ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ, БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ВІД ЗСУВІВ ТА ОБВАЛІВ

Основні положення

ДБН В.1.1- 46:2017

Видання офіційне

Київ
Міністерство регіонального розвитку, будівництва
та житлово-комунального господарства України
2017

ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ, БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ВІД ЗСУВІВ ТА ОБВАЛІВ

Основні положення

ДБН В.1.1- 46:2017

Видання офіційне

Київ
Мінрегіон України
2017

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій"

РОЗРОБНИКИ: **О. Белоконь**, канд. техн. наук; **Ю. Калюх**, д-р техн. наук; **І. Любченко**, канд. техн. наук; **М. Мар'єнков**, д-р техн. наук; **Ю. Немчинов**, д-р техн. наук; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук; **В. Титаренко**, канд. техн. наук (науковий керівник); **Г. Фаренюк**, д-р техн. наук; **А. Шевченко**; **В. Шумінський**, канд. техн. наук

За участю: Інститут гідромеханіки НАН України (**А. Білеуш**, д-р техн. наук);
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (**Я. Берчун**; **Д. Стефанишин**, д-р техн. наук; **О. Трофимчук**, д-р техн. наук);
Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка (**С. Біда**, канд. техн. наук; **Ю. Великодний**, канд. техн. наук; **Ю. Винников**, д-р техн. наук; **М. Зоценко**, д-р техн. наук; **М. Харченко**, канд. техн. наук; **А. Ягольник**, канд. техн. наук);
Інститут геологічних наук НАН України (**М. Демчишин**, д-р техн. наук; **Т. Кріль**, канд. геол. наук);
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова (**Т. Козлова**, канд. геол.-мін. наук; **Є. Черкез**, д-р геол.-мін. наук);
Дніпропетровський національний гірничий університет (**В. Шаповал**, д-р техн. наук; **О. Шашенко**, д-р техн. наук);
Київський національний університет будівництва і архітектури (**М. Корнієнко**, канд. техн. наук);
ПАТ "Укргідропроект" (**О. Вайнберг**, д-р техн. наук);
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (**К. Бікус**, канд. техн. наук; **В. Сєдін**, д-р техн. наук; **А. Шаповал**, канд. техн. наук);
ДП "Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань" (**І. Закопайло**; **О. Крамаренко**; **О. Куденко**; **Г. Стрижельчик**, канд. геол.-мінерал. наук);
СП "Основа-Солсиф" (**С. Дворнік**; **Ю. Карпенко**; **С. Новофастовський**);
Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича (**В. Полевецький**, канд. техн. наук);
Державна служба України з надзвичайних ситуацій (**В. Федюк**; **В. Фесенко**)

2 ВНЕСЕНО: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України

3 ПОГОДЖЕНО: Міністерство екології та природних ресурсів України
(лист № 5/1-7/2104-17 від 20 березня 2017 р.);
Державна служба України з надзвичайних ситуацій
(лист № 02-3631/261 від 10 березня 2017 р.)

4 ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.04.2017 р. № 96, чинні з першого числа місяця, що настає через 90 днів з дня їх опублікування в офіційному друкованому виданні Міністерства "Інформаційний бюлетень Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України"

5 НА ЗАМІНУ ДБН В.1.1-3-97

Мінрегіон України, 2017

Видавець нормативних документів у галузі будівництва
і промисловості будівельних матеріалів Мінрегіону України
Державне підприємство "Укрархбудінформ"

ЗМІСТ

С.

Вступ IV

Сфера застосування 1

1 Нормативні посилання 1

2 Терміни та визначення понять 2

3 Познаки та скорочення 4

4 Основні положення 5

5 Додаткові вимоги щодо виконання інженерних вишукувань 7

6 Основні критерії призначення споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту 10

7 Вимоги до охорони навколишнього середовища 14

Додаток А
Порушеність зсувами території України та їх поширення у межах інженерно-геологічних регіонів 15

Додаток Б
Характеристика зсувних та обвальних процесів на схилах та їх класифікація 18

Додаток В
Оцінка стійкості схилів (укосів), величини зсувного тиску та навантажень від обвалів 24

Додаток Г
Особливості організації та технології будівництва споруд інженерного захисту на схилах (укосах) 40

Додаток Д
Оцінка очікуваних збитків та ефективності протизсувних заходів 43

Додаток Е
Моніторинг технічного стану об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту 45

Бібліографія 46

ВСТУП

Ці норми містять основні вимоги щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів, складу інженерних вишукувань, оцінки впливу споруд інженерного захисту на навколишнє середовище, врахування сейсмічних впливів на схили та науково-технічного супроводу на всіх етапах життєвого циклу споруд інженерного захисту.

Ці норми є обов'язковими при розробленні проектної документації на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт і технічне переоснащення споруд інженерного захисту і узгоджені з чинними нормативними документами в частині термінів та визначення понять.

У розвиток положень цих норм розроблено ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016 [1].

ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ, БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ВІД ЗСУВІВ ТА ОБВАЛІВ
Основні положення

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ОПОЛЗНЕЙ И ОБВАЛОВ
Основныеположения

INGINEERING PROTECTION OF THE TERRITORIES, BUILDINGS AND STRUCTURES FROM LANDSLIDES AND ROCKFALLS
Main principles

Чинні від 2017-11-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів поділяють на споруди інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів (далі - споруди інженерного захисту) та заходи інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів (далі - заходи інженерного захисту).

1.2 При захисті територій, будівель і споруд від зсувних та обвальних процесів (далі - об'єкти інженерного захисту) при проектуванні, новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті та технічному переоснащенні (далі - проектування і будівництво) споруд інженерного захисту у сейсмічних районах, районах з поширенням ґрунтів з особливими властивостями (ґрунти, що просідають та набрякають, насипні, намивні тощо), на територіях з гірничими виробками, а також у районах з розвитком інших небезпечних екзогенних геологічних процесів (підтоплення, затоплення, ерозія та розмиви берегів водотоків і водойм, абразія, карст, суфозія, селеві потоки тощо) слід враховувати вимоги ДБН В.1.1-12, ДБН В.1.1-24, ДБН В.1.1-25.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цих нормах є посилання на такі нормативні акти та нормативні документи:

ДБН А.2.1-1-2008 Інженерні вишукування для будівництва

ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд

ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво

ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва

ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України

ДБН В.1.1-24:2009 Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування

ДБН В.1.1-25-2009 Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення

ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування

ДБН В.1.2-4-2006 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)

ДБН В.1.2-5:2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів

ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ

Видання офіційне

ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування

СНиП 2.02.02-83 Основания гидротехнических сооружений (Основи гідротехнічних споруд)

ДСТУ 3517-97 Гідрологія суші. Терміни та визначення

ДСТУ 3994-2000 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Надзвичайні ситуації природні. Чинники фізичного походження. Терміни та визначення

ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522-96) Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань

ДК 019:2010 Класифікатор надзвичайних ситуацій

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цих нормах використано терміни, установлені в:

3.1 ДК 019: надзвичайна ситуація (далі - НС)

3.2 ДСТУ 3517: водойма, водосховище

3.3 ДСТУ 3994: ерозія ґрунту, затоплення, карст, підтоплення, протизсувні заходи, сель, суфозія.

Нижче подано терміни, додатково вжиті в цих нормах, та визначення позначених ними понять.

3.4 барета

Елемент фундаментної конструкції глибокого закладання підвищеної несучої здатності, що влаштований за технологією "стіна в ґрунті"

3.5 вивал

Раптовий відрив і падіння окремих брил і блоків гірських порід з укосів виїмок, бортів кар'єрів, з крутих схилів, складених скельними або напівскельними ґрунтами

3.6 інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів

Комплекс споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту, які забезпечують захист об'єктів інженерного захисту, регулює гравітаційні процеси на схилах і запобігає їх негативному прояву

3.7 гравітаційні процеси на схилах

Різні форми руху ґрунтів на схилах під впливом власної ваги

3.8 зсув

Процес деформування й порушення рівноваги частини ґрунтового масиву схилу (укосу) під дією гравітаційних сил, гідродинамічного тиску, додаткових природних або техногенних навантажень (сейсмічних, навантаження (забудова) схилу (укосу) тощо)

3.9 зсувна територія або схил

Схил або його ділянка, де деформації зрушення проявляються під дією природних або техногенних факторів

3.10 зсувний тиск (рівнодійна зсувного тиску)

Результуюча сила тиску ґрунтів по глибині зсувного масиву (різниця між зрушуючим та утримуючим зусиллями) на утримуючу споруду (погонне навантаження по ширині зсуву, кН/м)

3.11 зсувонебезпечна територія або схил

Ділянка схилу або схил, де зсувні деформації можуть активізуватися при впливі негативних природних або техногенних факторів

3.12 коефіцієнт стійкості

Величина k_{st}, що визначає ступінь стійкості схилу (укосу)

3.13 небезпечні геологічні процеси

Геологічні процеси, які загрожують безпечній експлуатації об'єктів інженерного захисту, господарській діяльності та життю людей

3.14 нормований коефіцієнт запасу стійкості (допустимий)

Мінімальний допустимий коефіцієнт запасу стійкості схилу (укосу) k_{sn} з урахуванням всіх можливих похибок вихідних даних і засобів математичної обробки, що використовують для оцінки стійкості схилів та встановлення (у разі необхідності) протизсувних заходів

3.15 обвал

Скочування, перекидання із розколюванням окремих брил та блоків скельних ґрунтів із крутих частин схилу (укосу)

3.16 обвальні явища

Явища, що розвиваються під впливом гравітаційних сил на схилах і укосах з крихким руйнуванням ґрунтового масиву (обвали, вивали та осипи)

3.17 опливини (опливи)

Сповзання поверхневого шару ґрунту по схилу через його надмірне зволоження

3.18 осип

Тривалий або тимчасовий і повільний рух накопичених на схилі уламкових продуктів вивітрювання, що містять щебінь і крупні кам'яні брили

3.19 підземні улоговини стоку (улоговини)

Пониження, утворені в покрівлі водотривкого шару, заповнені осадовими ґрунтами, та спрямовують рух підземних вод

3.20 поверхня ковзання

Умовна поверхня, на якій відбувається відрив і зміщення ґрунтового масиву

3.21 протизсувні споруди глибокого закладання

Пальові, пальово-анкерні та анкерні споруди, призначені для компенсації дефіциту утримуючих та/або надлишку зусиль у зсувному масиві з урахуванням всіх існуючих та прогнозованих несприятливих впливів та їх сполучень

3.22 споруди інженерного захисту

Споруди, що застосовують для запобігання, усунення або зниження до безпечного рівня негативного впливу зсувів та обвалів при забезпеченні економічності та надійного функціонування протягом всього періоду експлуатації

3.23 структурне зчеплення ґрунту

Характеристика міцності ґрунту з жорсткими незворотними зв'язками, що діють між твердими частинками ґрунту, та забезпечують у ґрунті структурну жорсткість

3.24 схил

Нахилена ділянка земної поверхні, сформована в результаті впливу природних та техногенних рельєфоутворюючих процесів

3.25 укіс

Штучно створена похила поверхня ґрунту, що обмежує природний ґрунтовий масив, виїмку або насип.

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

У цих нормах використані такі познаки:

Латинські великі літери

E_s - зсувний тиск, кН;

E, E_e - модулі деформації і пружності ґрунту, МПа;

I_L - показник текучості;

F- розрахункове значення узагальненої силової дії, за якою виконують оцінку граничного стану, кН;

R- розрахункове значення узагальненого граничного опору, встановленого нормами проектування окремих видів споруд, кН.

