігання і зменшення наслідків сходу снігових лавин.

Протилавинний захист буває пасивний та активний.

Пасивний захист полягає у своєчасному виявленні лавинонебезпечних районів, організації системи спостережень за лавинним станом і служби попередження лавинної небезпеки; проведенні евакуації населення і забезпечення зберігання матеріальних цінностей; створенні гірських

рятувальних груп, розробці інструкцій і навчанні населення діям у горах з урахуванням особливостей місцевості.

Активний протилавинний захист полягає в будівництві протилавинних споруд, а також активному здійсненні впливу на сніговий покрив із метою забезпечення штучного сходу лавин.

Інженерно-технічні заходи спрямовано на:

- регулювання режиму збирання у зонах зародження лавин (щити та інші пристосування);
- утримання снігового покриву на схилах (терасування і заліснення схилів, улаштування траншей, камінних стінок, паль, установка щитів, решіток, сіток тощо);
- зменшення швидкості руху лавин (улаштування сітки із тросів, лавино-уповільнюючих пірамід, надобків, горбів, клинків та інших лавиногасителів.); зміну напрямку руху лавини (лавинорізи, відбійні греблі, направляючі стінки); пропускання лавин над та під захисними спорудами (галереї, навіси).

Дійовими заходами щодо активної боротьби з лавинною небезпекою є організація штучного сходу снігового покриву з метою профілактичного розвантаження від нього гірських схилів. Цей захід проводиться в місцях, де економічно недоцільно будувати протилавинні споруди, він може здійснюватися кількома способами, найефективнішими з яких є гарматний обстріл та вибухові роботи тощо. Для цієї мети використовуються в Хибінах 160-мм міномети, на Північному Кавказі 100-мм зенітні гармати, в США і багатьох інших країнах застосовуються пневматичні гармати - «аваланчери», у Франції розроблена система Gazex, що подає в лавиносбір газову суміш, котра вибухає при запалюванні. Щорічно тільки в Альпах здійснюється до ста тисяч і більш активних дій на лавинонебезпечні схили.

В Альпійських країнах для захисту населених пунктів і лінійних об'єктів віддається перевага будівництву інженерних споруд.

В Австрії, де безпосередньо населеним пунктам постійно загрожують 1023 лавинні вогнища, значна їх частина повністю забудована протилавинними інженерними захисними спорудами. Ці споруди забезпечують високу надійність і у той-самий час вимагають значних матеріальних витрат. Наприклад, в Швейцарії з 1952 р. по 1998 р. в будівництво протилавинних споруд було інвестовано близько 1.2 млрд. швейцарських франків. Витрати на дослідницькі роботи і прогноз часу сходу значно нижчі.

До особливостей лавинних завалів на транспортних магістралях у лавинонебезпечних районах відносять:

- їх відносну невелику протяжність уздовж доріг (довжина лоткових лавин може досягати 200 метрів, снігові зсуви перекривають дорогу на ділянці до 400 метрів);
- значну висоту (завал, який виник унаслідок одноразового сходу лавини, зрідка має висоту меншу 2 м, а після багаторазового – 10-15 м і більше);

– велику початкову щільність снігу в завалах (300-500 кг/м<sup>3</sup>) і наявність твердих домішок у вигляді каміння, дерев та кущів; випуклі профілі поверхні завалу зі схилами (200-400.).

Вибирати протилавинні комплекси споруд і заходи слід з урахуванням стану снігу в зоні зародження лавин (який випав недавно, сухий, мокрий), морфології лавинозбору, класу наслідків (відповідальності) споруд, що захищаються, їх конструктивних і експлуатаційних особливостей на основі техніко-економічного порівняння варіантів і максимального використання місцевих будівельних матеріалів.

До основних засобів утримання снігу на схилах відноситься ліс. Він займає одне з головних місць у програмах захисних протилавинних заходів. Посадку захисних лісів виконують одночасно із забудовою схилів у зоні зародження лавин снігоутримувальними спорудами. До таких споруд на схилах відносяться підпірні масивні стіни заввишки до 9 - 10 м, а також канами на схилах, що розміщені за горизонталями, тераси з підпірними стінами, які використовуються для схилів із крутизною не більше 30°.

Пальові споруди з рядів дерев'яних, металевих або залізобетонних паль можуть утримувати ущільнений сніг навіть на схилах до 30°, але погано утримують сухий пухкий, а також мокрий сніг.

Основні розрахункові положення

Протилавинні споруди слід розраховувати з урахуванням наступних основних характеристик: висоти снігового покриву з імовірністю перевищення від 15 % до 55 % (залежно від рівня відповідальності об'єкта, що захищається), статичного і динамічного тисків сповзаючого снігу, швидкості руху лавин у місці встановлення споруд, тиску лавин на споруди, висоти фронту лавин.

Статичний і динамічний тиски сповзаючого снігу на снігоутримувальні споруди визначаються експериментально або розраховуються з урахуванням висоти снігового покриву, фізико-механічних властивостей снігу, його сповзання, характеру поверхні, крутизни схилу.

Тиск лавин на лавинозахисні споруди визначається з безпосередніх спостережень або розрахунковим методом з урахуванням швидкості лавини в місці розташування споруди, щільності лавинного снігу, кута зустрічі лавини із спорудою, форми і розмірів споруди. На крайових ділянках окремих споруд секційного типу на довжині 1/3 висоти відсіку тиск снігу приймається збільшеним втричі. Зміну швидкості лавинного потоку на ділянці між рядами лавиногальмуючих споруд допускається враховувати за розрахунком.

Лавинозапобіжні споруди і заходи.

Снігоутримувальні споруди слід розміщувати в зоні зародження лавин безперервними або секційними рядами до бічних меж лавинозбору. Верхній ряд споруд слід встановлювати на відстані не більше 15 м вниз по схилу від найвищого положення лінії відриву лавин (або від лінії сніговидувальних загорож або кольктафелів). Ряди снігоутримувальних споруд слід розташовувати перпендикулярно до напрямку сповзання снігового покриву.

При переривчастій (секційній) забудові схилу під кожним розривом між секціями верх нього ряду слід розташовувати секцію нижнього ряду.

Висоту снігоутримувальної загорожі, стінки тощо і відстань між їх рядами визначають залежно від розрахункової висоти снігового покриву, додаткової висоти снігового покриву від снігового перенесення, сповзання снігового покриву і натікання його на загорожу, а також з урахуванням зісковзування пласта снігу між рядами снігоутримувальних споруд, крутизни схилу і характеру його поверхні.

Опорну поверхню снігоутримувальної споруди слід розташовувати перпендикулярно до поверхні схилу або відхиляти вниз за схилом до  $15^\circ$  від перпендикуляра до схилу. Опорну поверхню з сіток допускається відхиляти до  $30^\circ$ .

Споруди слід проектувати з урахуванням ваги снігової призми між її поверхнею і поверхнею, перпендикулярною до горизонту (в окремих випадках – до схилу).

Терасування схилів застосовують як самостійний засіб для запобігання лавин, як правило, на менш крутих ділянках зон зародження з кутом нахилу схилу  $30^\circ$ . На більш крутих схилах тераси застосовують як допоміжний засіб посадки дерев між рядами снігоутримувальних терас. Ширину полиць терас призначають у межах від 1,5 до 1,8 розрахункової висоти снігового покриву (більше значення для сипкого снігу). Відстань щодо горизонталі між терасами (від верхньої брівки нижньої тераси до нижньої брівки верхньої) призначають не більше ширини тераси.

Забудову схилу лавино-попереджувальними спорудами слід супроводжувати заходами агролісомеліорації з посадкою швидкорослих дерев в зонах зародження лавин в межах природного розповсюдження лісової рослинності в даній місцевості.

На схилах з нестійкими ґрунтами слід застосовувати підвісні снігоутримувальні споруди, розташовуючи кріплення анкерів в міцних корінних породах вище за лінію відриву лавин.

На ділянках, де значна кількість снігу приноситься в зону виникнення лавин із зворотного навітряного схилу або плато, до системи лавинозатримувальних споруд добудовуються снігозатримувальні і снігорегулювальні споруди – сніговидувальні загорожі та кольктафелі.

Снігозатримувальні загорожі слід встановлювати на навітряному схилі або плато безперервними рядами перпендикулярно до основного напрямку снігового перенесення. Просвітність щитів загорож повинна складати від 0,4 до 0,45, а відстань від нижнього краю загорожі до поверхні схилу – не більше 0,2 висоти. Висоту загорожі і число рядів визначають залежно від розрахункового об'єму снігоперенесення.

Відстань між рядами снігозатримувальних загорож визначають залежно від висоти загорожі і крутизни навітряного схилу. При крутизні навітряного схилу більше  $20^\circ$  застосування снігозатримувальних загорож недоцільне.

Сніговидувальні панелі (дюзи) слід встановлювати під кутом від  $60^\circ$  до  $90^\circ$  до горизонту безперервними рядами або з розривами на верхній брівці зони зародження лавини. Розриви в ряду можуть бути пов'язані з особливостями морфології брівки. Просвітність панелей може досягати від 0,2 до 0,3 висоти

навітряного краю, висота панелі – від 3 м до 4 м, відстань між нижнім краєм панелі і поверхнею брівки повинна бути не більше від 0,25 до 0,3 висот панелі.

Відстань між останнім рядом снігозатримувальних загорож на навітряному схилі або плато і сніговидувальними панелями на брівці зони зародження лавин повинна бути не менше ніж від 12 до 13 висот снігозатримувальної загорожі.

Всі типи сніговидувальних споруд слід застосовувати при напрямі пануючого вітру відносно фронту споруди в межах від  $50^\circ$  до  $90^\circ$ . При куті напрямку вітру  $30^\circ$ – $50^\circ$  або за відсутності пануючого напрямку рекомендується використовувати пірамідальні і хрестоподібні кольктафелі (протилавинні споруда снегорегулюющої дії, що представляє собою окремо стоять пристрої, що мають в перетині форму трапеції).

Кольктафелі слід розміщувати в зоні зародження лавин нижче за лінію сніговидувальних загорож на відстані  $2h$ , де  $h$  – висота кольктафеля, що приймається від 4 м до 4,5 м. Просвіт між панелями кольктафеля і поверхнею схилу повинен складати від 1 м до 1,5 м.



## ЛЕКЦІЯ 12 ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ ВІД ПОВЕНІ

### 12.1 Гідрологічні НС поверхневих вод

### 12.2 Основні заходи і види спеціальних захисних протиповіневих споруд

#### 12.1 Гідрологічні НС поверхневих вод

Повені мають місце майже на всіх річках України, а в Карпатах і Криму мають виражений паводковий режим стоку. Повені на гірських річках (Дністер, Тиса, Прут та інші) формуються дуже швидко, від кількох годин до 2-3 діб. Високі повені властиві і річкам Дніпро, Дністер, Дунай і Сіверський Донець, які створюють небезпеку виникнення катастрофічного затоплення при прориві дамб і гребель водосховищ. Виникнення катастрофічних затоплень на території України можливо в результаті руйнування гребель, дамб, водоперепускних споруджень на 12 гідровузлах і 16 водоймищах рік Дніпро, Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець. Їхня загальна площа може досягти 8294 км<sup>2</sup>, у які потрапляють 536 населених пунктів і 470 промислових об'єктів різного призначення. Найбільш небезпечними по своїх наслідках це зони можливого катастрофічного затоплення при руйнуванні споруджень Дніпровського каскаду ГЕС, під який потрапляє частина території 8 областей, загальною площею більш 8 тис. км<sup>2</sup> (463 населених пункти і більш 200 промислових підприємств). Може бути зруйновано більш 200 км ЛЕП, вийти із ладу системи і спорудження газового господарства, системи водопостачання, виникнути руйнування транспортних комунікацій. Характерним для катастрофічного затоплення при руйнуванні гідроспоруд є велика швидкість поширення (3 – 25 км/год), висота (10 – 20 м) і ударної сили (5-10 гс/м<sup>2</sup>) хвилі прориву, а також швидкість затоплення всієї території. Гідрологічно небезпечні процеси і явища зв'язані з рухом води в гірських породах, річках, морях, озерах і спорудженнях (земляних, кам'яних греблях, дамбах, каналах і т.ін.).