Латинські малі літери

c- питоме загальне зчеплення ґрунту, кПа;

c_{fac}- питоме зчеплення ґрунту в природному стані, визначене за схемою зсуву ґрунту непорушеної структури, кПа;

$c_{\min}$- мінімальне значення питомого зчеплення ґрунту в межах поверхні ковзання, визначене за схемою зсуву ґрунту по підготовленій та змоченій поверхні, кПа;

c_{st} - питоме структурне зчеплення ґрунту, кПа;

k_f - коефіцієнт фільтрації ґрунту, м/добу (м/с);

k_{st} - коефіцієнт стійкості схилу (укосу);

k_{sn}- нормований коефіцієнт запасу стійкості;

s_{sl} - просідання ґрунту в основі фундаментів при замочуванні, мм.

Грецькі малі літери

γ_f, γ_n, γ_{fc}, γ_c- відповідно коефіцієнти надійності за навантаженням, надійності за відповідальністю споруди, сполучення навантажень, умов роботи;

ρ - щільність ґрунту, т/м^3;

ρ_s - щільність часток ґрунту, т/м^3;

ρ_d - щільність скелету (сухого) ґрунту, т/м^3;

ρ_{sd}- щільність ґрунту у зваженому стані, т/м^3;

φ,φ_{st}- кут внутрішнього тертя ґрунту, град;

φ_{fac}- кут внутрішнього тертя ґрунту в природному стані, визначений за схемою зсуву ґрунту непорушеної структури, град;

$\varphi_{\min}$- мінімальне значення кута внутрішнього тертя ґрунту в межах поверхні ковзання, визначене за схемою зсуву ґрунту по підготовленій та змоченій поверхні, град.

У цих нормах використані такі скорочення:

АСК - автоматизована система контролю;

ДЗЗ - дистанційне зондування ділянки земної кулі;

ІГЕ - інженерно-геологічний елемент;

КВА - контрольно-вимірювальна апаратура;

МСЕ - метод скінченних елементів;

НДС - напружено-деформований стан;

РГВ - рівень ґрунтових вод.

5 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Склад та зміст проектної документації щодо споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту повинні відповідати вимогам ДБН А.2.2-3.

Загальні положення щодо проектування споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту мають враховувати вимоги ДБН В.1.1-24.

Строк експлуатації споруд та заходів інженерного захисту повинен відповідати строку експлуатації об'єктів інженерного захисту.

5.2 При проектуванні споруд інженерного захисту слід забезпечити:

- загальну і локальну (місцеву) стійкість зсувних і зсувонебезпечних територій;
- гранично допустимі величини деформацій об'єктів інженерного захисту на територіях, де існує небезпека активізації існуючих або утворення нових зсувів, згідно з ДБН В.2.1-10;
- безпечне проживання людей;
- надійність об'єктів інженерного захисту;
- збереження заповідних зон, ландшафтів, історичних пам'яток тощо;
- санітарно-гігієнічні, соціальні та рекреаційні умови на зсувних і зсувонебезпечних територіях;
- належне архітектурне оформлення споруд інженерного захисту;
- раціональне використання земель та природних ресурсів відповідно до вимог чинного законодавства щодо охорони навколишнього середовища.

5.3 При проектуванні споруд інженерного захисту на схилах, розташованих у сейсмічних районах, слід виконувати розрахунки відповідно до інженерно-геологічних досліджень з урахуванням можливих змін фізико-механічних характеристик ґрунтів під час експлуатації або геотехнічної меліорації при підготовці основ під будівництво згідно з розділом 10 і додатком К ДБН В.1.1-12 та [1,2, 3].

При цьому слід враховувати зміну фізико-механічних характеристик міцності та напружено-деформованого стану ґрунтів (далі - НДС) при проходженні сейсмічних хвиль. Особливу увагу слід приділяти положенню шарів ґрунтів (основним деформованим горизонтам, послабленим зонам), їх розмірам в зоні можливих зміщень.

5.4 У разі необхідності, з метою зниження сейсмічних навантажень слід застосовувати системи сейсмоізоляції об'єктів інженерного захисту або пристрої, що компенсують інтенсивні динамічні та сейсмічні впливи (демпфуючі пристрої, динамічні гасителі коливань тощо), згідно з ДБН В.1.1-12.

5.5 При можливих техногенних динамічних впливах (від машин та обладнання, будівельної техніки, наземного та підземного транспорту, вибухів у кар'єрах тощо) споруди інженерного захисту на схилах слід розташовувати на безпечній відстані від джерел динамічної дії (нове будівництво) або при проектуванні та будівництві, реконструкції, капітальному ремонті і технічному переоснащенні споруд інженерного захисту враховувати динамічні навантаження з визначенням безпечних відстаней в розрахунках аналогічно впливу сейсмічних навантажень.

Безпечну відстань від джерела динамічного впливу чи вібрації визначають за результатами розрахунків за першою та другою групами граничних станів основ та конструкцій. При цьому слід не перевищувати гранично-допустимі значення деформацій згідно з чинними нормативними документами. Динамічні навантаження визначають експериментальним шляхом або розрахунком.

5.6 Класи наслідків (відповідальності) споруд інженерного захисту визначають згідно з ДБН В.1.2-14. Вони повинні відповідати класам наслідків (відповідальності) об'єктів інженерного захисту.

5.7 Проектування споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту повинно виконуватись на основі завдання на проектування, в якому викладають основні технічні вимоги до споруд і заходів інженерного захисту, благоустрою зсувної (обвальної) зони.

5.8 Проектування та будівництво об'єктів інженерного захисту [4] на територіях з діючими та потенційно можливими небезпечними зсувними та обвальними процесами здійснюють з урахуванням вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту. У проектній документації у розділі

інженерно-технічних заходів цивільного захисту необхідно надавати стислу інформацію щодо змісту протизсувних та протиобвальних заходів.

Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) розробляється згідно з ДБН В.1.2-4 і [5].

5.9 При влаштуванні споруд інженерного захисту повинні враховуватись місцеві екологічні умови та обмеження, тип об'єкта інженерного захисту та його параметри, складність природних умов та їх зміни, що можуть призвести до розвитку і активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів.

5.10 Проектування споруд інженерного захисту повинно виконуватись на основі:

- результатів комплексних інженерних вишукувань на зсувних, зсувонебезпечних та на прилеглих територіях;
- даних, що характеризують об'єкти інженерного захисту (наприклад, пам'ятки архітектури) з прогнозуванням зміни особливостей територій (режими природокористування: заповідники, сільськогосподарські землі тощо);
- прогнозу можливих змін природних умов (фізико-механічних характеристик ґрунтів, коливання рівня ґрунтових вод (далі - РГВ) тощо), що спричинені природними або техногенними факторами;
- прогнозу змін природних умов ґрунтової основи і стану об'єктів інженерного захисту за результатами комплексних вишукувань та, в разі необхідності, науково-дослідних робіт і моделювання;
- досвіду проектування, будівництва та експлуатації споруд інженерного захисту в аналогічних умовах території, яку захищають;
- вимог архітектурно-планувальних рішень щодо освоєння територій;
- урахування ступенів і масштабів негативного впливу зсувів та обвалів;
- техніко-економічного порівняння варіантів споруд інженерного захисту;
- урахування місцевих інженерно-геологічних умов, метеорологічних особливостей, наявності будівельних матеріалів.

5.11 При проектуванні споруд інженерного захисту слід розглядати технічну можливість і економічну доцільність їх суміщення з об'єктами інженерного захисту, що виконують різні експлуатаційні функції, для підвищення стійкості схилу.

5.12 Об'єкти інженерного захисту, що розташовують на схилі чи поблизу нього та використовують підземний простір в зонах впливу схилів, не повинні:

- порушувати режими підземного і поверхневого стоків, викликати підвищення РГВ чи перерозподіл сформованих шляхів фільтрації і поверхневого стоку;
- сприяти додатковому надходженню води на схил;
- створювати негативні статичні і динамічні навантаження на схил;
- погіршувати зовнішній ландшафтно-архітектурний вигляд території;
- сприяти активізації процесів вивітрювання, ерозії, суфозії, розмиву тощо.

Для зменшення негативного прояву вказаних факторів застосовують споруди інженерного захисту та заходи інженерного захисту згідно з 7.1-7.4.

5.13 Проекти споруд інженерного захисту і пов'язані з ними заходи інженерного захисту повинні розроблятись з профілактичною метою з урахуванням необхідності забезпечення довготривалої стійкості схилів (укосів) і забезпечення вимог з охорони навколишнього середовища. Проекти окремих протизсувних споруд інженерного захисту повинні враховувати тривалість у часі зсувного процесу та його можливі стадії: процес "підготовки" зсуву, зміщення ґрунтів (зсув), "затухання" руху зсувного масиву та перехід схилу у стійкий стан.

5.14 При проектуванні споруд інженерного захисту необхідно враховувати типи деформацій схилів (укосів) за механізмом зміщення (таблиця Б.3), об'єми зсувів та обвалів на схилах (укосах) за масштабністю їх проявів (таблиця Б.4), генетичні ознаки зсувів та обвалів залежно від фактора, що

є визначальним у порушенні стійкості схилу (укосу) (таблиця Б.5), конкретні інженерно-геологічні і гідрогеологічні умови, можливу циклічність розвитку зсувних і обвальних явищ, причини їх утворення, а також прогноз змін інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов в період будівництва і експлуатації комплексу.

5.15 При проектуванні споруд інженерного захисту слід розглядати варіанти їх розташування на різних частинах зсувного (обвального) схилу та приймати конструктивні рішення в залежності від можливих деформацій в процесі стабілізації (захисту) схилу.

5.16 Заходи інженерного захисту повинні враховувати можливість природних систем до саморегулювання та самовідновлення. Здатність схилів як природних систем до саморегулювання та самовідновлення слід максимально враховувати при проектуванні і впровадженні заходів з інженерної підготовки територій.

5.17 Мережі водопостачання, водовідведення та теплотраси слід розташовувати в межах підніжжя схилу. В іншому випадку їх слід укладати із супутнім дренажем та забезпечувати пристроями для регулювання і припинення подачі води при аварійних витоках.

5.18 Для забезпечення надійності та безпеки об'єктів інженерного захисту слід здійснювати моніторинг технічного стану споруд інженерного захисту згідно з [6], а для об'єктів інженерного захисту зі значними наслідками (СС3) - науково-технічний супровід споруд інженерного захисту згідно з ДБН В.1.2-5.

5.19 Карти порушеності зсувами території України та їх поширення у межах інженерно-геологічних регіонів наведені в додатку А, характеристика зсувних та обвальних процесів на схилах та їх класифікація - в додатку Б, оцінка стійкості схилів (укосів), величини зсувного тиску та навантажень від обвалів - в додатку В, особливості організації та технології будівництва споруд інженерного захисту на схилах (укосах) - в додатку Г, а оцінка очікуваних збитків та ефективності протизсувних заходів - в додатку Д.

5.20 У складі проектної документації споруд інженерного захисту зі значними наслідками (СС3) необхідно передбачати встановлення контрольно-вимірювальної апаратури. Основні вимоги до моніторингу технічного стану об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту наведено в додатку Е.

6 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ВИШУКУВАНЬ

6.1 Інженерні вишукування слід виконувати згідно з ДБН А.2.1-1.

Матеріали інженерних вишукувань (інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних, інженерно-гідрометеорологічних) для проектування споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту повинні достовірно відображати реальну та потенційну небезпеку розвитку зсувних та обвальних процесів і включати дані, повнота та якість яких достатня для прийняття технічних рішень на відповідних стадіях проектування об'єктів інженерного захисту.

6.2 У матеріалах вишукувань і досліджень для ділянки схилу наводять дані:

- положення схилу в межах населеного пункту, його співвідношення з основними функціональними зонами (сельбищною, виробничою, комунально-складською, транспортною тощо) на даний час і на перспективу, визначену генпланом;
- наявність об'єктів інженерного захисту на схилі (укосі) і біля прибрівкової частини плато, їх економічна і культурна цінність, інженерний стан і функціональне призначення;
- геоморфологічна (конфігурація, експозиція, геометричні параметри, висота, крутість, наявність терас) і тектонічна характеристики схилу (укосу);
- історія освоєння схилу з висвітленням усіх видів робіт - земляних, будівельних, гірничих, розвідувальних, геологічних, археологічних тощо, що проводились в минулому на схилі і на прилеглих до нього ділянках;
- характер можливої підробки в зонах впливу схилів підземними виробками різного роду згідно з [7];

- характеристика ґрунтово-рослинного шару, його стан, породи дерев на час вишукувань і у минулому.

6.3 Інженерно-геодезичні вишукування повинні містити:

- відомості про застосовану опорну геодезичну мережу;
- топографічні плани зсувної (обвальної) і прилеглої зон;
- поперечні профілі (в невикривленому масштабі) зсувних і обвальних схилів (укосів);
- матеріали топографічних зйомок минулих років, що характеризують зміни рельєфу зсувної (обвальної) зони за період попередніх вишукувань і результати стаціонарних спостережень;
- архівні матеріали, що характеризують зміни обрису рельєфу за історичний період (до і після утворення зсувів і обвалів);
- для зсувних територій графіки динаміки зсувних зміщень в часі по основних поперечних профілях.

6.4 Інженерно-геологічні вишукування мають включати оцінку стійкості системи "зсувонебезпечний схил - об'єкти інженерного захисту та споруди інженерного захисту" в природних умовах і прогнозу змін в процесі господарського освоєння території.

6.5 Інженерно-геологічні вишукування повинні містити інформацію про:

- місце розташування району (майданчиків, ділянки) вишукувань, дані про об'єкти інженерного захисту;
- вивченість інженерно-геологічних умов (характер і причини деформації основ об'єктів інженерного захисту;
- фізико-географічні умови:

а) особливості зсувів та обвалів, форми мікрорельєфу, дані про наявність і тип рослинності, положення стовбурів дерев ("п'яний ліс");

б) рельєф (із зазначенням абсолютних відміток поверхні, уклонів, відносного перевищення);

в) гідрографію і гідрологію, якщо територія перебуває в сфері впливу водойм і ерозійних процесів;

г) клімат (атмосферні опади, температурний режим, сніговий покрив, льодовий режим);

- геологічну будову та властивості ґрунтів:

а) умови залягання ґрунтів та літолого-петрографічну характеристику шарів ґрунтів за генетичними типами з виділенням в ґрунтовому масиві поверхонь і зон послаблення, сейсмічності (визначення рівня сейсмічності ділянки за результатами сейсмічного мікрорайонування);

б) характеристику фізико-механічних властивостей ґрунтів та їх зміну при водонасиченні;

в) виділення інженерно-геологічних елементів (далі - ІГЕ) і розрахункових ґрунтових елементів відповідно до ДСТУ Б В.2.1-5 (ГОСТ 20522);

г) характеристики фізичних, деформаційних і міцнісних властивостей ґрунтів за I та II групами граничних станів;

д) характеристики ґрунтів із особливими властивостями потрібно наводити згідно з 7.2.6.6 ДБН А.2.1-1 (висвітлюють результати випробувань ґрунтів з особливими властивостями);

- гідрогеологічні умови (джерела замочування ґрунтів схилу (природні та техногенні), місця виходу води на поверхню, наявність водоносних горизонтів, включаючи "верховодку", режим підземних вод, умов дренування, джерела та області їх живлення, взаємозв'язки між окремими водоносними шарами; фільтраційні властивості водоносних ґрунтів; прогнозований РГВ та його режими; хімічний склад підземних і поверхневих вод, включаючи агресивність підземних вод до бетону та арматури; вплив підземних і поверхневих вод на стійкість схилу (укосу);
- сучасні геологічні та інженерно-геологічні процеси і явища: виявлення небезпечних геологічних процесів, що сприяють виникненню та розвитку зсувів і обвалів (абразії, водної і вітрової ерозії тощо);
- характеристики деформацій ґрунтових масивів з уточненням їх типів, масштабності і причин виникнення, а також дані:

а) для зсувів - тип, вік, стадії і фази розвитку, режим руху, швидкість зміщення, потужність і внутрішня будова зсувного тіла, обрис поверхні зсувного зміщення (з визначенням ступеня їх належності до поверхонь і зон послаблення, що міститься в ґрунтовому масиві);

б) для обвалів, вивалів і осипів - об'єми ґрунтових масивів і окремих уламків ґрунту, інтенсивності осипання, результати дослідів щодо скидання каменів (швидкість падіння, величини "відскоку" тощо):

- оцінку стану (ефективності роботи) існуючих споруд, включаючи захисні;
- оцінку зсувної небезпеки та ризику зсувів і обвалів залежно від стадійності проектування та об'єму вихідних даних;
- прогноз змін інженерно-геологічних умов і оцінка впливу цих змін на стійкість схилу (укосу);
- розроблення рекомендацій з інженерного захисту.

6.6 При прогнозуванні змін гідрогеологічних умов територій внаслідок будівництва необхідно оцінювати:

- підпір підземних вод на берегових схилах при створенні водосховищ;
- підтоплення території внаслідок підвищення РГВ або утворення нових водоносних горизонтів внаслідок витоків з водонесучих комунікацій і поливу зелених насаджень, а також через зменшення випаровування з поверхні ґрунту при забудові та водонепроникному покритті території;
- зниження рівня та напору підземних вод через улаштування дренажів, а також під час будівельних робіт на схилі з водовідливом із котлованів і траншей через загрозу додаткових деформацій ґрунтового масиву.

6.7 Матеріали інженерно-гідрометеорологічних вишукувань повинні включати: гідрологічні, метеорологічні і кліматичні відомості про район, в межах якого розташована зсувна (обвальна) ділянка.

6.8 Гідрологічні матеріали (якщо територія перебуває в сфері впливу водосховищ, водойм, річок, морів) повинні містити для:

а) берегів водосховищ та водойм - відомості про режим рівнів води, про фактичний хвильовий режим, що встановлений спостереженнями (особливо при штормах із найбільшою повторюваністю), про розрахункові параметри хвиль; про швидкості вздовж берегових течій і про місцеві льодові явища на акваторії водосховищ, прилеглої до ділянки, де проектують захисні берегоукріплювальні споруди;

б) річок - відомості про максимальні та мінімальні рівні води, про річні коливання рівнів води в характерні роки, про добові коливання рівнів води в зоні впливу гідроелектростанцій, про вітрові хвилі та хвилі, що виникають при русі суден; про характерні швидкості течії та льодові явища на ділянках, де проектують захисні берегоукріплювальні споруди, про деформації русел;

в) морів - відомості про фактичний хвильовий режим, що встановлений спостереженнями, про коливання рівня моря, про припливно-відливні процеси, про вздовжберегові течії, льодовий режим, про міграції наносів, їх баланс і джерела живлення пляжів.

6.9 Інженерно-геофізичні дослідження слід виконувати для просторової кореляції розрізів і даних інженерно-геологічних вишукувань, розчленування порід і виявлення тектонічних розломів, поверхонь і зон послаблення, визначення глибини зони водонасичення, капілярного підняття, оконтурювання "верховодок" природного і техногенного походження, "похованих" долин, гідрогеологічних "вікон" і інших неоднорідностей масиву ґрунтів, які здатні зменшити стійкість зсувного масиву.

6.10 При проектуванні будівель і споруд слід прогнозувати можливі зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів:

- через зміну ступеня обводненості ґрунтів внаслідок зміни величини інфільтрації атмосферних опадів у ґрунт, а також через коливання (підйом або зниження) РГВ;
- дії вивітрювання;
- дії вібрації від працюючих машин і механізмів тощо;
- відтанення ґрунту.

6.11 На територіях зі складними інженерно-геологічними й гідрологічними умовами за відповідного обґрунтування слід передбачати виконання спеціальних видів вишукувань (дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі (далі - ДЗЗ), газохімічна зйомка тощо), режимних спостережень, науково-дослідних робіт та різних видів моделювання, прогнозування застосування експериментальних заходів та споруд інженерного захисту.

6.12 Звіти з інженерно-геологічних вишукувань повинні відповідати вимогам ДБН А.2.1-1 з обов'язковим зазначенням основних факторів, які впливають на прогноз стійкості схилу (укосу).

7 ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ПРИЗНАЧЕННЯ СПОРУД ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ТА ЗАХОДІВ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ

7.1 Споруди та заходи інженерного захисту повинні забезпечити:

- заданий (нормований) коефіцієнт запасу стійкості схилу шляхом влаштування споруд інженерного захисту та виконання ефективних і економічних заходів інженерного захисту протидії явищам і причинам, що спричиняють зсув або знижують коефіцієнт стійкості зсувонебезпечних ділянок;
- довготривалу стабілізацію зсувного та зсувонебезпечного схилу, на якому будують об'єкти інженерного захисту, без будь-яких наднормованих деформацій його основи, які можуть вплинути на їх експлуатацію;
- стабільність прилеглих схилів від можливості утворення нових та активізації призупинених зсувів, пов'язаних із будівництвом об'єктів інженерного захисту;
- підвищення стійкості схилу до нормованого коефіцієнта запасу стійкості в залежності від класу наслідків (відповідальності) об'єктів інженерного захисту;
- протизсувний захист окремо розташованих об'єктів інженерного захисту, якщо неможливо чи економічно недоцільно стабілізувати весь схил.

7.2 В залежності від причин, що викликають зсуви або обвали, передбачають такі основні заходи інженерного захисту, які підвищують стійкість схилу (укосу):

- регулювання поверхневого стоку і захист поверхні схилу від шкідливих дій води (планування території, влаштування систем поверхневого водовідведення, попередження інфільтрації дощових і талих вод у ґрунт, захист від ерозійних процесів);
- регулювання підземного стоку (перехоплення або пониження рівня підземних вод), улаштування дренажів і каптажу;
- захист схилу від вітрової та водної (поверхневої та глибинної) ерозій;
- штучну зміну рельєфу схилу шляхом регулювання балансу мас та планування поверхні схилу і прилеглої до нього території;
- закріплення ґрунтів (електрохімічне, цементація, силікатизація, обпалювання, покриття торкрет-бетоном, набризкбетоном тощо);
- агролісомеліорацію;
- поліпшення фізико-механічних властивостей зсувних ґрунтових мас за різними технологіями (ін'єктування ґрунтів укріплюючими розчинами, ґрунтоцементними елементами, влаштованими за бурозмішувальною та струменевої технологією цементації тощо) з урахуванням прогнозів можливих станів об'єкта інженерного захисту;
- армування ґрунту георешітками та геотекстилем;
- підтримання спеціального режиму експлуатації споруд інженерного захисту.