За своїм характером ці процеси діляться на фільтраційні, суфозійні, ерозійні, абразивні, селеві, паводкові. Вони викликають цілий ряд явищ, з якими доводиться мати справу фахівцю цивільного захисту.

ДБН В.1.1-25:2009 «Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення».

Під повинню розуміють затоплення суші водою в результаті розливу рік, озер або водоймищ вище звичайного обрію, що заподіює матеріальний збиток, наносить втрати здоров'ю населення або приводить до загибелі людей.

Затоплення ж водою місцевості, що не супроводжується великим збитком, є розлив ріки, озера або водоймища.

Затоплення території – утворення вільної поверхні води на ділянці території в період паводку, будівництва водопідпірних споруд або їх аварій у результаті підняття рівня водотоку, водоймища або підземних вод.

Підтоплення території – комплексний процес, коли порушується водний режим і баланс території і підвищується рівень підземних вод, що порушує прийнятні умови будівництва та експлуатації об'єктів та вимагає інженерного

захисту територій, будівель і споруд. Підтоплення поділяють на природне та техногенне (внаслідок будівництва або виробничої діяльності).

Паводок – фаза водного режиму ріки, яка може багатократно повторюватися в різні сезони року, що характеризується інтенсивним, короткочасним збільшенням витрат і рівнів води, які викликаються дощем або інтенсивним таненням снігу під час відлиги.

Затор – скупчення льоду в руслі, що стискує живий плин ріки і викликає підйом рівня води в місці скупчення льоду і на деякій ділянці вище нього. Затор льоду за звичай утворюється наприкінці зим і у весняний період при розкритті рік під час руйнування крижаного покриву. Затор складається з крупно і мілко битих крижин.

Зажор льоду – явище, подібне із затором льоду. Воно також являє собою скупчення льодового матеріалу в руслі ріки, що викликає підняття рівня води в місці звуження і на деякій ділянці вище нього. Однак між затором і зазором є різниці. По-перше, зазор складається зі скупчення пухкого льодового матеріалу (грудок шуги, часток внутрішнього льоду, уламків заберегів, невеликих крижин), тоді як затор є скупчення крупно - і мілко битих крижин. По-друге, зазор льоду спостерігається на початку зими, у той час як затор - наприкінці зими і навесні.

В залежності від причин виникнення повені, паводки і катастрофічні затоплення класифікуються по групам. В межах нашої держави переважають три перші групи (70-80%).

Перша група - надзвичайні ситуації, які зв'язані в основному з максимальним стоком від весняного танення снігу.

Друга група - надзвичайні ситуації, які зв'язані з повенями, що утворюються внаслідок інтенсивних дощів, іноді при таненні снігу при зимних відлигах.

Третя група - надзвичайні ситуації, які зв'язані в основному з великим опором, який водяний потік зустрічає в ріках (звичайно це відбувається на початку і в кінці зими при заторах льоду).

Четверта група - надзвичайні ситуації, які створюються вітровими нагонами води на водоймищах.

П'ята група - надзвичайні ситуації, які зв'язані з проривом гребель водосховищ.

За розмірами, масштабами і сумарними збитками повені, паводки і катастрофічні затоплення діляться на чотири групи.

Перша група – низькі (малі) повені, спостерігаються в основному на рівнинних ріках і мають повторюваність 1 раз на 5-10 років. Затоплюється до 10% сільськогосподарських угідь, матеріальні збитки незначні, ритм життя населення не порушується.

Друга група – високі повені з значним затопленням територій, іноді істотно порушують господарський і побутовий уклад населення. В густо населених районах іноді приводять до часткової евакуації населення, наносять значний матеріальний і моральний ущерб. Мають повторюваність 1 раз на 20-25 років, затоплюється до 15% сільськогосподарських угідь.

Третя група – видатні повені з затопленням цілих басейнів. Вони паралізують господарську діяльність і різко порушують побутовий уклад населення, приводять до масової евакуації населення, наносять великий матеріальний і моральний ущерб. Повторюються один раз на 50-100 років, затоплюється до 50-70% сільськогосподарських угідь.

Четверта група – катастрофічні затоплення, що приводять до затоплення значних територій в межах одної або декілька річних систем. При цьому повністю паралізована господарська і виробнича діяльність, тимчасово змінюється життєвий уклад населення. Вони приводять до великих матеріальних збитків і загибелі людей. Виникають катастрофічні затоплення не частіше одного разу на 100-200 років. Затоплюється більше 70 % сільськогосподарських угідь, населені пункти, об'єкти економіки і транспорту.

У межах України переважають повені перших двох груп (біля 70-80% усіх випадків). Вони зустрічаються на рівнинних і гірських ріках, у північних і південних районах і т.д. Інші 2 типи повеней мають локальне поширення. Розрізняють затоплення: глибоководне (глибина покриття поверхні суші водою понад 5 м), середнє (глибина від 2 м до 5 м), мілководне (глибина до 2 м).

## **12.2 Основні заходи і види спеціальних захисних протиповіневих споруд**

При інженерному захисті територій, будинків і споруд від затоплення слід передбачати наступні основні заходи:

- обвалування водних об'єктів;
- штучне підвищення поверхні території до незатоплюваних планових відміток;
- акумуляцію стоку водосховищами в верхів'ях річок;
- руслорегулюючі споруди і споруди, що регулюють та відводять поверхневий стік;
- дренажні системи;
- інші споруди інженерного захисту.

Захисні й огорожувальні дамби, греблі і хвилеломи зводяться, як правило, завчасно шляхом наміву за допомогою земснарядів, укладання з пошаровим ущільненням ґрунту, розроблювального на місці. Висота дамб визначається розрахунком, у залежності від рівня води на місцевості, а ширина гребеня дамб змінюється від 3 до 12 м.

Укоси насипів дамб (земляних гребель), з відношенням закладення до висоти, приймаються в межах 1:1 - 2:1, мають захисне покриття з боку водяного потоку водоймища з кам'яної чи гравійної обсіпки, залізобетонних плит, шарів асфальту. З низової сторони укоси зміцнюються укладанням дернового покриття чи засипанням каменю, щебеню.

По гребню дамб і гребель звичайно влаштовуються автомобільні дороги чи полотна залізниць.

Довжина дамб для захисту від затоплень великих міст, об'єктів промисловості і сільськогосподарських угідь досягає сотень і тисяч кілометрів.

При будівництві каскадів гребель ГЕС у басейнах рік Волги, Обі, Іртиша й інших зведено близько 200 великих систем обвалування, довжиною понад 12 тис. км. По берегах ріки Янцзи в Китаї побудовано 2,7 тис. км дамб, що досягають висоти 15 - 20 м від рівня берега.

Заходи щодо перерозподілу чи регулювання стоку води в невеликі ріки можуть включати посадку лісів і чагарників у басейнах рік, оранку лугів і полів поперек схилів, розчищення смуг сніжного покриву до ґрунту й інші способи, що дозволяють розтягти терміни танення снігу і підвищити обсяг поглинання води ґрунтом при випаданні дощових опадів і танення снігу.

Ефективними способами регулювання і зменшення стоку води в невеликі ріки є створення тимчасових водойм у виді ставків, копанків, загат у ярах, ущелинах, балках, а для великих рік - створення водоймищ, різних гідротехнічних споруд.

Досвід підготовки і проведення заходів щодо спрацьовування водоймищ показує, що при завчасному спрацьовуванні водоймищ і скиданні води через напірний гідровузол, площа зони катастрофічного затоплення може бути знижена в 2 - 3 і більш рази. Крім того, що звільнилася ємність водоймища, скидання води дозволить знизити обсяг паводкового стоку, що попадає в русло ріки нижче греблі.

Ефективність використання тимчасових водойм і водоймищ для зниження обсягів руйнувань і втрат при паводкових повенях багато в чому залежить від вірогідності прогнозу припливу води при таненні снігу і від зливових дощів.

При інженерному захисті територій та споруд від підтоплення використовуються запобіжні заходи та захисні споруди.

Запобіжні заходи спрямовані на усунення причин підтоплення:

- штучне підвищення планувальних відміток території;
- ущільнення ґрунту до нормативної щільності при засипанні котлованів та траншей;
- регулювання поверхового стоку;
- регулювання підземного стоку (дренажі, протифільтраційні завіси та екрани);
- гідроізоляція підземних частин споруд, комунікацій.

До основних захисних споруд інженерного захисту територій, будинків та споруд від підтоплення відносяться дренажі різних типів.

У територіальній системі інженерного захисту від підтоплення залежно від природних, гідрогеологічних і техногенних (забудови) умов слід застосовувати дренажі наступних типів:

- головні – для перехоплення підземних вод, які фільтрують з боку вододілу; їх розташовують, як правило, нормально до напрямку руху потоку підземних вод біля верхової межі території, що захищається;
- берегові – для перехоплення підземних вод, які фільтрують з боку водного об'єкта і формують підпір; їх розташовують вздовж берега або низової межі території або об'єкта, що захищається від підтоплення;

- відсічні – для перехоплення підземних вод, які фільтрують з боку підтоплених ділянок території;

- систематичні – для дренування територій у випадках живлення підземних вод за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і вод поверхневого стоку, втрат із водонесучих комунікацій або перетоку напірних вод з нижче розташованого горизонту;

- змішані – для захисту від підтоплення територій при складних умовах живлення підземних вод.

У локальній системі інженерного захисту від підтоплення залежно від гідрогеологічних, інженерно-геологічних умов і типу забудови слід застосовувати дренажі:

- кільцеві (контурні) – для перехоплення підземних вод при змішаному їх живленні, а також для захисту окремих об'єктів або ділянок території; їх розташовують за зовнішнім контуром площадок, будівель і споруд;

- пристінні – при влаштуванні безпосередньо із зовнішнього боку об'єкта, що захищається; вони можуть розглядатися як елемент огорожувальних конструкцій;

- пластові (фільтруючі) – для захисту заглиблених конструкцій і приміщень за наявності в їх основі достатнього за потужністю пласта маловодо-проникних ґрунтів, а також для перехоплення і відведення витоків вод із споруд з "мокрим" технологічним процесом; їх розташовують безпосередньо під будинками і спорудами (цей дренаж слід обов'язково застосовувати незалежно від глибини його закладання; він повинен поєднуватися із пристінним дренажем);

- супутні – для попередження обводнення ґрунтів від витоків із водонесучих комунікацій; їх розташовують, як правило, в одній траншеї з комунікаціями;

- суміщені з водостоком – для дренування верховодки; їх розташовують на трасі водостоку.

При захисті території від затоплення підсипанням позначку бровки берегового укосу території слід приймати не менше ніж на 0,5 м вище за розрахунковий рівень води у водному об'єкті з урахуванням розрахункової висоти хвилі і її накату.

## **12.1 Берегозахисні споруди і заходи, вимоги до них**

Традиційні технології зміцнення берегів дають можливість запобігти процесу ослаблення ґрунту, викликаному дією водних потоків, за допомогою спеціальних об'ємних сітчастих конструкцій – габіонів. Практика зміцнення берега габіонами ефективно використовується як основний метод вже більше 100 років. Габійонні конструкції є природними будівельними блоками, виконаними з оцинкованої сітки заповнені природним каменем або галькою. Їх застосування різко зменшує рівень гідростатичного впливу на ґрунт,

забезпечуючи надійний захист берегів. Що містяться в подібних конструкціях частинки ґрунту сприяють зростанню рослинності, що не тільки додає даним спорудам з часом ще більшу міцність, але і сприяє тому, що вони стають частиною навколишнього ландшафту і навіть його прикрасою. По своїй формі об'ємні конструкції можна розділити на типи – коробчаті габіони и матраци (матрац Рено).

Коробчаті габіони – це об'ємні конструкції, зроблені з металевої сітки подвійного кручення з шестикутними комірками, розділені на секції за допомогою діафрагм, що встановлюються всередині габіонів через кожен метр по довжині, які згодом заповнюються каменем на будівельному майданчику. Подвійне кручення металевої сітки визначає цілісність, міцність і рівномірність розподілу навантажень, запобігаючи розкручуванню у разі розриву сітки, що забезпечує безпеку підпірної стінки.

Властивості габіонів забезпечують їх конструктивну цілісність протягом тривалого терміну експлуатації. Найбільш важливими з них є міцність, гнучкість, проникність, універсальність застосування і екологічність. Підпірні стінки з габіонних споруд з часом зливаються з навколишнім середовищем і стають частиною природного ландшафту. Максимальну міцність і стійкість вони набувають за рахунок природних процесів, оскільки з часом відбувається накопичення частинок ґрунту між каменями. Це сприяє утворенню рослинності на поверхні габіонів. За довгі роки експлуатації габіони зарекомендували себе як одні з найбільш економічних методів створення гравітаційних підпірних стін. Поверхня такої стінки збирає і утримує природну вологу, що дозволяє рослинності краще зберігатися, ніж у випадку застосування інших ґрунтових підпірних систем.

Габіони найчастіше застосовуються для зведення підпірних стінок, зміцнення насипів автомобільних і залізниць, берегоукріплення річкового і морського.

Не менш ефективним є зміцнення берегів об'ємною георешіткою – стільниковою конструкцією з полімерних стрічок, що скріплюють міцними зварними швами в шаховому порядку. Освічений каркас заповнюється щебенем, піском або рослинним ґрунтом. Подібна конструкція запобігає опусканню ґрунту, розповзанню схилів і дозволяє розв'язати проблему підмивання берегів.

Матраци Рено – плоскісні габіонні конструкції, які виготовляються з металевої сітки подвійного кручення із цинковим або полімерним покриттям. Для забезпечення жорсткості конструкція розділяється на секції за допомогою внутрішніх діафрагм. На будівельному майданчику секції заповнюються природним камінням, створюючи монолітну конструкцію. Основні характеристики матраців Рено - міцність, проникність, універсальність в застосуванні, екологічність. Треба сказати, що висока міцність і стійкість подібної конструкції з роками тільки зростають – завдяки проростанню в ній рослинності. Рослини роблять конструкцію з часом менш помітною, дозволяючи їй виглядати максимально природно. Гратчаста структура матраців Рено робить їх проникними для води і для повітря. Завдяки своєму покриттю

конструкція не боїться дію агресивних середовищ, не схильна тому, що гниє. Її цілісність зберігається протягом більше 25 років експлуатації.

Матраци Рено використовуються як площадкові покриття для захисту від процесів ерозії берегових схилів і откосів, а також в якості основ для підпірних стінок, котрі виготовлені із коробчатих габіонів. Матраци Рено ефективні для берего укріпленні водоймища, захисти дна від розмиву, в конструкціях водоскидів, для облицьовування водозливних дамб і гребель. Гнучка конструкція матраців дозволяє надавати їм необхідну форму. Важливі властивості матраців Рено – сполучуваність їх з іншими матеріалами, простота монтажу і економічність. Берегоукріплення річки, каналу чи будь-якого іншого водоймища, фіксацію високих схилів можна здійснити за допомогою установки георешітки. Дана сітчаста конструкція з твердого пластика володіє достатньою еластичністю і пружністю, щоб компенсувати осідання слабого ґрунту по берегах річок. Гнучкість, пластичність конструкції дозволяє здійснювати зміцнення берегової лінії, що має складні вигини. Інші достоїнства георешітки: стійкість до зовнішніх дій (волога, ультрафіолету і агресивних середовищ), довговічність, екологічність, простота транспортування і монтажу. Можливість комбінування георешітки з багатьма облицювальними матеріалами дозволяє не тільки провести зміцнення берегів ставка, річки, але і добитися високих естетичних характеристик подібного проекту.

## ЛЕКЦІЯ 13 ПРОТИКАРСТОВІ ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ

### 13.1 Основні види карстових явищ та причини їх виникнення

### 13.2 Протикарстові і протисуфозійні заходи

#### 13.1 Основні види карстових явищ та причини їх виникнення

Термін «карст» походить від назви плато Карст в Словенії, де подібні явища типові і давно вивчаються європейськими дослідниками. Існує декілька визначень карсту. Найповнішим і зрозумілим формулюванням є визначення А.Ф. Якушової: «процес розчинення або вилуговування і частково розмиву тріщин у вапняних розчинних гірських порід водами, що рухаються, і пов'язане з ним утворення специфічних форм рельєфу на поверхні землі і різних порожнин, каналів і печер в глибині».

Зі всього спектру екзогенних геологічних процесів, пов'язаних з деформацією верхніх частин земної кори і приповерхневих ґрунтів (процеси, – осідання, обвали, карстово-деформаційні процеси) виділяються карстово-деформаційні.

Найбільш характерні карстові провали в районах видобутку корисних копалин, де виникають мульди осідань, має місце розрихлення ґрунтів, котре сприяє розчиненню солей і протіканню суффізійних процесів. Наприклад, з 12 провалів, що утворилися за останні 40 років в районі Мансфельдерської мульди, 11 були розташовані в зоні видобутку вугілля, де виникла мульда осідання поверхні землі .

В 1962 р. в ПАР в районі експлуатації шахт відбувся крупний карстовий провал діаметром 61 м і глибиною близько 43 м, який привів до руйнування споруд і численних жертв. Вченими ПАР встановлено, що причиною провалу послужили багаторічні відкачування підземних вод з кар'єру доломіту. Наведені приклади - лише мала частина випадків нанесення матеріального збитку при розвитку карсту на територіях різних держав, де існує небезпека дії карсту, а можливий разовий економічний збиток оцінюється в мільйони доларів. Карстові явища поширені надзвичайно широко. Приблизно третина площі суші земної кулі має нагоду для розвитку карсту. Карст зустрічається на всіх континентах, виключаючи Антарктиду. На різних материках карст займає площу від 30 (Європа) до 10 719 (Азія) тис. км<sup>2</sup>. В північній півкулі розташовуються 88% закарстованих територій миру, в південній - 12%.

Наймасштабнішим провалом ґрунту в історії України став випадок у Дніпропетровську в 1997 році, коли під землю пішов дев'ятиповерховий будинок! Воронка поглинула також дитячий садок і школу, що розташовувалися поруч, і три п'ятиповерхових будинків. У 2010 році цілий міський ринок провалився в іншому українському місті – Кривому Розі. Глибина воронки склала близько 20 метрів. Як розповідали очевидці, провал утворився в місці зберігання контейнерів з товаром. 13 червня 2010 на шахті в Кривому Розі стався найпотужніший провал ґрунту на площі 16 гектарів – на глибину до 100 метрів.



Карстові процеси розвиваються майже на 60% території України, втому числі найбільш небезпечні процеси відкритого карсту. У деяких областях України ступінь ураженості карстовими процесами сягає 60-100% території, при цьому характерними є явища карбонатного, сульфатного та соляного карсту. Карстові різновікові породи (від силуру до неогену включно) розвинуті на 60% території України. А відкритий карст виявляється на 27% всієї площі. Карстові провали в Україні ні утворюються вздовж рік Південний Буг, Дісна и Дніпро.

Норми ДБН В.1.1-24:2009 «Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування» поширюються на проектування споруд і заходів з інженерного захисту територій, будівель і споруд від шкідливої (руйнівної) дії небезпечних геологічних процесів (затоплення, підтоплення, ерозії та розмиву берегів водотоків та водойм, абразійних руйнувань морських берегів, переформування берегів водосховищ, карсту, суфозії, селевих потоків, снігових лавин, схилових гравітаційних процесів – зсувів, обвалів і їх поєднання, далі – інженерний захист).

Норми ДБН В.1.1-5-2000 «Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах» поширюються на проектування будинків і споруд, що зводяться на підроблюваних територіях.

Карст – 1) комплексний геологічний процес, пов'язаний із розчиненням поверхневими і (або) підземними водами гірських порід, з їх ослабленням, руйнуванням, утворенням порожнин, зміною напруженого стану порід, хімічного складу і режиму підземних вод, суфозією (механічною і хімічною), ерозією, осіданням, обваленням, провалами ґрунтів і земної поверхні; 2) комплекс форм рельєфу в легкорозчинних породах (гіпси, вапняки, доломіти і кам'яна сіль).

Під карстом розуміють сукупність геологічних явищ в земній корі і на її поверхні, які викликані хімічним розчиненням гірських порід і виражаються у вигляді пусток в земній корі, в руйнуванні і зміні структури і стану порід, в створенні особливого характеру циркуляції і режиму підземних вод і характерного рельєфу місцевості та режиму гідрографічної мережі.

Карстові процеси – це процеси вилуговування водорозчинних гірських порід підземними і атмосферними водами і утворення в них різних пусток.

Підробка будинків, споруд і трубопроводів – виймання корисної копалини, яка впливає на об'єкт.

Підроблювана територія – територія, яка знаходиться під впливом підземних гірничих виробок.

Провал – ділянка земної поверхні, яка зазнала обвалення під впливом підземних гірничих виробок.