7.3 До профілактичних заходів інженерного захисту об'єктів інженерного захисту відносять:

- моніторинг динаміки зсувних деформацій щодо збереження і стійкості об'єктів інженерного захисту на зсувонебезпечній ділянці з метою попередження аварій;
- встановлення охоронних зон об'єктів інженерного захисту;
- моніторинг щодо збереження існуючого стану споруд інженерного захисту;
- ремонт споруд інженерного захисту;
- планування поверхні водозбору;

- будівництво об'єктів інженерного захисту відповідно до стадій розвитку зсувного процесу.

Протизсувні заходи інженерного захисту слід проектувати та виконувати з профілактичною метою на найбільш загрозливих ділянках схилу.

7.4 Для захисту об'єктів інженерного захисту застосовують такі протизсувні та протиобвальні споруди інженерного захисту:

- протизсувні споруди, включаючи конструкції глибокого закладання (контрбанкети, контрфорси, підпірні та армоґрунтові стіни, пальові й анкерні конструкції тощо);
- фундаменти, що обтікаються зсувним ґрунтом;
- протиерозійні конструкції;
- берегозахисні споруди для захисту від підмиву та розмиву берегів і схилів морів, водосховищ, річок та тимчасових водотоків (плити, габіони з дроту або георешітки, геосинтетичні гнучкі тюфяки (матраци), кам'яний накид, блоки тощо);
- уловлюючі споруди і пристрої (уловлюючі стіни, вали, траншеї тощо);
- перехоплюючі протиобвальні споруди і галереї.

7.5 Протизсувні споруди інженерного захисту призначені для закріплення зсувів ковзання або видавлювання на схилах, де нижче поверхні зсуву або зони деформування ґрунтів залягають міцні та стійкі ґрунти, в які слід заводити протизсувні елементи. При цьому коефіцієнт стійкості за будь-яких поверхонь зсуву, що проходять під нижніми кінцями утримуючих елементів, не повинен бути меншим за нормований коефіцієнт запасу стійкості.

7.6 До протизсувних споруд інженерного захисту слід включати найбільш ефективні споруди інженерного захисту, придатні для роботи в конкретних умовах зсувного або зсувонебезпечного схилу та здатні забезпечити його загальну та місцеву стійкість.

7.7 До протизсувних споруд інженерного захисту належать споруди та конструкції, що сприймають тиск зсувного ґрунтового масиву, і призначені для підвищення коефіцієнта стійкості схилу (буроін'єкційні (за відповідного обґрунтування) або буронабивні палі з ростверком або без нього, шпонки, що перетинають послаблену зону і фіксуються в міцній стійкій основі, підпірні стіни, контрбанкети, контрфорси й анкерні кріплення). Для стабілізації глибоких зсувів слід застосовувати конструкції глибокого закладання: пальові, пальово-анкерні споруди, анкерні кріплення, барети.

7.8 Протизсувні споруди інженерного захисту та їх окремі конструкції в будь-який період їх зведення повинні бути стійкими при зсувних впливах під час їх будівництва та експлуатації. При проектуванні споруд інженерного захисту слід забезпечити конструктивну міцність, а також довготривалу їх стійкість проти агресивних впливів.

При виборі споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту слід враховувати умови їх застосування згідно з [1].

7.9 Вибір типу протизсувних споруд інженерного захисту, їх розташування на схилі, кількість та конструктивні розміри залежать від величини зсувного тиску та виконують за результатами розрахунків стійкості схилу за умови забезпечення нормованого коефіцієнта запасу стійкості схилу на основі техніко-економічного порівняння можливих однаково стійких (з однаковими значеннями коефіцієнтів стійкості) варіантів з урахуванням:

- інженерно-геологічних, гідрогеологічних і геоморфологічних особливостей зсувної (зсувонебезпечної) території;
- інженерно-геологічних умов конкретної території, що визначають величину зсувного тиску;
- уклону та глибини залягання покрівлі міцних незачеплених зсувом ґрунтів;
- положення поверхні зсуву на місці влаштування протизсувних споруд інженерного захисту;
- міцності порід у зоні зсуву та в зсувних накопиченнях;
- використання геотекстильних та місцевих матеріалів;
- умов виконання робіт.

7.10 Протизсувні споруди інженерного захисту не слід проектувати на зсувних територіях, якщо при інженерно-геологічних вишукуваннях експериментально не визначена поверхня ковзання або зона деформованого ґрунту.

7.11 У випадку, якщо стабілізація схилу чи інженерний захист зсувної ділянки неможливі влаштуванням лише однієї протизсувної споруди інженерного захисту, слід застосовувати декілька протизсувних конструкцій, розташованих на схилі ярусами. Вибір оптимальної кількості ярусів виконують на основі техніко-економічного порівняння варіантів.

7.12 Влаштування протизсувних споруд інженерного захисту слід поєднувати із заходами протиерозійного захисту поверхні схилу, а також із регулюванням поверхневого та підземного стоків.

7.13 Гравітаційні або кутникові підпірні стіни слід застосовувати для стабілізації зсувонебезпечних схилів. Підошви фундаменту підпірних стін (за технічної та економічної доцільності) слід влаштовувати нижче поверхні ковзання в міцних незачеплених зсувом ґрунтах нижче поверхні ковзання або в поєднанні із пальовими або анкерними конструкціями.

За підпірними стінами влаштовують дренаж та водовипуски з відведенням води у відкриту або закриту водовідвідну мережу. Дренаж підземних та інфільтраційних вод в армоґрунтових підпірних стінах забезпечується особливостями їх конструкції.

7.14 Підпірні стіни проектують згідно з [8, 9]. Розрахунки стійкості та міцності підпірних стін слід виконувати згідно з [9] з урахуванням:

- зсуву в бік падіння схилу в площині контакту фундаменту стіни з основою;
- зсуву за розрахунковою поверхнею ковзання з найменшим коефіцієнтом стійкості;
- глибинного зсуву нижче підошви фундаменту підпірної стіни.

7.15 Анкерні кріплення застосовують як самостійні конструкції, так і сумісно з протизсувними спорудами інженерного захисту для закріплення зсувних та зсувонебезпечних територій.

Корені анкерів розташовують за межами поверхні ковзання або зони деформованого ґрунту в міцних і стійких ґрунтах. Довжину кореня анкера визначають з урахуванням фізико-механічних характеристик ґрунтів, діючих в анкері зусиль, геологічних і гідрогеологічних умов, технології та послідовності робіт тощо.

7.16 Контрбанкети з каменю або крупнозернистого ґрунту влаштовують у вигляді насипу у нижній частині зсувного або зсувонебезпечного схилу для укріплення або запобігання видавлюванню ґрунту з основи.

7.17 Контрфорси у вигляді поперечних стін застосовують для підсилення основної несучої протизсувної конструкції шляхом сприйняття частини горизонтальних зусиль. Розрахунок контрфорсів проводять на стійкість.

7.18 Шпонки використовують для закріплення зсувів ковзання в скельних і напівскельних ґрунтах. При зсувах, що зміщуються по напівскельних ґрунтах і сипких ґрунтах, міцність шпонок на зріз та згин повинні бути достатніми для сприйняття розрахункової величини зсувного тиску.

7.19 Розрахунки споруд інженерного захисту проводять з урахуванням можливих змін у часі гідрогеологічних умов та факторів, що сприяють утворенню зсувів. Влаштування протизсувних споруд інженерного захисту найбільш доцільно проводити для укріплення зсувних територій, коли технічно неможливо або економічно недоцільно досягти нормованого коефіцієнта запасу стійкості шляхом зменшення крутизни схилу або іншими засобами інженерного захисту.

7.20 Розрахунки споруд інженерного захисту слід виконувати за першою та другою групами граничних станів з урахуванням можливої зміни фізико-механічних характеристик ґрунтів під дією природних чи техногенних факторів, а також зміни гідрогеологічного режиму згідно з ДБН В.2.1-10.

7.21 Вибір заходів та споруд інженерного захисту повинен базуватись на інженерних розрахунках і техніко-економічному порівнянні варіантів, враховувати містобудівні вимоги, а також вимоги щодо охорони навколишнього середовища та раціонального використання земельних

ресурсів, забезпечувати підвищення ступеня стійкості схилів, надійне та безпечне функціонування споруд інженерного захисту протягом проектного строку служби об'єктів інженерного захисту.

7.22 При виборі споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту слід враховувати можливі циклічність, ритмічність, стадійність та сезонність розвитку зсувів та обвалів, імовірність впливу негативних факторів на стійкість схилів та укосів. Заходи інженерного захисту та зведення споруд інженерного захисту слід проводити в період мінімальної кількості атмосферних опадів.

Економічний ефект від впровадження споруд інженерного захисту та заходів інженерного захисту визначають розмірами запобігання збиткам від дії зсувів та обвалів на об'єкти інженерного захисту.

7.23 Поверхневий стік з площі басейну зони зсуву слід перехоплювати вище можливого зсуву шляхом улаштування нагірних і водовідвідних канав, відкритих і закритих лотків тощо. У зсувних зонах улаштовують прорізі, які розташовують за напрямком руху зсуву. Для покращення умов стоку води з поверхні схилу слід проводити мікропланування (ліквідацію впадин, пагорбів, забутування тріщин заколів тощо).

7.24 Регулювання підземного стоку проводять для зниження РГВ та зменшення гідродинамічного тиску на схил, зменшення кількості гравітаційної води в зсувному масиві ґрунту, збору та відведення підземних вод, що виклинилися на поверхню схилу.

Для перехоплення підземних вод на зсувних і зсувонебезпечних ділянках та схилах слід влаштовувати дренажі:

- горизонтальні (трубчасті, дренажні прорізи, галереї, похилі свердловини-дрени);
- вертикальні (колодязі, голкофільтри, свердловини-дрени);
- променеві та комбіновані;
- накладні та каптаж джерел.

7.25 Усі об'єкти інженерного захисту, що створюють перешкоду на шляху ґрунтових вод (баражний ефект), повинні мати протифільтраційний захист та супутні дренажі.

При проектуванні споруд інженерного захисту необхідно передбачати дренування підземних вод та зневоднення масиву ґрунту на ділянці можливого зсуву.

7.26 На зсувних ділянках дренажі влаштовують під захистом протизсувних споруд інженерного захисту. Дренажі без захисту споруд інженерного захисту встановлюють вище чи нижче активної зони зсуву на стійких ділянках.

7.27 Конструкції дренажів на схилах слід призначати на основі гідрогеологічних розрахунків, що визначають безпечне положення поверхні депресії (виключення витоків води на схил тощо), глибину закладання дренажу, витрату води, що надходить до дренажу тощо.

Скидання поверхневих і підземних вод безпосередньо на схили забороняється.

7.28 Захист схилу від вітрової та водної ерозії проводять при його вертикальному плануванні шляхом дернування, висівання трав, насадження кущів, заміни ґрунту, улаштування захисних покриттів, у тому числі георешітчастих конструкцій, а для напівскельних ґрунтів - торкретування.

7.29 На ділянках схилу, де є круті, нависаючі обриви, повинно бути передбачено зменшення крутизни схилів шляхом зрізання і засипання ярів фільтруючим матеріалом (піском) із влаштуванням дренажних випусків в основі засипки.

На ділянках заповідних територій, де є залишки стародавнього планування і забудови, забороняється виконувати земляні роботи з перебудовою ландшафтів.

7.30 Найбільш доцільним видом підвищення стійкості схилів є планування (зрізка різноманітних виступів, валів, засипка западин тощо) і перегрупування мас ґрунту, що не повинно порушувати умов поверхневого і підземного стоків.

7.31 Зменшення крутизни схилів (укосів) слід проводити шляхом зрізання ґрунту у верхній частині схилу (в голові зсуву) з переміщенням земляних масивів й укладанням цього ґрунту в підніжжя зсуву.