Виникнення і розвиток карсту обумовлено здібністю порід до повного розчинення, наявністю проточної води і ступенем її мінералізації, геологічною будовою ділянки, рельєфом місцевості, тріщиноватістю порід, характером рослинності, кліматом. Зі всіх порід самими розчинними водою є солі, гіпси з ангідридами і вапняки. Для розчинення однієї частини кам'яної солі (галіту) достатньо трьох частин води, а для гіпсу потрібно вже 480 частин води. Важче

за все розчиняються вапняки. Залежно від вмісту у воді і від температури для розчинення однієї частини мінералу кальциту, з якого звичайно складаються вапняки, потрібно від 1000 до 30000 частин води. Аналогічним чином розчиняються доломіт і магнезит. Причини різної розчинності мінералів залежать від енергії кристалічних ґрат. Чим більше ця енергія, тим важче розчиняється мінерал. Крім того, розчинність породи залежить від розміру утворюючих її частинок. Дрібні зерна за всіх інших рівних умов розчиняються швидше. Одним з головних чинників карстоутворення є дія води - атмосферної, річкової, підземної, якщо вона не володіє підвищеною мінералізацією. Найбільш сильно розчиняє породи слабо мінералізована вода, а також водні розчини, що містять вільну вуглекислоту. В цьому випадку розчинювальна дія води збільшується у багато разів. Розчиненню сприяють підвищена температура і рух води. Дуже важливою умовою розвитку карсту є ступінь водопроникності порід. Чим більш водопроникна порода, тим інтенсивніше розвивається процес розчинення. Якнайкращі умови в цьому відношенні створюються в тріщинуватих породах, особливо за наявності тріщин виширки не менше 1 мм, оскільки це забезпечує вільну циркуляцію води. Вода поступово розробляє тріщини в канали і печери. Цей процес, що отримав назву корозії, триває до водоупора або рівня підземних вод. У корозійного процесу, як і у ерозійного, є нижня межа розвитку, звана базисом корозії, яким частіше всього буває рівень найближчої річки, озера або моря, а також поверхня водоупорних порід. Підняття або опускання карстового масиву, унаслідок рухів земної кори, викликає зміну положення базису корозії. Карстовий процес при цьому або посилюється, або слабшає. Нижче за рівень підземних вод, якщо вони достатньо мінералізовані і потік їх рухається поволі, карстоутворення не відбувається. В цій частині масиву спостерігається цементация тріщин за рахунок випадання з водного розчину кальциту і інших речовин. У зв'язку з цим в масиві який карстується слід розрізняти зону карстоутворення і зону цементации. Інтенсивність карстоутворення визначається товщиною шару карстуючихся порід. При малій товщині виключається можливість виникнення великих пустот. До того ж малопотужні шари розчинних у воді порід часто перешаровуються з глинами, іноді навіть перекриваються глинистими відкладеннями. Глинистий матеріал перешкоджає циркуляції води, забиває тріщини порід.

Дуже великий вплив на розвиток карсту надає клімат (кількість і характер розподілу опадів по сезонах року, температурний режим верхніх шарів земної кори). Так, встановлено, що на Уралі до 50 % карбонатних солей виноситься водами у весняний період. Взимку їх винесення складає всього лише декілька відсотків від загальнорічної кількості. При рельєфі, який не забезпечує поверхневого стоку, роль атмосферних вод значно зростає. Вплив рослинності на розвиток карсту двоякий. З одного боку, лісова підстилка і гумус збагачують воду вільно і посилюють її розчинювальну діяльність, з другого боку, глинистий елювій, що формується на покритих рослинністю територіях, зменшує інфільтрацію і розмиваючу силу поверхневих вод. Знищення лісу і дернового покриву завжди сприяє розвитку поверхневих карстових форм.

До карстуючих порід відносяться:

- вапняки (порода, що цілком складається з мінералу кальциту) як правило, органогенного походження, утворюються в океанах на значних глибинах, є вапняними останками морської флори і фауни.
- мергели (вапняк з глинистою складовою більше 5%);
- крейдяні породи (різновид вапняку з останків планктонних водоростей);
- доломіти, доломітизовані вапняки (вапняк з домішкою мінералу доломіту  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]$ ); гіпси (порода, що цілком складається з мінералу тієї ж назви – гіпс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ );
- ангідрити (як порода складаються з мінералу ангідриту (безводного гіпсу)  $\text{CaSO}_4$ ); солевмісні товщі;
- конгломерати (окатана галька будь-якого складу, зцементована вапняним цементом з домішкою піску. Розчиняється вапном, а галька виноситься механічно.);
- брекчії (відрізняється від конгломерату неокатаністю зцементованих уламків);
- пісчанники (зцементований вапняним цементом пісок різного складу); вулканічні туфи (також містять вапняну складову, яка може легко розчинятися).

В процесі вилугування в карстуючихся породах утворюються різні по своєму положенню форми і пустки, або карстові форми. По відношенню до земної поверхні розрізняють два типи карсту: відкритий і прихований. При відкритому типі карстуючі породи лежать безпосередньо на поверхні землі, а при прихованому вони перекриваються шарами нерозчинних водопроникних порід і лежать на деякій глибині.

Розвиток карсту обумовлюється багатьма природними, а на освоєних територіях – ще і техногенними діями, співвідношення яких визначає види небезпеки карсту.

До основних видів небезпек карстових явищ належать наступні:

- прориви карстових вод і забруднення підземних вод, втрати води з водосховищ;
- зміна гідрологічного режиму на закарстованих територіях;
- осідання і провали земної поверхні;
- деформації споруд.

### **13.2 Протикарстові і протисуфозійні заходи**

Як вихідні дані при проектуванні будинків і споруд на підроблюваних територіях слід приймати максимальні очікувані (за наявності календарних планів розвитку гірничих робіт) або ймовірні (за відсутності календарних планів гірничих робіт) величини зсувань і деформацій земної поверхні на ділянці будівництва у напрямку нахрест та за простиранням пластів.

При погоризонтній та панельній підготовках шахтного поля (пологе залягання) всі намічені до розробки пласти поділяють на дві групи:

- пласти, що розроблюються у перші 20 років після початку експлуатації об'єктів;
- пласти, що розроблюються після 20 років з початку експлуатації об'єктів.

В кожній групі пластів розраховують очікувані (імовірні) деформації; за вихідні дані при проектуванні приймають максимальні очікувані (імовірні) деформації земної поверхні.

У випадках, коли під ділянкою будівництва гірничі роботи плануються у терміни більші ніж через 20 років після початку експлуатації об'єктів, то за вихідні дані при проектуванні приймають імовірні деформації земної поверхні, одержані від впливу всіх намічених до розробки пластів, які зменшені на одну групу територій до середнього значення у відповідній групі.

При поверховій підготовці шахтного поля (крутому заляганні пластів) за вихідні дані для проектування приймають максимальні деформації земної поверхні, що визначаються з урахуванням гірничих робіт по горизонтах від усіх пластів, які мають вплив протягом усього терміну експлуатації будинків і споруд.

У всіх випадках при прогнозуванні деформацій поверхні необхідно враховувати заплановані особливості підготовки і розвитку гірничих робіт у світі пластів, способи керування гірничим тиском, кількість пластів, які одночасно розроблюються, та наявність ціликів у зоні великих порушень, а також біля технічних меж шахтних полів.

Карстопроявлення та суфозійні процеси, виявлені в результаті інженерних вишукувань, повинні бути оцінені з погляду прогнозу їх розвитку і небезпеки для споруд, що проектуються або експлуатуються, і необхідності проведення протикарстових та протисуфозійних заходів.

Карстопроявлення поділяються на поверхневі з порушенням суцільності ґрунту на земній поверхні і без нього, а також підземні, що не мають достатньо чітких меж і обмежені в просторі.

Суфозійні процеси виникають у природних умовах при великих швидкостях руху і гідродинамічному тиску підземних вод, а також внаслідок техногенних факторів (в умовах тривалого відкачування води з відкритих виїмок, швидких зниженнях рівнів водоймищ, при виникненні зосереджених фільтраційних потоків внаслідок будівництва й експлуатації споруд).

Протикарстові заходи слід передбачати при проектуванні будівель і споруд на територіях, в геологічній будові яких присутні розчинні гірські породи (вапняки, доломіти, крейда, уламкові ґрунти з карбонатним цементом, гіпси, ангідрити, кам'яна сіль) і є карстові прояви на поверхні (карри, понори, вирви, улоговини, карстовоерозійні яри) і (або) в глибині ґрунтового масиву (розущільнення ґрунтів, порожнини, канали, галереї, печери, вклюдзи).

Протисуфозійні заходи слід передбачати при проектуванні будівель і споруд на територіях, де можливі процеси механічного розмиву в глибині ґрунтового масиву, що має низький опір ерозійному впливу підземних вод

(дрібнозернисті піски, пилюваті лесові і глинисті порушені породи, дисперсна складова утворень із зон тектонічних розривів і накопичення у карстових порожнинах).

Протикарстові і протисуфозійні заходи повинні:

- попереджувати активізацію, а за необхідності і знижувати активність карстових і карстово-суфозійних процесів;
- виключати або зменшувати в необхідних випадках карстові і карстово-суфозійні деформації ґрунтових товщ;
- попереджувати підвищену фільтрацію і прориви води з карстових порожнин у підземні приміщення і гірські виробки;
- забезпечувати можливість нормальної експлуатації територій, будівель, споруд, підземних приміщень і гірських виробок при допущених карстових та суфозійних проявах.

Для інженерного захисту будівель і споруд від карсту і суфозії застосовують наступні протикарстові і протисуфозійні заходи або їх поєднання:

а. планувальні:

- компоновка функціональних зон, трасування магістральних вулиць і мереж при розробленні планувальної структури з максимально можливим обходом карстово- і суфозійнонебезпечних ділянок і розміщенням на них зелених насаджень;
- інженерний захист територій від техногенного впливу будівництва на розвиток карсту і суфозії.
- розташування будівель і споруд на менш небезпечних ділянках.

б. водозахисні і протифільтраційні:

- ☐ вертикальне планування земної поверхні і влаштування надійної зливової каналізації з відведенням вод за межі забудовуваних ділянок;
- ☐ недопущення скупчення поверхневих вод у котлованах і на майданчиках у період будівництва, контроль за якістю робіт із гідроізоляції, укладання водонесучих комунікацій і продуктопроводів, засипки пазух котлованів.

## ЛЕКЦІЯ 14 ГІДРОТЕХНІЧНІ СПОРУДИ. IX КЛАСИФІКАЦІЯ

### 14.1 Загальні данні про гідротехнічні споруди

#### 14.2 Конструктивні характеристики греблі

### 14.1 Загальні данні про гідротехнічні споруди

На території України зведено близько 1 000 водоймищ з обсягом більш 1 млн. м<sup>3</sup> і площею дзеркала більше 1 млн. га та 24 тис. ставків, озер, зведено близько 200 гребель. Більшість гребель земляні (з місцевих матеріалів чи намівні). Тільки за останні 30 років в Україні зведено 7 великих каналів довжиною майже 2 000 км з подачею на них більш 1000 м<sup>3</sup> води за секунду, 10 великих водоводів великого діаметра, по яких вода подається в маловодні регіони України.

Виникнення катастрофічних затоплень на території України в результаті руйнування гребель, дамб, водопропускних споруд на 12 гідровузлах і 16 водоймищах таких рік як Дніпро, Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець. Тільки на Дніпрі зведено шість ГЕС і шість самих великих водоймищ з загальною площею дзеркала 698,1 тис. га, загальним обсягом 43,8 км<sup>3</sup>. У випадку руйнування гребель на всіх гідротехнічних спорудах Дніпровського каскаду територія катастрофічного затоплення захопить 8 областей, що складе 7572 км<sup>2</sup> з населенням майже 1,7 млн. чоловік. Буде затоплено і зруйновано 463 населених пункти, 270 промислових підприємств, 14 електростанцій, 2000 км ліній електропередач, чисельні комунально-енергетичні системи міст.

Основні терміни і визначення.

Гідротехнічна споруда – народногосподарський об'єкт, що знаходиться на (чи) поблизу водної поверхні, призначений для:

- використання кінетичної енергії руху води з метою перетворення в інші види енергії.

- охолодження відпрацьованого пару ТЕС і АЕС;

- меліорації;

- захисту прибережної території від води;

- забору води для зрошення і водопостачання;

- осушення;

- рибозахисту;

- регулювання рівня води;

- забезпечення діяльності річкових і морських портів, суднобудівних і судноремонтних підприємств, судноплавства;

- підводного видобутку, збереження і транспортування (трубопроводи) корисних копалин (нафти і газу).

Гребля – водопідпірна споруда, що перегороджує річкову долину і утримує воду з однієї сторони (у верхньому б'єфі – ВБ) на більш високому рівні, чим з іншої (у нижньому б'єфі – НБ). Різниця рівнів води ВБ і НБ

називається напором «Н». Рівень ВБ при досягненні водосховища проектної оцінки наповнення називається нормальним підпірним рівнем (НПР).

Гідротехнічна споруда напірного фронту – гідротехнічна споруда, що створює напірний фронт.

Загата – гідротехнічна споруда напірного фронту, що не має стоку, чи обмежує його, що створює водосховище в самому верхньому б'єфі, призначена для використання води в народному господарстві.

Природна гребля – утворення, створене дією природних сил, що має характеристики загати, що представляє небезпеку для населених пунктів і об'єктів народного господарства, розташованих у її нижньому б'єфі.

Гідродинамічно небезпечний об'єкт (ГНО) – споруда чи природне утворення, що створює різницю рівнів води до і після нього. До ГНО відносяться гідротехнічні споруди напірного фронту і природні греблі. Відмінною рисою ГНО є утворення хвилі прориву при його руйнуванні.

Прорив ГНО – руйнування ГНО, у результаті якого води водоймища з великою швидкістю і напором спрямовуються в нижній б'єф. Катастрофічні затоплення місцевості утворюються при руйнуванні гідровузлів, коли скидається вниз по ріці величезна маса води водоймища.

Водосховище – штучно створена водойма в річковій долині при перекритті річки греблею ( маса води, поповнена у верхньому б'єфі ГНО).

Основні характеристики водоймища при нормальному підпірному рівні (НПР):

$W$  – обсяг водосховища,  $м^3$ ;

$S$  – площа дзеркала водосховища,  $м^2$ ;

$H_г$  – глибина водосховища в греблі, у  $м$ ;

$B$  – ширина водосховища біля греблі (довжина фронту гідровузла) у  $м$ .

Верхній б'єф – простір і верхній рівень води, створений ГНО.

Нижній б'єф – простір і нижній рівень води, створений ГНО.

Стік – маса води, що пропускається ГНО в його нижній б'єф в одиницю часу.

Приплив – маса води, що прибуває у верхній б'єф ГНО в одиницю часу.

Водоперетік – різниця між припливом і стоком води через ГНО.

Проран – місце ушкодження ГНО, через яке прориваються води водосховища.

Хвиля прориву – хвиля, що утворилася в нижньому б'єфі ГНО в результаті стрімкого падіння туди вод водосховища при прориві.

Зона затоплення – місце в нижньому б'єфі ГНО, що може бути затоплене в результаті прориву ГНО при максимальному розрахунковому рівні води у верхньому б'єфі.

Руйнування гребель та інших гідротехнічних споруд може відбутися, як від дії природних сил (землетрусу, лавини, урагану, обвалу, зсуву), так і від переливу води через гребінь греблі, як наслідок великих повеней (паводків), чи при втраті ними стійкості, конструктивних дефектів, порушення правил техніки безпеки при експлуатації.

Головною і безпосередньою причиною руйнування греблі являються переливи води через її гребінь при великих повенях, недостатні розміри водоперепускних споруд, а також вплив виникаючих згодом фільтраційних потоків через тіло і підшову греблі, що приводить до негативних змін їхніх фізичних властивостей.

Безпека гребель і інших гідротехнічних споруд залежить від трьох складових:

- адекватність проекту навколишньому середовищу, тобто ступінь обліку природних і антропогенних факторів, що впливають на вибір матеріалів конструкцій і технічних рішень;

- якість будівництва;

- управління і експлуатація, що передбачають проведення постійного контролю за станом і поведінням гідротехнічної споруди.

При руйнуванні чи прориві гідротехнічної споруди можливо катастрофічне затоплення місцевості, утворення зони катастрофічного затоплення (ЗКЗ). Таке затоплення може привести до загибелі людей, ушкодження і руйнування будинків і споруд.

## 14.2 Конструктивні характеристики греблі

Греблі поділяються за матеріалами, з яких зводяться: ґрунтові чи земляні, бетонні, кам'яні і т.д.

Греблі за умовами пропуску води поділяються на *глухі*, які не допускають пропуску води через них, і водоскидні. Земляні греблі влаштовуються, як правило, глухими.

Земляними називаються греблі, зведені з ґрунту. Земляні греблі є найбільш древнім і розповсюдженим типом водопідпірних споруд. Їх достоїнства:

- зводяться при будь-яких геологічних умовах місцевості;

- стійкі і довговічні;

- економічні зводяться з місцевого матеріалу – ґрунту, що не вимагає попередньої обробки і розробка якого в кар'єрах не викликає великих труднощів.

Недоліки:

- труднощі відводу води під час будівлі греблі, якщо витрати води великі, а греблю доводиться будувати кілька сезонів;

- дуже швидко руйнуються при переливі води через її гребінь;

- руйнуються при фільтрації води через греблю по її основі та уздовж водоскидних споруд, якщо не передбачати спеціальних заходів для боротьби з шкідливими наслідками фільтрації. поперечному перерізі земляні греблі мають трапецевидний профіль, при висоті греблі більш 10м укоси виконуються ламаними з обладнанням берм.

Конструктивно земляна гребля включає:

- гребінь греблі;



- верховий укіс з боку водосховища;
- низовий (чи сухий укіс);
- основа;
- тіло греблі;
- протифільтраційні і дренажні пристрої.

Тіло земляної греблі складається з водопроникного матеріалу. Тому при наявності напору, тобто різниці рівнів верхнього і нижнього б'єфів, у греблі виникає потік води, що фільтрується з верхнього б'єфа в нижній.

Зведена поверхня фільтраційного потоку, названа кривою депресії, поступово знижується в напрямку до нижнього б'єфу.

Фільтраційний потік при русі через пористий ґрунт робить на нього наступний вплив: зважування часток ґрунту водою; переміщення окремих часток ґрунту крізь пори кістяка ґрунту і винос цих часток з даного обсягу ґрунту (механічна суфозія); переміщення мас ґрунту нагору чи убік (випір ґрунту).

У земляних греблях застосовуються протифільтраційні пристрої з метою зменшення фільтрації через греблю, зниження швидкості фільтрації і зменшення імовірності суфозії і випору: екран, шнур, ядро, діафрагма, зуб, шпунт і ін'єкційна завіса. Для збору і безпечного (без виникнення випору) відводу фільтраційних вод улаштовується дренаж у виді: дренажної призми, трубчастого дренажу, укісного дренажу. Перед дренажем улаштовується зворотний фільтр, який не допускає виносу ґрунту через дренаж.

Перевищення гребеня греблі над рівнем води водоймища приймається від 1 до 3 і більш метрів.

Гребінь греблі і верховий укіс захищаються покриттям, низовий укіс зміцнюється посівом трав.

Земляні дамби по конструкції аналогічні земляним греблям.

Бетонні греблі застосовуються як самостійні споруди або в сполученні з іншими типами гребель, зокрема із земляною.

По характеру сприйняття навантаження від тиску води і передачі її на основу розрізняють греблі:

- гравітаційні, котрі мають значну власна вагу, що забезпечує виникнення по основі сил тертя, достатніх для стійкості греблі від зрушення при дії тиску води;
- аркові, криволінійні в плані, стійкість і міцність яких забезпечується роботою греблі як арки з передачею навантаження від тиску води на скельні береги;
- контрфорсні греблі, що складаються з ряду контрфорсів (ребер – стінок), що сприймають тиск води перекриттям у виді плоских плит, арок чи масивних оголовків контрфорсів.

Гравітаційні греблі споруджуються водозливними або глухими.

У поперечному перерізі глухі гравітаційні греблі мають профіль, близький до трикутного з вертикальною чи слабо нахиленою верхівковою гранню. Ширина глухої греблі по гребеню визначається з умов проїзду по

ньому, а перевищення гребеня над рівнем верхнього б'єфа виходячи з висоти можливої вітрової хвилі у водосховище.

У тілі греблі (глухій і водозливній) влаштовуються повздовжні галереї – патерни, що йдуть від одного берега до іншого і служать для огляду стану тіла греблі, розташування водовідвідних дренажних пристроїв, контрольно-вимірювальної апаратури і виконання ремонтних робіт.

## **ЛЕКЦІЯ 15 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАХИСНІ СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ**

15.1 Призначення захисних споруд цивільної оборони

15.2 Розміщення сховищ. Їх класифікація

### **15.1 Призначення захисних споруд цивільної оборони**

Забезпечення захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайної ситуації є одним з найважливіших завдань держави. З цією метою в Україні створена та функціонує система захисних споруд.

Основний нормативний документ при проектуванні захисних споруд цивільної оборони, що будуються та реконструюються є ДБН В 2.2.5-97 «Захисні споруди цивільної оборони». Чинний від 1998.01.01. (Із змінами).

Захисні споруди цивільної оборони призначаються для захисту в мирний час персоналу, який переховується від наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха, які загрожують масовому ураженню людей, а також у воєнний час – від сучасної зброї масового ураження. В мирний час захисні споруди використовуються для господарчих потреб. Сховища слід розміщувати у підвальних та цокольних поверхах будинків та споруд. Будівництво окремо розташованих занурених та розташованих над поверхнею землі (з зануренням підлоги менше ніж 1,5 м від планувальної відмітки землі) сховищ допускається, якщо немає можливості зробити вбудовані сховища, або при спорудженні об'єктів у складних гідрогеологічних умовах при відповідному обґрунтуванні. Для розміщення протирадіаційних укриттів необхідно використовувати приміщення як в існуючих, так і в будинках та спорудах промислового та цивільного призначення, які будуються, і розташовані в місцях постійного перебування людей. Сховища діляться на класи, а протирадіаційні укриття (ПРУ) на групи.

При проектуванні приміщень, пристосованих під захисні споруди, необхідно передбачати більш економічні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення. Габарити приміщень слід призначати мінімальними, які забезпечують дотримання вимог щодо ефективного використання вказаних приміщень у мирний час для потреб народного господарства. Склад приміщень захисних споруд, які розміщуються у захищеній частині будівлі або в окремо розташованій заглибленій споруді, повинен бути визначений з урахуванням експлуатації їх у мирний час, при цьому площа вказаних приміщень не повинна перевищувати площу, яка необхідна для захисних споруд.

Захисні споруди, розміщені на АЕС, підприємствах, що зв'язані з виробництвом або використанням сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), та пожежовибухонебезпечних об'єктах повинні утримуватись у постійній готовності до прийому персоналу, який буде переховуватись.