Необхідний об'єм зрізання ґрунтових мас в активній частині зсуву чи об'єм укладки ґрунту в зоні його випору визначають разом із розрахунком стійкості схилу.

Роботи зі зрізання зсувних схилів слід проводити по напрямку зверху донизу.

7.32 Усі виявлені на схилі джерела та джерела, що розкриті під час планувальних робіт, повинні бути каптовані і відведені в систему зливової каналізації.

8 ВИМОГИ ДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1 Матеріали оцінки впливів на навколишнє середовище в проектній документації на здійснення заходів з інженерного захисту територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів розробляють у повному обсязі згідно з ДБН А.2.2-1.

ОВНС виконують для оцінки впливу на навколишнє природне середовище запланованої чи здійснюваної діяльності, обґрунтування її доцільності та способу реалізації, визначення можливих альтернативних варіантів рішень, характеристик стану довкілля, видів та рівнів впливу на нього в нормальних і екстремальних умовах, можливих змін цього якісного стану, еколого-економічних наслідків діяльності, заходів щодо зменшення рівня екологічного ризику і забезпечення вимог екологічної безпеки.

8.2 При проектуванні споруд інженерного захисту виконують оцінку впливу споруд на навколишнє середовище для визначення шляхів і способів забезпечення безпечного для життя стану довкілля і вимог екологічної безпеки.

Захист об'єктів інженерного захисту слід проектувати із найменшим негативним впливом на довкілля.

Заходи щодо охорони навколишнього середовища слід розробляти комплексно на основі прогнозу їх зміни у зв'язку із будівництвом інженерного захисту об'єктів згідно з ДБН А.2.2-1.

8.3 За техніко-економічного обґрунтування при проектуванні споруд інженерного захисту повинні враховуватись гранично-допустимі навантаження на довкілля як у будівельний, так і в експлуатаційний періоди та передбачатись надійні й ефективні заходи попередження та усунення забруднення довкілля, його оздоровлення, раціональне використання і відновлення природних ресурсів.

8.4 При проведенні земляних робіт з улаштування фундаментів протизсувних споруд інженерного захисту необхідно вживати заходів зі збереження рослинного шару, закріплення схилів і укосів, що перешкоджає розвитку водної і вітрової ерозії, абразії, та забезпечує безпечне скидання поверхневого стоку.

8.5 Моніторинг повинен забезпечувати постійний збір та обробку екологічних даних, пов'язаних з природокористуванням, і давати змогу своєчасно визначати напрямки розвитку тенденцій екологічної системи, змінювати процеси в екологічно безпечному напрямку, оперативно реагувати на можливі аварійні ситуації, пов'язані з природокористуванням.

При влаштуванні будівель і споруд інженерного захисту зі значними наслідками (СС3) слід проводити науково-технічний супровід будівництва об'єктів інженерного захисту згідно з ДБН В.1.2-5 для своєчасного реагування на негативний вплив будівництва на довкілля.

8.6 При будівництві споруд інженерного захисту об'єктів слід ураховувати їх вплив на геологічне середовище (зміну гідрогеологічного режиму, активізацію небезпечних екзогенних геологічних процесів тощо).

ДОДАТОК А
(довідковий)

ПОРУШЕНІСТЬ ЗСУВАМИ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ТА ЇХ ПОШИРЕННЯ У МЕЖАХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ РЕГІОНІВ

А.1 Порушеність зсувами території України наведено на рисунку А.1.

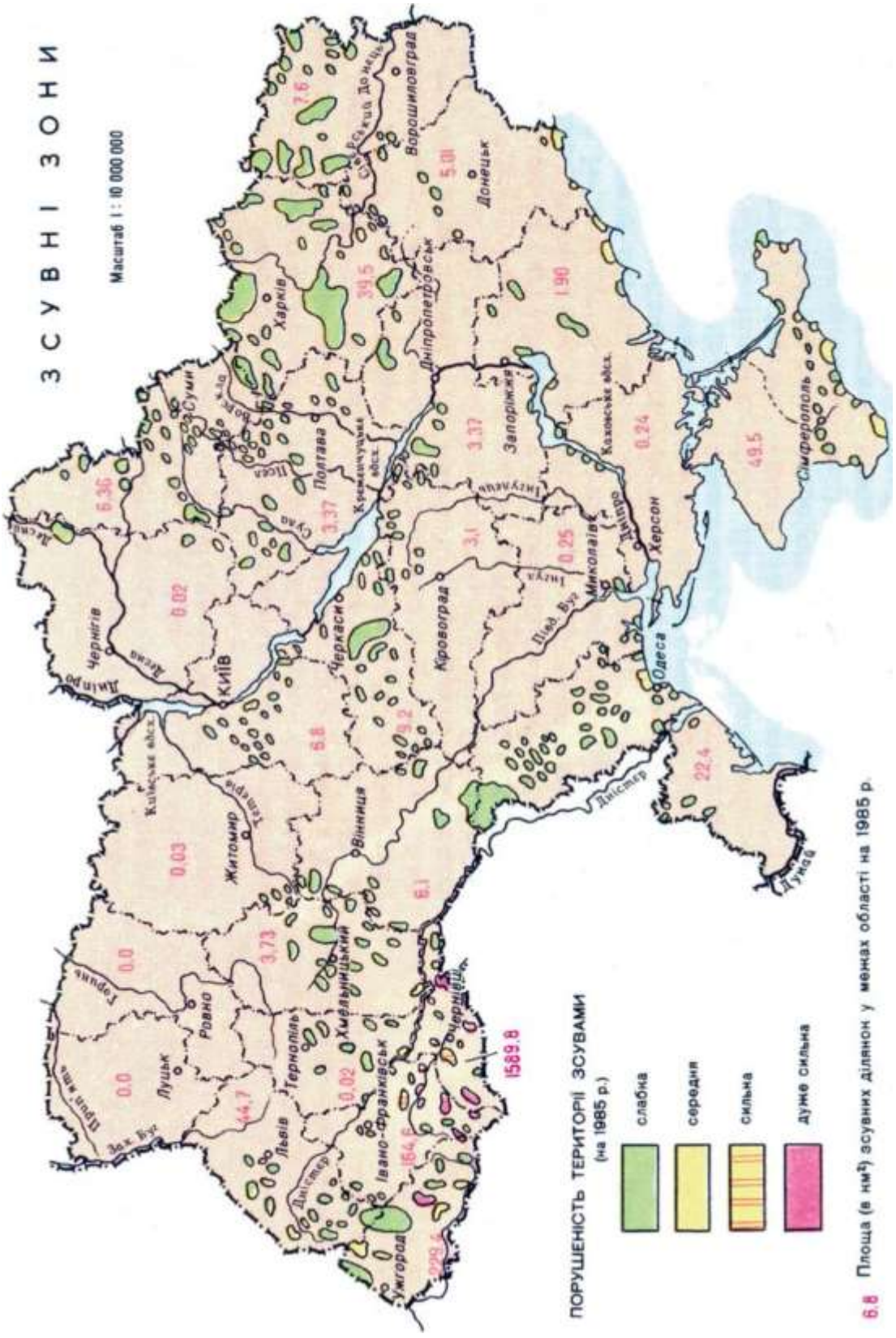


Рисунок А.1 - Порушеність території України зсувами

А.2 Поширення зсувів у межах інженерно-геологічних регіонів наведено на рисунку А.2 [10].

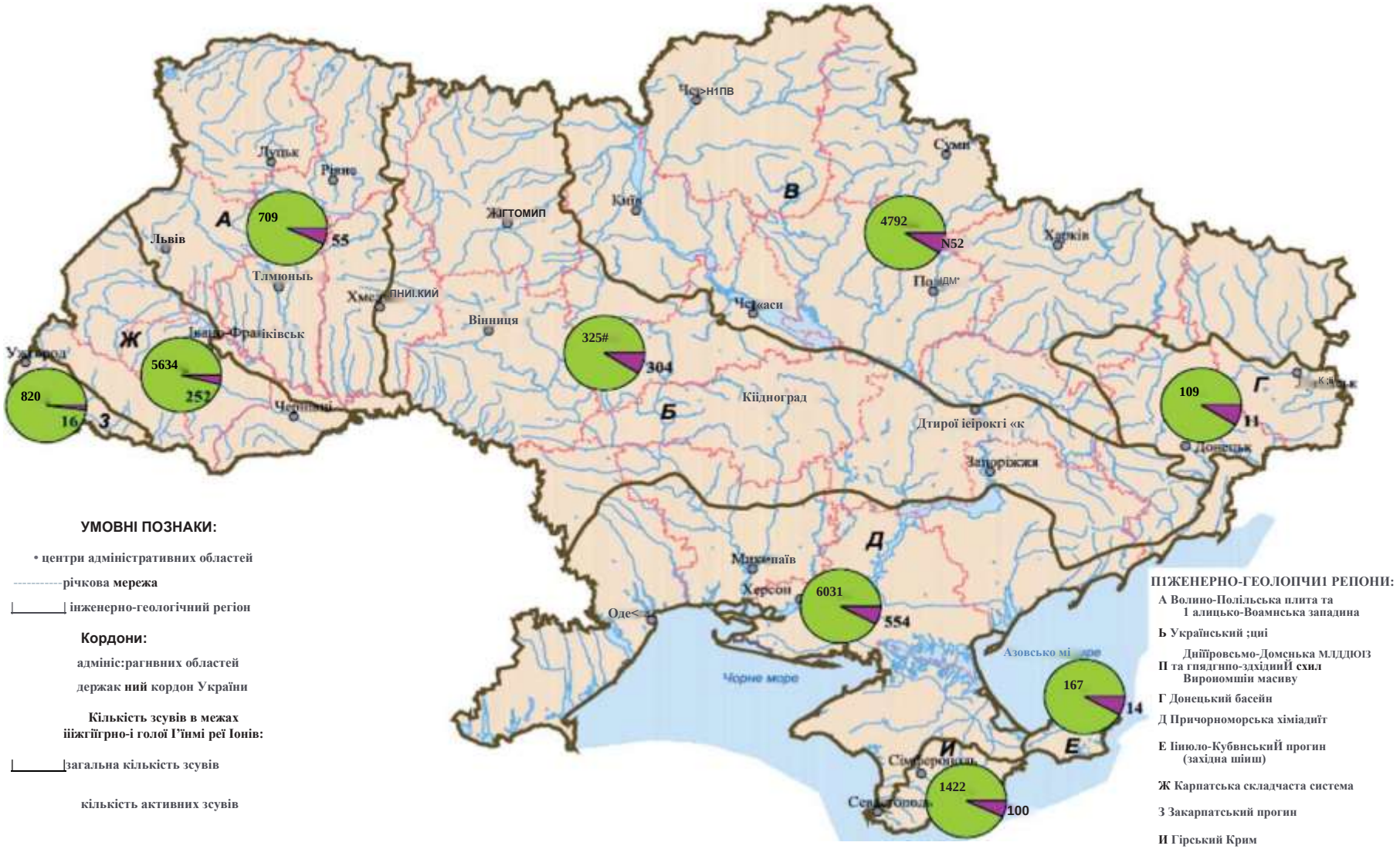


Рисунок А.2 - Поширення зсувів у межах інженерно-геологічних регіонів України

А.3 Основні кількісні характеристики поширення зсувів на території України наведено в таблиці А.1 [10].