Захисні споруди, розміщені у підвальних та цокольних поверхах, а також в окремо розташованих спорудах, слід використовувати у мирний час під приміщення аварійних служб:

- виробничі приміщення, віднесені щодо вибухопожежної небезпеки до категорії Г та Д, у яких здійснюються технологічні процеси, що не супроводжуються виділенням шкідливих речовин, пари та газу, небезпечних для людей, і не потребують природного освітлення;

- допоміжні (підсобні) приміщення лікувальних закладів (за домовленістю зі штабом ЦО).

Можливість використання у мирний час захисних споруд за іншим призначенням допускається з узгодженням з місцевими органами санепіднагляду МОЗ України, МВС України, ДСНС України.

Складські приміщення, які пристосовуються під захисні споруди, повинні обладнуватися транспортними засобами для завантаження, складування та вивантаження матеріалів.

Переведення приміщень, які використовуються у мирний час, на режим захисної споруди необхідно передбачати у мінімально стислі терміни, які не перевищують встановлені терміни.

Місткість захисних споруд визначається сумою місць для сидіння (на першому ярусі) та лежання (на другому і третьому ярусах) і приймається, як правило, для сховищ не менше ніж 150 чол.

Проектування сховищ меншої місткості допускається у виключних випадках за умови відповідного обґрунтування.

Місткість протирадіаційних укриттів слід передбачати:

- 5 чол. і більше в залежності від площі приміщень укриттів, обладнаних в існуючих будинках або спорудах;

- 50 чол. та більше у будинках та спорудах з укриттями, які заново будуються.

Місткість сховищ для нетранспортабельних хворих та місткість протирадіаційних укриттів для установ охорони здоров'я визначаються згідно з додатком 2 до ДБН В 2.2.5-97 «Захисні споруди цивільної оборони».

Завдання на проектування захисних споруд є складовою частиною завдання на проектування нових і реконструкцію діючих підприємств, будинків та споруд.

Завдання на проектування, робочий проект узгоджуються з місцевими штабами цивільної оборони.

Робочі проекти (проекти, робоча документація) захисних споруд входять до складу робочих проектів (проектів, робочої документації) будинку, споруди і оформляються як самостійний розділ (частина, том, альбом). Кошторисну вартість вбудованих у будівлі і споруди захисних споруд слід визначати за окремими кошторисами.

## 15.2 Розміщення сховищ. Їх класифікація

Сховище слід розмішувати згідно з ДБН 360-92 "Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень" та ВСН 34-89 Міноборони СРСР "Планировка и застройка военных городков" у місцях найбільшого зосередження персоналу, який переховується.

Сховища класифікуються: по захисних властивостях, місткості (сумі місця для сидіння та лежання), за місцем розташування, забезпеченням фільтровентиляційним обладнанням, термінами будівництва.

Сховища по можливості слід розмішувати: вбудовані: під будинками малої поверховості з тих, що будуються на цьому майданчику, окремо розташовані: на відстані від будинків і споруд, яка дорівнює їх висоті.

У маловологих (з природною вологістю) ґрунтах низ покриття слід розташовувати не вище рівня планувальної відмітки Землі. При наявності ґрунтових вод допускається розмішувати низ покриття вище планувальної відмітки землі з обвалуванням виступаючих стін та покриття землею. При цьому заглиблення сховищ (рівень підлоги) слід передбачати не менше ніж 1,5 м від планувальної відмітки землі.

Прокладання транзитних ліній водопроводу, каналізації, опалення, електропостачання, а також трубопроводів стиснутого повітря, газопроводів та трубопроводів з гарячою водою крізь приміщення сховищ не допускається.

У вбудованих сховищах прокладання вказаних мереж інженерних комунікацій, що пов'язані з системами будинків (споруд), в яких вбудовані сховища, допускається за умови встановлення вимикаючих та інших пристроїв, які виключають можливість порушення захисних властивостей сховищ. Каналізаційні стояки повинні бути вміщені у сталеві труби або залізобетонні короби, надійно замуrowані у перекриття і підлогу сховища.

При проектуванні вбудованих сховищ слід передбачати підсіпку землі по покриттю шаром до 1 м. Мережі водопостачання, опалення і каналізації будинку, які проходять над покриттям вбудованого сховища, повинні прокладатися у спеціальних колекторах (бетонних або залізобетонних каналах), доступних для огляду та виконання ремонтних робіт при експлуатації цих мереж у мирний час. Колектори повинні мати уклон 2-3% в бік стоку. Підсіпку землі по покриттю допускається не робити, якщо воно забезпечує потрібний захист від проникаючої радіації та від високих температур при пожежах.

Для окремо розташованих сховищ слід передбачати зверху покриття підсіпку землі шаром не менше 1,5 м і не більше 1 м із відношенням висоти укосу до його закладення не більше 1:2 та виносу бровки укосу не менше ніж на 1 м, а для підвищених сховищ на 3 м.

Сховища повинні бути захищені від можливого затоплення дощовими водами, а також іншими рідинами при руйнуванні ємкостей, розташованих на поверхні землі або на вищих поверхах будинків та споруд.

Сховища допускається розташовувати на відстані не менше ніж 5 м (у світлі) від мереж водопостачання, теплопостачання та напірної каналізації діаметром до 200 мм. При діаметрі більше 200 мм відстань від сховища до

мереж водопостачання, тепlopостачання та напірних каналізаційних магістралей повинна бути не менше 15 м.

На підприємствах, зв'язаних з виробництвом або вживанням СДОР, сховища повинні розташовуватися не на підвищених територіях.

Забороняється розташовувати укриття:

- під виробничими та складськими приміщеннями, в яких розташовані резервуари з хімічно шкідливими рідинами, печі з розтопленими металами або інші речовини, небезпечні для персоналу, який переховується;

- у приміщеннях, в яких є магістральні транзитні газо-, тепло- та водопроводи, якщо немає можливості двостороннього їх відключення, а також вводи електричної енергії високої напруги;

- на схилах, які піддаються зсувам або іншим геологічним процесам, а також на територіях з виробками;

- ближче 30 м від сховищ або складів з горючими матеріалами; при цьому повинні передбачатись заходи щодо захисту сховища та підходів до нього від затоплення горючою рідиною.

## **ЛЕКЦІЯ 16 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАХИСНІ СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ**

16.1 Об'ємно-планувальні рішення сховищ

16.2 Конструктивні вирішення сховищ

### **16.1 Об'ємно-планувальні рішення сховищ**

Забезпечення захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайної ситуації є одним з найважливіших завдань держави.

Місткість сховищ по типовим проектам складає: 100, 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1200, 1500, 1800 і більше чоловік. Захисні споруди (ЦО) повинні приводитись в готовність для прийому тих, хто укривається в терміни, що не перевищують 12 годин.

У сховищах передбачати основні та допоміжні приміщення.

До основних відносяться приміщення для населення, яке переховується, пункти керування, медпункти, а у сховищах лікувальних установ - також операційно-перев'язочні, передопераційно-стерилізаційні.

До допоміжних відносяться фільтровентиляційні приміщення (ФВП), санітарні вузли, захищені дизельні електростанції (ДЕС), електрощитова, приміщення для зберігання продовольства, станція перекачки, балонна, тамбур-шлюз, тамбури, а для сховищ атомних станцій – приміщення для дозиметричного контролю, роздягальня та приміщення для брудного одягу, душова.

Норму площі підлоги основного приміщення на одного переховуваного слід приймати рівною  $0,5 \text{ м}^2$  при двох'ярусному та  $0,4 \text{ м}^2$  при трьох'ярусному розташуванні нар. Внутрішній об'єм приміщення повинен бути не менше  $1,5 \text{ м}^3$  на одного переховуваного. У захисних спорудах на кожні 500 переховуваних необхідно передбачати один санітарний пост площею  $2 \text{ м}^2$  але не менше одного поста на споруду.

У сховищах місткістю 900 - 1200 чоловік крім санітарних постів слід передбачати медичний пункт площею  $9 \text{ м}^2$ , при цьому на кожні 100 переховуваних понад 1200 чоловік площа медпункту повинна бути збільшена на  $1 \text{ м}^2$ .

Висоту приміщень сховищ слід приймати відповідно до вимог використання їх у мирний час, але не більше 3,5 м. При висоті приміщень від 2,15 до 2,9 м слід передбачати двох'ярусне розташування нар, а при висоті 2,9 м і більше – трьох'ярусне. У сховищах установ охорони здоров'я при висоті приміщення 2,15 м і більше приймається двох'ярусне розташування нар (ліжок для нетранспортабельних хворих). При техніко-економічному обґрунтуванні допускається використовувати під сховища приміщення, висота яких за умов їх експлуатації у мирний час не менше 1,85 м. У цьому випадку приймається однарусне розташування нар. Місця для сидіння у приміщеннях слід передбачати розміром  $0,45 \times 0,45 \text{ м}$  на одного чоловіка, а для лежання –

0,55х1,8 м. Висота лавок першого ярусу повинна бути 0,45м, нар другого ярусу – 1,4м, третього ярусу – 2,15 м від підлоги.

Відстань від верхнього ярусу до перекриття або виступаючих конструкцій повинна бути не менше 0,75 м.

Кількість місць для лежання повинно дорівнювати:

20% місткості споруди при двох'ярусному розташуванні нар; 30% місткості споруди при трьох'ярусному розташуванні нар.

На підприємствах з числом працюючих у найбільш багаточисельній зміні 600 чол. і більше в одному із сховищ слід передбачати приміщення для пункту керування підприємством або замість пункту керування належить обладнати телефонну та радіотрансляційну точки для зв'язку з місцевим штабом цивільної оборони.

Пункт керування слід розмішувати у сховищах, які мають, як правило, захищене джерело електропостачання.

Робочу кімнату та кімнату зв'язку пункту керування необхідно розташовувати поблизу одного із входів і відділяти від приміщень для переховуваних перегородками, які не горять.

Загальну кількість працівників, які працюють у пункті керування підприємством, слід приймати до 10 чол., норму площі на одного працюючого - 2 м<sup>2</sup>.

На окремих великих підприємствах число працюючих на пункті керування допускається збільшувати до 25 чол.

Спорядження основних та допоміжних приміщень сховищ необхідно передбачати у відповідності з вимогами будівельних норм в залежності від призначення приміщень, але не більше покращеного опорядження. Оштукатурювання стелі та стін приміщень, а також облицювання стін керамічною плиткою не дозволяється.

Поверхню стін приміщень сховищ лікувальних закладів слід затирати цементним розчином під пофарбування масляною фарбою світлих кольорів з матовою поверхнею.

В операційно-перев'язочних, операційних та пологових будинках підлоги слід покривати дозволеними до використання синтетичними матеріалами світлих тонів.

Фільтровентиляційне обладнання слід розмішувати у фільтровентиляційних приміщеннях (ФВП), розташованих біля зовнішніх стін. Розміри ФВП необхідно визначати в залежності від габаритів обладнання і площі, необхідної для його обслуговування. Протипилові фільтри у системах вентиляції електроручними вентиляторами повинні мати захисний екран, який виключає можливість прямого опромінювання обслуговуючого персоналу.

Кількість санітарних приладів приймається згідно з таблицею 4 ДБН В.2.2-5-97.

Приміщення для дизель-електричної станції (ДЕС) слід розташовувати біля зовнішньої стіни будинку, відокремлюючи його від інших приміщень протипожежною перегородкою І типу.



Входи у ДЕС зі сховища повинні бути обладнані тамбуром з двома герметичними дверима, які відчиняються в напрямку входу у сховище.