Таблиця А.1 - Характеристика поширення зсувів на території України

Ч.ч.	Назва адміністративної одиниці	Кількість зсувів			Кількість об'єктів господарської діяльності у зоні зсувів	Площа зсувів	
		загальна	активних	на забудованій території		загальна, км^2	активних, км^2
1	АР Крим	1589	113	598	905	58,44	7,2800
2	Вінницька	339	-	17	23	16,55	-
3	Волинська	-	-	-	—	-	-
4	Дніпропетровська	382	12	165	167	20,84	0,4380
5	Донецька	189	91	39	66	9,03	4,0800
6	Житомирська	10	-	-	—	0,01	-
7	Закарпатська	3278	14	8	64	385,00	0,2400
8	Запорізька	205	103	24	2	3,60	1,9430
9	Івано-Франківська	805	95	85	45	301,00	10,8000
10	Київська	814	32	67	9	23,75	0,7700
11	Кіровоградська	140	12	18	1	3,04	0,2200
12	Луганська	769	339	38	30	6,62	4,8200
13	Львівська	1347	19	162	29	292,60	0,4200
14	Миколаївська	1150	100	51	59	8,98	0,7700
15	Одеська	5836	478	156	101	66,30	5,4000
16	Полтавська	824	4	116	20	63,90	0,0014
17	Рівненська	-	-	-	—	-	-
18	Сумська	567	3	30	1	7,44	0,1000
19	Тернопільська	117	24	38	—	11,74	1,1500
20	Харківська	1615	1	68	1	40,30	0,0900
21	Херсонська	33	18	12	17	0,85	0,7500
22	Хмельницька	423	3	40	43	20,96	0,0030
23	Черкаська	1033	161	281	2	33,99	4,6100
24	Чернівецька	1468	154	570	49	760,20	49,8000
25	Чернігівська	9	1	1	4	0,03	0,0400
Всього по Україні		**22942**	**1777**	**2584**	**1638**	**2135,17**	**93,73**

ДОДАТОК Б
(довідковий)

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗСУВНИХ ТА ОБВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ НА СХИЛАХ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Б.1 Характеристики схилів на території України наведені в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 - Основні характеристики схилів на території України

Області	Схили	Параметри		Геологічний субстрат	Основні схилові процеси	Основний природний фактор
		Висота, м	Нахил, град			
Рівнинна	Річкових долин	30-100	5-50	Горизонтальні шари четвертинних і пелеогеново-неогенових ґрунтів	Зсуви у зв'язку з ерозією	Бічна й донна ерозія
	Морських узбереж	30-100	5-60	Те саме	Зсуви у зв'язку з абразією	Абразія
	Балок, ярів	10-40	5-90	»	Зсуви у зв'язку з ерозією	Ерозія
Гірська	Високих гір	1000	10-90	Скельні ґрунти всіх віків	Обвали, зсуви, селі, лавини	Вивітрювання, ерозія
	Середніх гір	500-1000	10-90	Скельні й напівскельні ґрунти	Обвали, селі	Ерозія, вивітрювання
	Низьких гір	До 500	10-40	Скельні й напівскельні, пухкі ґрунти	Зсуви	Ерозія

Б.2 Класифікація гравітаційних процесів та явищ на схилах за видами руху мас ґрунту:

- обвальні - обвалення та скочування гірських порід по схилу (обвали, осипи, вивали, лавини щебенево-глибові);
- складні та перехідні до ковзання (зсуви-обвали, осови);
- зсувні - ковзання порід різного об'єму, складу та стану по поверхнях шарів ґрунту (зсуви різного типу за механізмом: видавлювання, ковзання, в'язкопластичні, зсуви-потоки, спливи, оплывини та перехідні типи);
- суфозійні - винесення найдрібніших часток ґрунту або розчинних речовин підземними водами, що виходять на схилі (укосу) у вигляді джерел, що призводить до розпушення піщаних порід і обумовлює зміщення ґрунтів, розміщених вище;
- соліфлюкційні - стікання ґрунту, насиченого водою, по мерзлій поверхні зцементованої льодом основи схилів:

а) ковзання - зміщення відталих порід сезонно-талого шару по лінії розділу мерзле-тале (в'язкопластичні, в'язкі);

б) криогенні зсуви-течії (швидка соліфлюкція) - розрідження порід сезонно-талого шару та їх в'язкопластичні течії по поверхні багаторічних мерзлих ґрунтів;

- складні та перехідні (проміжного типу: від зсувів потоків до соліфлюкційних тощо). Схема класифікації схилів показана на рисунку Б.1.

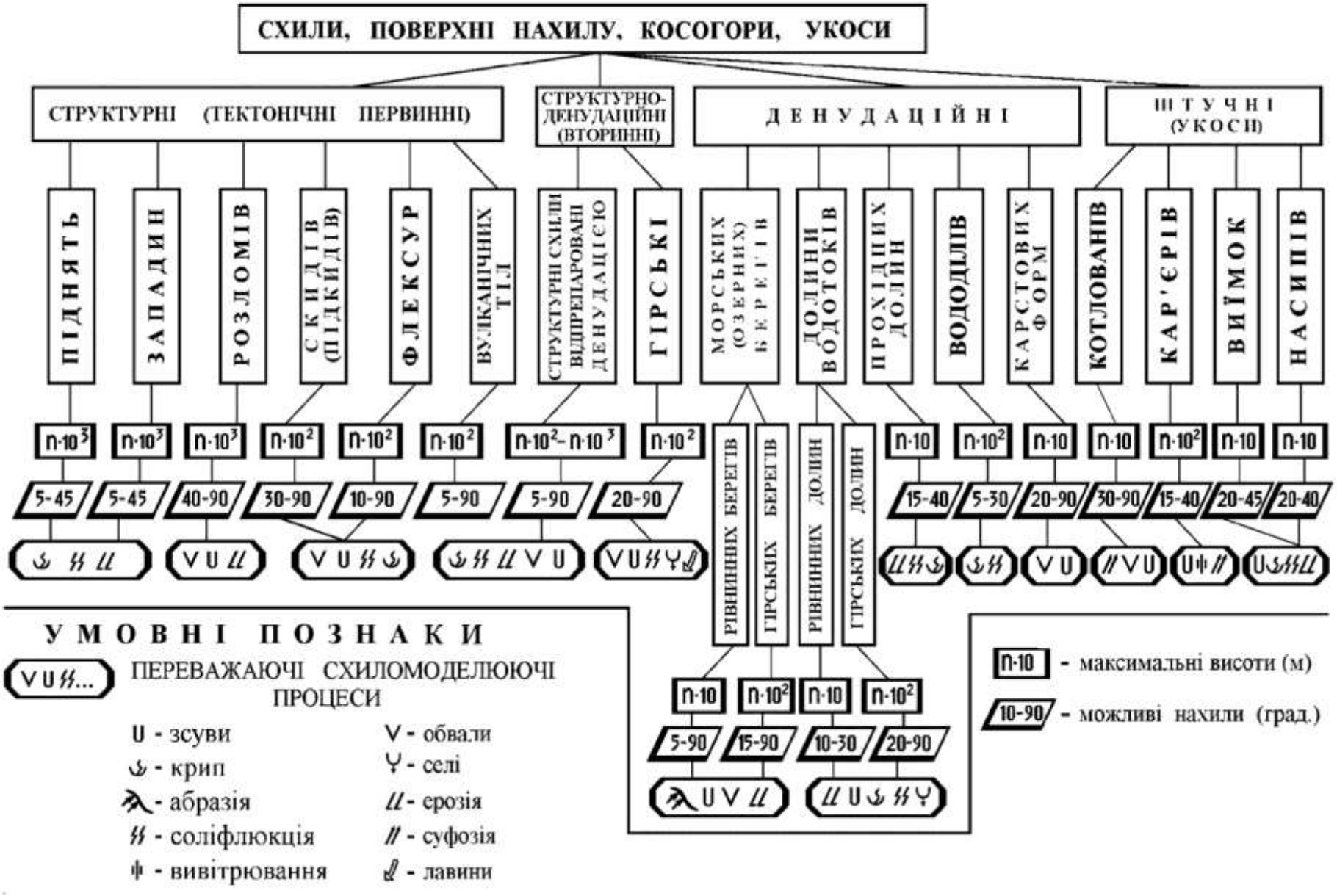


Рисунок Б.1 - Схема класифікації схилів

Б.3 За механізмом зміщення зсуву:

- зсуви (ковзання) - відрив масиву ґрунтів зі зсовуванням за певною поверхнею зміщення, що збігається, частково збігається чи не збігається з поверхнею послаблення;
- зсуви в'язкопластичні - зміщення водонасичених порід малої міцності у вигляді в'язкопластичної чи в'язкої течії;
- зсуви суфозійно-просадочні, швидкоплинні через просідання лесових ґрунтів від їх власної ваги при замочуванні або напружень від власної ваги ґрунтів і розподільних тисків фундаментів споруд;
- зсуви гідродинамічного виносу: зміщення ґрунтів під дією фільтраційних сил;
- зсуви раптового розрідження: дуже швидке зміщення ґрунтів за уклоном рельєфу при розрідженні слабоущільнених глинистих порід чи дрібних пісків;
- зсуви-лавини: дуже швидке зміщення уламкового матеріалу без втрати контакту з основою;
- зсуви складного механізму: різні комбінації типів деформацій; поєднання та перехід одних типів зсувів в інші.

Б.4 За віком та фазами розвитку зсуву:

- сучасні зсуви, що утворилися при сучасному базисі ерозії та рівні абразії:

а) рухомі;
б) призупинені;
в) такі, що зупинились,
г) такі, що закінчились;

- стародавні зсуви, що утворились при іншому базисі ерозії та рівні абразії:

а) відкриті (нічого, крім ґрунту і елювію, на поверхні не мають);
б) поховані (перекриті пізнішими відкладеннями).

Б.5 Класифікація зсувів та обвалів для окремих регіонів України (Карпат, Криму, Причорномор'я тощо) має свої особливості, пов'язані з особливостями інженерно-геологічних умов територій і, в першу чергу, зі складом, структурою та властивостями порід стратиграфо-генетичних комплексів, що складають схили, гідрогеологічними, кліматичними умовами тощо.

Б.6 Класифікація процесів на схилах, типи деформацій схилів та укосів за механізмом зміщення, об'єми зсувів та обвалів на схилах (укосах) за масштабом їх проявів, характеристики фактор-процесів схилу (укосу) за генетичними ознаками наведені у таблицях Б.2, Б.3, Б.4 та Б.5.

Б.7 За ознаками морфометрії (висота, крутість, конфігурація), за геологічною будовою, складом та властивостями складових ґрунтів, гідрогеологічними і гідрологічними умовами, характером, силою, інтенсивністю зовнішніх впливів на території України виділяють схили, характеристики яких наведені в таблиці Б.6.

Таблиця Б.2 - Класифікація процесів на схилах [11, 12]

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="3">Основні види руху ґрунтів на схилі (типи зсувів)</td><td colspan="3">Типи ґрунтів</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Скельні</td><td colspan="2">Ґрунти</td></tr>
<tr><td>Переважно великоуламкові</td><td>Переважно дисперсні</td></tr>
<tr><td colspan="3">Обвали</td><td>Обвал скельних ґрунтів</td><td>Обвал уламкових мас</td><td>Обвал глинистих мас</td></tr>
<tr><td colspan="3">Перекидання</td><td>Перекидання блоків скельних ґрунтів</td><td>Перекидання уламкових мас</td><td>Перекидання глинистих мас</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Зсуви ковзання</td><td>З обертанням (зміщення ґрунтів по криволінійній поверхні)</td><td rowspan="2">Мало пакетів і брил</td><td>З обертанням скельних ґрунтів</td><td>З обертанням уламкових мас</td><td>Із сповзанням глинистих мас (спливи, опливи)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Консеквентні (зміщення ґрунтів по одній або декількох площинах ослаблення в масиві)</td><td>Зміщення блоків скельних ґрунтів</td><td>Зсув пакетів уламкових мас по площині</td><td>Зсув пакетів глинистих ґрунтів по площині</td></tr>
<tr><td>Багато пакетів і брил</td><td>Зміщення скельних ґрунтів по площині</td><td>Зсув уламкових мас по площині</td><td>Зсув глинистих мас по площині</td></tr>
<tr><td>Зсуви видавлювання (детрузивні)</td><td>Зміщення скельних порід по менш міцних породах із зоною перем'яття і випору</td><td>Зміщення уламкових порід по глинистих породах з видавлюванням</td><td>Зміщення глинистих мас з випором в нижній частині (в язику) зсуву</td><td>Зсуви видавлювання (детрузивні)</td><td>Зміщення скельних порід по менш міцних породах із зоною перем'яття і випору</td></tr>
<tr><td colspan="3">Зсуви видавлювання (детрузивні)</td><td>Зміщення скельних порід по менш міцних породах із зоною перем'яття і випору</td><td>Зміщення уламкових порід по глинистих породах з видавлюванням</td><td>Зміщення глинистих мас з випором в нижній частині (в язику) зсуву</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">Зсуви-потоки (деляпсивні)</td><td rowspan="2">Брили-блоки скельних порід з явищами повзучості</td><td colspan="2">Повзучість пухких ґрунтів</td></tr>
<tr><td>Потік уламкових мас</td><td>Потік глинистих мас</td></tr>
<tr><td colspan="3">Складні (комбіновані) зсуви</td><td colspan="3">Поєднання двох і більше основних видів руху</td></tr>
</table>

Таблиця Б.3 - Типи деформацій схилів (укосів) за механізмом зміщення

Тип процесів	Типи деформацій схилів та укосів за механізмом зміщення
Зсувні	Зсуви ковзання
	Зсуви видавлювання
	Зсуви в'язкопластичні (зсуви-потоки, спливи, опливини)
	Зсуви складні
Обвальні	Обвали
	Вивали
	Осипи
Обвально-зсувні	Обвали-зсуви
	Зсуви-обвали
Примітка. Вибір конкретних протизсувних і протиобвальних захисних споруд і заходів із забезпечення стабільності схилів при різних за механізмом деформацій зсувів і обвалів проводиться комплексно в залежності від природних умов (результатів детального інженерно-геологічного обстеження та, за необхідності, стаціонарних спостережень і моделювання, особливо при в'язкопластичних зсувах і зсувах видавлювання).	

Таблиця Б.4 - Об'єми зсувів та обвалів на схилах (укосах) за масштабом їх проявів

Масштаб зсувів та обвалів	Об'єми зсувів та обвалів, $м^3$
Невеликий	Сотні
Досить великий	Тисячі
Великий	Десятки тисяч
Дуже великий	Сотні тисяч
Величезний	Мільйони
Катастрофічний	Десятки та сотні мільйонів
Примітка. При зсувах і обвалах будь-якої масштабності вибір протизсувних і протиобвальних захисних споруд і заходів повинен виконуватися на основі порівняння результатів техніко-економічних показників варіантів захисту. При цьому необхідно враховувати соціальні і економічні умови розвитку району будівництва.	

Таблиця Б.5 - Характеристики фактор-процесів схилу (укосу) за генетичними ознаками

Генетична ознака фактор-процесу	Визначальний фактор-процес у порушенні стійкості схилу (укосу)
Абразійний	Викликаний розмивом берегів, морів, озер, водосховищ в результаті впливу хвилювання
Ерозійний	Обумовлений підрізкою схилів (укосів) річковою і яружною ерозією
Гідрогеогенний	Утворений впливом підземних і інфільтраційних атмосферних вод на породи, що складають схил (укіс)
Антропогенний	З'являється через зміну природних умов при різних видах інженерно-господарської діяльності людини
Полігенний	Викликаний спільним впливом різних факторів зсувоутворення

Таблиця Б.6 - Характеристики типів схилів на території України

Положення схилу	Тип схилу	Параметри схилу		Основні фактори порушення стійкості	Можливі види руху порід	Заходи
		Висота, м	Кути нахилу поверхні існуючих схилів, град			
Узбережжя морів, лиманів, водосховищ	Абразійно-обвальний	10-20	60-90	Абразія	Обвали, перекидання	Берегоукріплення
	Абразійно-зсувний	20-60	10-30	Абразія, поверхневі і підземні води	Зсуви	Берегоукріплення, водовідведення, дренажі, планування, озеленення
	Гірський схил з розвинутими покривними відкладеннями на схилах	100-500	10-30	Абразія, ерозія, поверхневі і підземні води	Зсуви	Берегоукріплення, водовідведення, дренажі, планування, затримуючі споруди
	Гірський схил без відкладень на схилі	100-500	20-70	Сейсмічність, абразія, ерозія, порушення стоку, вивітрювання	Блокові зсуви, обвали	Берегоукріплення, затримуючі споруди
Схили річкових долин	Схил річкової долини в пухких породах	30-100	20-70	Ерозія, поверхневі та підземні води	Обвали, зсуви	Водовідведення, дренажі, озеленення, берегоукріплення
	Схил долини у глинах	5-100	5-20	Порушення стоку та рослинного шару	Зсуви	Водовідведення, дренажі, затримуючі споруди
Гірські схили	Схил з розвинутими покривними відкладеннями	100-500	10-30	Порушення стоку та рослинного покриву	Зсуви, селі	Водовідведення, дренажі, затримуючі споруди
	Схили зі скельними і напівскельними ґрунтами	100-500	10-90	Сейсмічність, вивітрювання	Обвали, блокові зсуви	Протиобвальні галереї, уловлюючи лотки, затримуючі споруди

ДОДАТОК В
(довідковий)

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ СХИЛІВ (УКОСІВ), ВЕЛИЧИНИ ЗСУВНОГО ТИСКУ ТА НАВАНТАЖЕНЬ ВІД ОБВАЛІВ

В.1 Загальні положення

В.1.1 За звітом з інженерно-геологічних вишукувань слід передбачати поперечні інженерно-геологічні перерізи, які в подальшому використовують як основні розрахункові схеми для оцінки стійкості схилу (укосу).

В.1.2 Основні причини втрати стійкості схилів (укосів):

- підрізання схилу або влаштування укосу, що знаходиться у стані, близькому до граничного;
- збільшення зовнішнього навантаження (зведення споруд, складування матеріалів на схилі (укосі) або поблизу його брівки);
- зміна внутрішніх сил (збільшення питомої ваги ґрунту при зростанні його вологості, виважувальна дія води на ґрунти);
- неправильне призначення розрахункових характеристик ґрунту;
- зниження опору ґрунту зсуву (утримуючих сил тертя та структурного зчеплення) за рахунок підвищення їх вологості, сейсмічних впливів та інших причин;
- зниження несучої здатності конструкцій утримуючих споруд інженерного захисту по ґрунту внаслідок виникнення тертя по їх бокових поверхнях при просіданні ґрунтів внаслідок замочування;
- збільшення зсувних сил (гідродинамічного тиску) при підвищенні РГВ;
- вплив сейсмічних сил і різного роду динамічних впливів (рух транспорту, забивання паль, вибухів у кар'єрах тощо).

В.1.3 На основі конкретних інженерно-геологічних, гідрогеологічних і гідрологічних вишукувань, обстежень, стаціонарних спостережень (у тому числі геодезичного моніторингу), наявних фондових та інших матеріалів визначають причини, механізм (таблиця Б.3) і масштабність (таблиця Б.4) зсувних і обвальних процесів на схилі (укосі). При цьому необхідно виявити і оцінити впливи, що викликають зсувні і обвальні процеси, та утримуючі фактори.

Слід розділяти зсувні та зсувонебезпечні (розділ 3) схили (укоси) або території. Для схилів, уклон яких становить понад 5°, необхідно виконувати перевірку на можливість виникнення зсувних явищ. Схили річкових долин кутом нахилу понад 5° можуть бути зсувонебезпечними та потребують спеціальних досліджень.

В.1.4 Не усунуті причини раніше зафіксованих зсувних процесів та тривала відсутність ознак зміщення ґрунту не свідчать про забезпечення стійкості схилу. Стабільність схилу досягають лише при усуненні причин, що викликали зсув.

В.1.5 Об'єм розрахунків стійкості схилу та зсувного тиску повинен визначатись з урахуванням стадії проектування об'єкта інженерного захисту та складності інженерно-геологічних умов.

Стадії проектування визначають в залежності від класу наслідків (відповідальності) об'єкта інженерного захисту згідно з ДБН А.2.2-3.

У залежності від стадії проектування об'єкта інженерного захисту визначають склад інженерно-геологічних вишукувань і детальність розроблення технічних рішень.

Вихідні дані для розрахунків стійкості масиву ґрунту та зсувного тиску для різних стадій проектування повинні включати:

-для стадії ескізний проект (далі - ЕП) або за відповідного техніко-економічного обґрунтування (далі - ТЕО) для об'єктів невиробничого призначення, а для об'єктів виробничого призначення - стадії ТЕО: розрахункові створи слід розташовувати вибірково на найбільш типових за природними умовами ділянках, переважно в місцях найбільшого перепаду відміток і значень кутів нахилу схилу (укосу);

- для стадій проект (далі - П) та робочий проект (далі - РП): у межах території, що підлягає захисту, визначають типи схилів за інженерно-геологічними умовами розвитку зсувів (таблиця Б.2); розрахункові створи слід передбачати не менше ніж по одному для кожного типу схилу та не менш одного для кожної з ділянок об'єкта інженерного захисту залежно від конкретних існуючих природних умов і прогнозного стану (умов, що можуть утворитись через техногенний вплив людини), виду та місцерозташування споруд інженерного захисту і об'єктів інженерного захисту, характеру забудови тощо;

-для стадії робоча документація (далі - Р): розрахункові створи слід передбачати на ділянках розташування об'єктів інженерного захисту та в межах всіх існуючих або прогнозованих зсувів прилеглої території.

В.1.6 Оцінка стійкості схилу (укосу) та об'єктів на схилі включає:

- збір вихідних даних;
- вибір розрахункових створів;
- складання розрахункової схеми;
- визначення розрахункових параметрів ґрунтів;
- вибір методу розрахунку відповідно до зафіксованого (ймовірного) механізму зсуву, природних і техногенних умов тощо;
- розрахунки стійкості схилу (укосу) та аналіз їх результатів;
- визначення зсувного тиску;
- розрахунки стійкості схилу (укосу) з спорудами інженерного захисту;
- розрахунки несучих конструкцій об'єктів інженерного захисту з урахуванням зсувних впливів;
- рекомендації щодо застосування споруд інженерного захисту.

В.1.7 Розрахунки стійкості схилів (укосів) включають аналіз фактичного стану схилів на території, де розташовані об'єкти інженерного захисту, а також прогнозного стану з урахуванням дії всіх можливих несприятливих факторів і змін інженерно-геологічних умов:

- зміни рельєфу в процесі освоєння (реорганізації) схилу;
- зміни гідрогеологічних умов (поверхневого та підземного стоків);
- зміни міцнісних і деформаційних характеристик та НДС ґрунтів схилу через коливання РГВ, гідродинамічної дії води та проявів особливих властивостей ґрунтів та суфозії;
- зміни та прояву додаткових зовнішніх навантажень і дій;
- активізації та розвитку небезпечних геологічних процесів;

Блок-схема основних етапів проектування об'єктів інженерного захисту від зсувів та обвалів наведена на рисунку В.1.