При чисельності переховуваних до 150 чол. Приміщення для зберігання продуктів слід прийти площею 5 м<sup>2</sup>. На кожні 150 переховуваних понад 150 чол. площа приміщення збільшується на 3 м<sup>2</sup>.

Кількість приміщень для зберігання продуктів харчування слід приймати з розрахунку одне приміщення на 600 чоловік. Приміщення слід розташовувати розосереджено у різних місцях сховища. Не допускається розташовувати вказані приміщення біля санітарних вузлів та медичних кімнат. Приміщення обладнуються стелажми заводського або індивідуального виготовлення. Висоту стелажів до виступаючих частин перекриття слід передбачати не менше 0,5 м. Вхідні двері приміщень для зберігання продовольчих товарів повинні бути суцільними, без порожнин, оббиті покрівельною оцинкованою сталлю на висоту 0,5 м, на дверях передбачити встановлення замків.

Дренажні станції перекачки слід розміщувати за лінією герметизації сховищ. При вході у станцію повинен бути передбачений тамбур з двома герметичними дверима, які відчиняються у бік станції.

Під підлогою станції необхідно передбачати резервуар для приймання та відкачування дренажних вод. Вхід до резервуару – через люк у підстанції.

Двері в електрощитову повинні бути протипожежними, з межею вогнестійкості 0,6 год і отвором розміром 0,8 x 1,8 м, відчинятися назовні і мати замки, що самі замикаються, та відмикаються без ключа з внутрішнього боку приміщення.

Приміщення балонної слід передбачати у сховищах з трьома режимами вентиляції. За вибухопожежною і пожежною небезпекою воно відноситься до категорії Д. Сполучення балонної із суміжними приміщеннями необхідно передбачати через тамбур з протипожежними дверима, які відчиняються назовні.

Приміщення дозконтролю обладнуються необхідними приладами, лавками і забезпечуються всіма необхідними засобами для надання першої медичної допомоги.

Роздягальня та приміщення для брудної та чистої одежі обладнуються лавками, вішалками, шафами. Обладнується місце для прийому документів та цінних речей.

## **16.2 Конструктивні вирішення сховищ**

Розміри отворів та проходів у приміщеннях, які пристосовуються під сховища, повинні задовольняти вимоги норм та інших нормативних документів, які пред'являються до приміщень у залежності від їх призначення у мирний час.

Кількість входів слід приймати в залежності від місткості сховища та кількості переховуваних, які припадають на один вхід, але не менше двох входів. При місткості сховища до 300 чол. допускається влаштовувати один

вхід, при цьому другим входом повинен бути аварійний тунель розміром 1,2 x 2 м з дверним прорізом розміром 1,2 x 2,0 м.

Для забезпечення пропуску людей після сигналу ЦО на закриття дверей при входах в сховище створюються одно- або двокамерні тамбури-шлюзи. Захист входів та інших отворів в сховищах виконується шляхом встановлення типових захисних герметичних і герметичних дверей, воріт і ставень.

Кількість виходів із виробничих будинків у сховища, які розташовані за межами цих будинків, визначається аналогічно входам у сховища. Загальна ширина виходів із будинку повинна бути не менше сумарної ширини входів у сховище. При цьому допускається приймати як вихід із будинку поряд із звичайними виходами підйомно-поворотні ворота для транспорту, обладнані пристроями для автоматичного та ручного відкривання. При входах слід влаштовувати водозбірні приямки.

Входи слід передбачати з протилежних боків сховищ з врахуванням напрямку руху основних потоків людей: з території підприємства, з незахищених приміщень підвалів, з першого поверху виробничих та інших будинків через самостійну сходову клітку, з загальних сходових кліток, які не мають виходів із пожежонебезпечних приміщень.

Вбудовані сховища, які використовуються у мирний час під складські приміщення, повинні мати не менше одного входу з території підприємства.

Для сховищ місткістю 300 чол. і більше слід передбачати влаштування при одному із входів, тамбура-шлюзу. Для сховищ місткістю від 300 до 600 чол. включно влаштовується однокамерний, а у сховищах більшої місткості двокамерний тамбур-шлюз.

Для сховищ місткістю понад 600 чол. замість двокамерного тамбура-шлюзу допускається влаштування при входах однокамерних тамбурів-шлюзів. Площу кожної камери тамбура-шлюзу при ширині дверного прорізу 1,2 м слід приймати 8 м<sup>2</sup>, а при ширині 1,2 м - 10 м<sup>2</sup>.

Конструктивно-планувальні рішення входів, піднесених над поверхнею та вбудованих у перші поверхи сховищ, повинні забезпечувати необхідний захист від проникаючої радіації та виключати можливість прямого попадання випромінювання у приміщення, які захищаються. Для цього слід передбачати влаштування у входах поворотів під кутом 90 град. або екранів проти дверних прорізів з перекриттями між екранами і сховищами. Захисна товщина екранів та перекриттів приймається із розрахунку на радіаційний вплив.

При наявності у приміщеннях, які пристосовуються під сховища, спалимих матеріалів, гардеробних та майстерень з ремонту одягу і взуття вихід на перший поверх слід передбачати через окремі сходові клітки, що ведуть до першого поверху, а також допускається використовувати для виходу загальну сходову клітку, влаштовуючи для цих приміщень окремі виходи назовні, відокремлені від решти частин сходової клітки глухими негорючими огорожувальними конструкціями з протипожежними перегородками 1 типу.

У зовнішній і внутрішній стінах тамбура-шлюзу слід передбачати захисно-герметичні двері, що відповідають класу захисту сховища, які повинні відчинятися назовні у напрямку виходу людей зі сховища.

Усі входи у сховища, крім тих, які обладнані тамбурами-шлюзами, повинні обладнувати тамбурами.

Двері у тамбурах слід передбачати: у зовнішній стіні - захисно-герметичні, що відповідають класу захисту сховища і типу входу, у внутрішній стіні – герметичні. Двері повинні відчинятися за ходом евакуації людей.

Вхід у камеру розширення з приміщень у межах контуру герметизації необхідно обладнувати двома герметичними віконницями, а з приміщення ДЕС – однією.

Вхідні отвори, що використовуються у мирний час та обладнані захисно-герметичними та герметичними дверима, повинні заповнюватись дверима з урахуванням вимог норм з проектування будинків і споруд та протипожежних норм.

Сумарну ширину сходових спусків у вході слід приймати у 1,5 рази, а пандусів в 1,1 рази більше сумарної ширини дверних отворів.

Уклон сходових маршів слід приймати не більше 1:1,5, а пандусів – 1:6. Ширина тамбура-шлюзу, ширина і довжина тамбура та передтамбура при двостулкових дверях повинні бути на 0,6 м більше ширини дверного полотна.

У сховищах лікувальних закладів слід приймати ширину передтамбура, тамбура-шлюзу – 2,5 тамбура – 2,0 м; довжину тамбура та тамбура-шлюзу 4-4,5 м, передтамбура – 2,0 м.

Приміщення, які пристосовуються під сховища, повинні мати один аварійний (евакуаційний) вихід.

У сховищах місткістю 600 чол. і більше один із виходів слід обладнувати як аварійний (евакуаційний) у вигляді тунелю внутрішнім розміром 1,2х2 м. При цьому виходити із сховища у тунель необхідно через тамбур, обладнаний захисно-герметичними і герметичними дверима розміром 1,2 х 2,0 м.

Тунель аварійного виходу, сумісного зі входом у сховище, допускається передбачати для розміщення однокамерного тамбура-шлюзу.

В окремо розташованих сховищах допускається один із входів, розташованих поза зоною можливих ралів, проектувати як аварійний вихід.

Аварійні виходи слід розташовувати, як правило, вище рівня ґрунтових вод. Перевищення відмітки рівня ґрунтових вод відносно підлоги аварійного виходу допускається приймати не більше 0,3 м, а у аварійному виході, сумісному зі входом, - не більше 1,0 м.

В умовах високого рівня ґрунтових вод допускається аварійний вихід проектувати через покриття у вигляді захищеної шахти без підхідного тунелю. При суміщенні шахтного аварійного виходу зі входом слід передбачати сходовий спуск. Висота оголовка шахти визначається розрахунком.

У сховищах місткістю до 600 чол. допускається передбачати аварійний вихід у вигляді вертикальної шахти з захисним оголовком. При цьому аварійний вихід повинен з'єднуватись із сховищем тунелем. Внутрішні розміри тунелю та шахти повинні бути 0,9х1,3 м.

Аварійні шахтні виходи слід обладнувати захищеними оголовками, висоту яких  $h$  необхідно приймати 1,2 або 0,5 м у залежності від віддалення оголовка від будинку.

При віддаленні оголовків на відстані менше вказаних їх висоту слід приймати за інтерполяцією між величинами 0,5 и 1,2 м або 1,2 м і висотою оголовка у межах контуру зруйнованого будинку  $h = 0,15$  Н для виробничих багатоповерхових і  $h = 0,25$  Н для адміністративно-побутових і житлових багатоповерхових будинків.

У стінах оголовка заввишки 1,2 м слід передбачати прорізи розміром 0,6 x 0,8 м, які обладнані жалюзійними ґратами, що відчиняються всередину. При висоті оголовка менше 1,2 м у покритті слід передбачати металеві ґрати, які відчиняються униз, розміром 0,6 x 0,6 м.

За умов стисненої міської забудови при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні допускається у входах, сумісних з аварійними виходами, передбачати оголовки з улаштуванням в них сходових маршів (спусків) та захисно-герметичних і герметичних дверей розміром 0,8 x 1,8 м.

У цьому випадку влаштування тамбура при виході із сховища у тунель не передбачається.

При відстані від будинку до відкритої частини аварійного виходу більше висоти будинку допускається замість захищеного оголовка влаштовувати сходовий спуск з поверхні землі.

Входи та аварійні виходи повинні бути захищені від атмосферних опадів та поверхневих вод.

Павільйони, які захищають входи від атмосферних опадів, повинні виконуватись з легких негорючих матеріалів.

## ЛЕКЦІЯ 17 БУДІВЕЛЬНІ ВИМОГИ ДО ПРОТИРАДІАЦІЙНИХ УКРИТТІВ

17.1 Конструктивні рішення протирадіаційних укрить

17.2 Вентиляція, опалення, водопостачання та каналізація протирадіаційних укриттів

### 17.1 Конструктивні рішення протирадіаційних укрить

ПРУ призначені для захисту осіб, що укриваються, від впливу іонізуючого випромінювання при радіоактивному забрудненні місцевості і допускають безперервне перебування у них розрахункової кількості осіб, що укриваються, до двох діб.

Таблиця 17.1 – Класифікація ПРУ за ступенем захисту

| Група ПРУ | К <sub>зах</sub> по γ-випромінюванню |      | Тиск, що витримується Р <sub>ф</sub> , кг/см <sup>2</sup> |
|-----------|--------------------------------------|------|---|
| П-1       | 200 і більше                         |      | 0,2   |
| П-2       | 200 і більше                         |      | Не розраховується   |
| П-3       | 100-200                              |      | 0,2   |
| П-4       | 100-200                              |      | Не розраховується   |
| П-5       | 50-100                               |      | Не розраховується   |
| П-6       | 20-50                                |      | Не розраховується   |
| П-7       | 10-20                                |      | Не розраховується   |
| П-8       | Зона АЕС                             | 1000 | 0,2   |
| П-9       |                                      | 500  | 0,2   |
| П-10      |                                      | 500  | Не розраховується   |

Основні приміщення ПРУ приміщення для переховуваних, допоміжні приміщення ПРУ: вентиляційна, санітарний вузол, приміщення для зберігання забрудненого верхнього одягу.

Протирадіаційні укриття для установ охорони здоров'я повинні мати такі основні приміщення: для розміщення хворих та видужуючих, медичного та обслуговуючого персоналу, процедурну (перев'язочну), буфетну та пости медсестер. Розміщення хворих, медичного та обслуговуючого персоналу слід передбачати у роздільних приміщеннях, за винятком постів чергового персоналу. У ПРУ лікарень хірургічного профілю слід додатково передбачати операційно-перев'язочну й передопераційну палати. Для тяжкохворих слід передбачати санітарну кімнату. Висоту приміщень ПРУ у заново проєктованих будинках слід приймати не менше 1,9 м від відмітки підлоги до низу виступних конструкцій перекриття (покриття).

Для укриттів, які обладнуються в існуючих будинках і спорудах, слід приймати:

– триярусне розташування нар при висоті приміщень 2,8 - 3 м;

–двоярусне розташування нар при висоті приміщень 2,2-2,4 м.

При розташуванні ПРУ в підвалах, під підлогами, гірничих виробках, печерах, погребях та інших заглиблених приміщеннях при їх висоті 1,7- 1,9 м слід передбачати одноярусне розташування нар.

Основні приміщення укриттів обладнуються місцями для лежання та сидіння.

Місця для лежання повинні складати не менше 15% при одноярусному, 20% при двоярусному і 30% при триярусному розташуванні нар загальної кількості місць в укритті. Місця для лежання слід приймати розміром 0,55 x 1,8 м.

В ПРУ місткістю понад 300 чоловік передбачать вентиляційне приміщення. При місткості менше 300 чоловік вентиляційне обладнання допускається розміщувати безпосередньо в приміщенні для людей.

Приміщення для зберігання забрудненого вуличного одягу слід передбачати при одному з виходів і відділяти від приміщень для переховуваних протипожежними перегородками 1 типу. Загальна площа їх визначається з розрахунку не більше 0,07 м<sup>2</sup> на людину. Приміщення обладнується лавами, вішалками.

В укриттях місткістю до 50 чол. замість приміщення для забрудненого одягу допускається передбачати влаштування при входах вішалок, які розміщуються за завісами.

За шаром половинного ослаблення матеріалу можна визначити коефіцієнт ослаблення для будь-якої товщини, знаючи, що потік радіоактивних випромінювань буде зменшено вдвічі стільки разів, скільки шарів половинного ослаблення є в товщі матеріалу. Наприклад, стіна будинку із саманної цегли має товщину 28 см, з табл. відомо, що товщина шару половинного ослаблення саману дорівнює 14 см. Отже, будинок ослаблюватиме потік радіоактивних випромінювань у чотири рази, тобто люди в такому приміщенні одержать дозу опромінення, зменшену в чотири рази.

Коли стіни укриття складаються з кількох шарів різних матеріалів, то спочатку розраховують коефіцієнти ослаблення для кожного шару матеріалу, а потім складають їх і одержують величину сумарного коефіцієнта ослаблення укриття. Наприклад, погріб має дерев'яне перекриття з міцних порід дерева товщиною 30 см і засипаний шаром глини 55 см. Отже, коефіцієнт ослаблення дерев'яного перекриття становитиме 2, а глиняного шару – 10. Сумарний коефіцієнт ослаблення у-випромінювання радіоактивного забруднення погреба дорівнюватиме  $10 + 2 = 12$ .

Зовнішні огорожувальні конструкції ПРУ повинні забезпечувати захист переховуваних від ураження іонізуючим випромінюванням при радіоактивному зараженні місцевості і від дії ударної хвилі.

Кількість входів у ПРУ слід передбачати в залежності від місткості але не менше двох входів завширшки 0,8 м.

При місткості укриття до 50 чол. допускається обладнання одного входу, при цьому другим евакуаційним виходом повинен бути люк розміром 0,6 x 0,9м

з вертикальною драбиною або отвір розміром 0,7 х 1,5 м із спеціальним пристроєм для виходу.

Підвищення захисних властивостей ПРУ, які розташовані у підвалах, під підлогами, надземних житлових, громадських та інших будинках або спорудах, слід передбачати шляхом:

- влаштування пристінних екранів з каменю або цегли,
- укладання мішків з ґрунтом та ін. біля зовнішніх стін надземних приміщень на висоту 1,7 м від відмітки підлоги;
- обвалування виступних частин стін підвалів (льохів) на повну висоту;
- укладання додаткового шару ґрунту на перекриття та встановлення у зв'язку з цим підтримуючих прогонів (балок) та стояків;
- закладання зайвих прорізів в огорожувальних конструкціях та встановлення стінок екранів у входах (в'їздах).

Усі перелічені заходи повинні проводитись у період переведення приміщень на режим укриття.

У входах у ПРУ повинні встановлюватись звичайні двері.

При цьому у зоні можливих слабких зруйнувань необхідно передбачати засоби для затримування дверного полотна у відчиненому положенні у момент дії ударної хвилі.

Для захисту входів в укриття, розташованих на першому поверсі будинку або у заглиблених спорудах з заїздом для автотранспорту, слід передбачати стінки-екрани.

Місце встановлення стінки-екрана визначається умовами експлуатації, а відстань від вхідного прорізу до екрана повинна бути на 0,6 м більше ширини полотна дверей (воріт).

Розміри стінки-екрана у плані слід призначати з умови послаблення та мінімального попадання через входи випромінювання у приміщення.

Висота стінки-екрана повинна бути не менше 1,7 м від відмітки підлоги. Захист переховуваних від іонізуючих випромінювань, що проникають через входи, допускається також здійснювати влаштуванням на входах поворотів на 90 град., при цьому товщина стіни розташованої проти входу, визначається розрахунком.

## **17.2 Вентиляція, опалення, водопостачання та каналізація протирадіаційних укриттів**

У ПРУ слід передбачати природну вентиляцію або вентиляцію з механічним спонуканням.

Природна вентиляція передбачається у ПРУ місткістю до 50 чол. В інших випадках слід передбачати вентиляцію з механічним спонуканням.

У ПРУ для установ охорони здоров'я повинна бути забезпечена вентиляція з механічним спонуканням незалежно від їх місткості.

Параметри повітряного середовища в ПРУ приймаються як для чистої вентиляції сховищ – для вентиляції примусової або не примусової, а також для резервної вентиляції як для фільтровентиляції сховищ. Тепловологий режим при цьому не проводиться. Норми подачі повітря в ПРУ приймаються такими як для сховищ.

Повітроводи, які прокладаються за межами приміщень ПРУ, розташованих у зоні слабких руйнувань, виконуються з сталеві труби або листові сталі завтовшки не менше 2 мм.

В інших випадках повітроводи ПРУ приймаються відповідно до вимог норм на проектування опалення, вентиляції та кондиціювання повітря (СНіП 2.04.05-9) \*).

Вентиляційні отвори необхідно передбачати з протилежних боків сховища, забезпечуючи наскрізне провітрювання. Припливні вентиляційні отвори слід обладнувати пристроями для регулювання повітроподачі.

На всі вентиляційні отвори необхідно передбачати прості протипилові пристрої, які мають опір потоку повітря не менше 5Н/м ( $0,5 \text{ кгс/м}^2$ ).

Площу перерізу отворів, які розташовані з протилежного боку та використовуються для витяжки, слід приймати рівною площі перерізу отворів, які використовуються для припливу.

При розташуванні повітроприймальних та викидних вентиляційних отворів ПРУ з одного боку будинку віддалення їх один від одного повинно прийматися не менше 10 м.

Довжина повітроводів, які прокладаються всередині приміщення сховищ, не повинна перевищувати 30 м.

Система опалення сховищ повинна проектуватись спільною з опалювальною системою будинку або при обґрунтуванні - у вигляді окремої гілки та мати пристрій для відключення.

При розрахунку системи опалення температуру приміщень у холодну пору року слід приймати рівною  $10^{\circ}\text{C}$ , якщо за умов експлуатації у мирний час не потрібно більш високої температури.

У приміщеннях, які не опалюються за умов мирного часу, слід передбачати місце для встановлення тимчасових підігрівальних пристроїв відповідно до вимог норм на проектування опалення, вентиляції та кондиціювання повітря (СНіП 2.04.05-91\*).

Водозабезпечення ПРУ повинно здійснюватися від зовнішньої або внутрішньої водопровідної мережі. Норма водовживання на одну людину – 25 л на добу. При відсутності водопроводу в укриттях передбачаються місця для розміщення баків з питною водою із розрахунку на одну людину 2 л на добу.

При наявності ДЕС передбачається запас води на пожежогасіння  $4 \text{ м}^3$ .

Каналізація самотічна, або з перекачуванням у загальну систему. Санітарні вузли будуються окремо для чоловіків та жінок. За нормами 1 чаша на 75 жінок (150 чоловіків), умивальник на 200 осіб.

Запас харчів на 1 людину Сухарі – 300 г, консерви – 170 -250 г, цукор - 50г.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України: Закон від 28.06.1996 № 254к/96–ВР [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 08.02.2016) (дата звернення 30.12.2017) – Назва з екрана.
2. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403–VI // Голос України. – 2012. – листопад (№ 220 (5470)). – С. 4 – 20.
3. Про основи національної безпеки України : Закон України від 19.06.2003 р. № 964-IV (із зм. і доп.) // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – 351 с.
4. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту: Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 р. № 11-2014-п [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF> (дата звернення 30.12.2016) – Назва з екрана.
5. Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 11.03.2015 р. № 101-2015-п [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/101-2015-%D0%BF> (дата звернення 25.12.2016) – Назва з екрана.
6. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (Цивільної оборони): ДБН В.1.2-4-2006. – Київ : Держбуд України, 2002. – 122 с. – (Державні будівельні норми).
7. Друга частина. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) на мирний час у містобудівній документації: ДБН Б. 1.1-5:2007. – Київ : Держбуд України, 2007. – 117 с. – (Державні будівельні норми)
8. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення: ДБН В.1.1-25:2009. – Київ : Держбуд України, 2010. – 85 с. – (Державні будівельні норми).
9. Державні будівельні норми. Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень: ДБН 360–92\*\*. – [На заміну ДБН 360–92\*; чинні від 2002–04–10]. – Київ : Держбуд України, 2002. – 114 с. – (Державні будівельні норми).
10. ДБН В.1.1-5-2000 Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. – Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України 2000. – 78 с. – (Державні будівельні норми).
11. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек / [В. А. Андронов та ін.]. – Харків : Національний університет цивільного захисту України, 2011. – 264 с.

*Навчальне видання*

**РОГОЗІН** Анатолій Сергійович  
**РОСОХА** Володимир Омелянович

## **ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ТА ТЕРИТОРІЙ**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 2 курсу денної форми навчання  
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека,  
освітня програма «Цивільний захист»)*

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *А. С. Рогозін*

План 2018, поз. 122Л

---

Підп. до друку 5.04.2018. Формат 60 × 84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 6

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua).

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.