В.1.8 При прогнозуванні стійкості схилів при зміні інженерно-геологічних умов слід враховувати вплив інженерно-господарської діяльності, що передбачена проектом, при експлуатації об'єктів інженерного захисту на схилі, а також результати впливу природних екзогенних геодинамічних процесів (сейсмічних, тектонічних, ерозійних, абразійних, зсувних, вивітрювання тощо) на схил (укіс).

В.1.9 Прогнозування стійкості схилів повинно розповсюджуватись на строк експлуатації об'єктів інженерного захисту, враховуючи тимчасові зміни інженерно-геологічних умов, зовнішні впливи і навантаження на час виконання будівельних та земляних робіт щодо господарського використання схилу.

Рисунок В.1 - Основні етапи проектування, будівництва та експлуатації споруд та об'єктів інженерного захисту

В.2 Оцінка стійкості схилів (укосів) і величини зсувного тиску

В.2.1 Основні задачі при визначенні стійкості схилів (укосів) наведені в таблиці В.1.

Таблиця В.1 - Основні задачі при визначенні стійкості схилів (укосів)

Ч.ч.	Вихідні дані	Постановка задачі	Алгоритм розв'язання задачі
1	Поверхня ковзання, властивості ґрунтів, що складають основу, зовнішні навантаження і впливи, рельєф ділянки будівництва	Визначення коефіцієнта стійкості	Зміна профілю схилу (укосу) для підвищення його стійкості
2	Коефіцієнт стійкості укосу, властивості ґрунтів основи, зовнішні навантаження і впливи, рельєф ділянки будівництва	Побудова та визначення розмірів поверхні ковзання	Визначення безпечної відстані від схилу (укосу), на якому можна зводити будівлі і споруди
3	Властивості ґрунтів, що складають схил (укіс), зовнішні навантаження і впливи, а також рельєф ділянки будівництва	Визначення коефіцієнта стійкості і поверхні ковзання	Визначення можливості будівництва будівель і споруд на схилі (укосі) або поблизу нього
4	Поверхня ковзання, властивості ґрунтів основи, зовнішні навантаження і впливи, а також рельєф ділянки будівництва	Побудова епюри зсувного тиску	Проектування і розрахунки протизсувних утримуючих конструкцій

В.2.2 Стійкість схилу (укосу) і зсувний тиск розраховують за фізико-механічними характеристиками ґрунтів, що відповідають найбільш несприятливому, але можливому стану схилу (укосу). Оцінку стійкості територій необхідно проводити за опорними створами для кожної виділеної ділянки. При k_{st}> 1 схил (укіс) вважається стійким. При k_{st}< 1 відбувається втрата стійкості схилу (укосу). При k_{st}≈1 настає стан граничної рівноваги ґрунтового масиву що призводить до виникнення зсуву.

В.2.3 При оцінці стійкості схилів та укосів розглядають умови рівноваги ґрунтового масиву шириною 1 м (плоска задача) з вертикальними бічними гранями, умовно вирізаного з ґрунту схилу в напрямку вектора зсуву (сили, що діють за бічними гранями, не враховують).

В.2.4 Для об'єктів інженерного захисту зі значними наслідками (СС3) розрахунки стійкості схилів та укосів у тривимірній моделі слід проводити за наявності складних інженерно-геологічних умов при їх детальному вивченні та визначенні положення поверхні ковзання.

В.2.5 Розрахунки зсувних (зсувонебезпечних) схилів, сформованих шарами піщаних, глинистих і скельних ґрунтів, слід виконувати за схемами плоского, змішаного або глибокого зрушення за плоскою, ламаною чи суміщеною поверхнями ковзання (зрушення), положення яких вибирають у найбільш слабких шарах, прошарках, за контактними поверхнями, виходячи з умов створення максимальних впливів на захисні споруди та заходи.

За наявності у схилах шарів глинистих ґрунтів з показником текучості I_L> 0,4 слід передбачати можливість формування в глинистих ґрунтах зон потенційного зміщення вищерозташованих мас ґрунтів або видавлювання ґрунтів із схилів.

За наявності у схилах шарів лесових ґрунтів, що просідають, у разі їх замочування від власної ваги ґрунту або навантажень від об'єктів інженерного захисту, в розрахунках стійкості схилів (укосів) і споруд інженерного захисту слід враховувати впливи просідання (зниження деформаційних і міцнісних характеристик ґрунтів, деформаційні впливи і негативні навантаження) згідно з [3].

В.2.6 При розрахунку стійкості споруд інженерного захисту слід розглядати положення поверхні ковзання нижче зон деформованих горизонтів та нижніх кінців опор (паль).

В.2.7 При оцінці стійкості схилів слід виконувати розрахунки фільтраційної міцності ґрунтів схилу (укосу) з урахуванням зниження характеристик міцності під впливом ґрунтових вод на ділянках їх витоків, залягання неоднорідних, суфозійно нестійких ґрунтів і на контактах ґрунтів з фільтрами.

В.2.8 Зсувний тиск на утримуючі споруди E_s , кН, визначають за формулою:

$$E_s = F - \frac{R}{k_{sn}} \quad \text{(В.1)}$$

де F - зсувне зусилля від тиску ґрунтового масиву з урахуванням ваги розміщених у зоні зрушення будинків і споруд, гідродинамічного та сейсмічного тисків тощо, кН;

R- опір ґрунтового масиву зміщенню, кН.

Розрахунки зсувного тиску на споруди інженерного захисту слід виконувати з урахуванням всіх сполучень навантажень.

В.2.9 Нормований (мінімально необхідний) коефіцієнт запасу стійкості k_{sn} , що приймають в проекті, повинен:

- гарантувати стійкість зсувного схилу із запасом, що відповідає призначеному проектом класу наслідків (відповідальності) об'єктів інженерного захисту;
- враховувати ступінь відповідності розрахункової схеми дійсним умовам зсувного схилу, точність методу розрахунку та достовірність величин розрахункових фізико-механічних характеристик ґрунтів.

В.2.10 Територію або схил (укіс) вважають безпечними від зсувів у разі виконання умови:

$$k_{st} = \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{F}} \geq k_{sn} \quad \text{(В.2)}$$

де k_{st} - розрахунковий коефіцієнт стійкості;

k_{sn} - нормований (мінімально необхідний) коефіцієнт запасу стійкості.

Нормований коефіцієнт запасу стійкості k_{sn} враховує граничні умови методів розрахунку стійкості схилів (укосів) та похибки отримання вихідних даних при інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних, геофізичних вишукуваннях тощо.

Величину нормованого коефіцієнта стійкості k_{sn} визначають за формулою:

$$k_{sn} = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fc}}{\gamma_c} \quad \text{(В.3)}$$

де γ_n - коефіцієнт надійності, що враховує клас наслідків (відповідальності) об'єктів інженерного захисту;

γ_{fc} - коефіцієнт сполучення навантажень;

γ_c - коефіцієнт умов роботи.

В.2.11 Коефіцієнт сполучення навантажень γ_{fc} визначають відповідно до таблиці В.2, а коефіцієнт умов роботи γ_c, що враховує точність вихідних даних і розрахункових схем, - відповідно до таблиці В.3.

Таблиця В.2 - Значення коефіцієнта сполучення навантажень γ_{fc}

Розрахункові сполучення навантажень та впливів	Значення γ_{fc}	
	Період будівництва	Період експлуатації
Основне	0,95	1,00
Аварійне: - при несейсмічному аварійному навантаженні;	0,85	0,90
- при сейсмічному навантаженні на рівні проектного землетрусу;	0,90	0,95
- при сейсмічному навантаженні на рівні максимального розрахункового землетрусу	0,80	0,85

Таблиця В.3 - Значення коефіцієнта умов роботи γ_c

Методи розрахунку	Значення γ_c
Ті, що задовольняють умовам рівноваги	1,00
Спрощені методи	0,95

Коефіцієнт надійності γ_n визначають в залежності від класу наслідків (відповідальності) об'єктів, що захищаються, та визначають відповідно до таблиці В.4 в залежності від сполучення навантажень та впливів з врахуванням ДБН В.1.2-2, ДБН В.1.2-14 та [13].

Таблиця В.4 - Значення коефіцієнта надійності γ_n

Клас наслідків (відповідальності) об'єкта будівництва	Коефіцієнт надійності γ_n
Значні наслідки СС3	1,25
Середні наслідки СС2	1,10
Незначні наслідки СС1	1,00

Складність проведення інженерно-геологічних вишукувань на схилі (укосі) та неоднорідність, анізотропність ґрунту, зменшення щільності зразків ґрунту при вийманні із зони можливої поверхні ковзання призводять до недостатньо точного визначення його фізико-механічних і фільтраційних характеристик, наближень при побудові поперечних розрізів і складанні розрахункових схем, що виключено при проектуванні штучних ґрунтових споруд (гребель, дамб, укосів), для яких фізико-механічні характеристики ґрунтів визначають з високою надійністю і контролюються при зведенні. Тому значення нормованого коефіцієнта запасу стійкості k_{sn} для зсувних і зсувонебезпечних схилів слід приймати відповідно до таблиці В.5.

Таблиця В.5 - Значення нормованого коефіцієнта запасу стійкості k_{sn} для зсувних і зсувонебезпечних схилів

Клас наслідків (відповідальності) об'єктів інженерного захисту	Сполучення навантажень			
	Основне		Аварійне	
	Зсувні схили (укоси)	Зсувонебезпечні схили (укоси)	Зсувні схили (укоси)	Зсувонебезпечні схили (укоси)
Значні наслідки СС3	1,35	1,25	1,30	1,20
Середні наслідки СС2	1,30	1,20	1,25	1,15
Незначні наслідки СС1	1,20	1,10	1,15	1,05

Примітка 1. Зсувна територія або схил (укіс) - це схил або його ділянка, де деформації зрушення проявляються під дією природних або техногенних факторів.

Примітка 2. Зсувонебезпечна територія або схил (укіс) - це ділянка схилу або схил, де зсувні деформації можуть активізуватися при впливі негативних природних або техногенних факторів.

В.2.12 При визначенні опору ґрунтового масиву зміщенню R на зсувних схилах необхідно враховувати стан ґрунтів у зонах деформування чи на поверхнях ковзання та прогноз зміни їх міцнісних характеристик на нормативний строк служби споруд інженерного захисту.

На зсувних схилах зсувний тиск у будівельний період (з обов'язковим постійним моніторингом стану схилу як умови безпечного виконання робіт) слід визначати з урахуванням стану схилу, включаючи сили опору (сил тертя ґрунтів і сил структурного зчеплення). В експлуатаційний період, в залежності від ступеня стабілізації зсувного масиву, слід ураховувати тільки сили тертя ґрунтів, припускаючи, що на брівці схилу (укосу) можливо утворення тріщини "заколу".

На зсувонебезпечних схилах слід визначати умови, за яких споруди інженерного захисту розраховують на активний тиск та перевіряють на зсувний тиск ґрунту з урахуванням сил тертя та структурного зчеплення ґрунтів.

Величину структурної міцності ґрунтів слід визначати методами польових досліджень на зріз у свердловинах, у гірничих виробках або за результатами лабораторних і стендових випробувань ґрунтів [1].

В.3 Вихідні дані для розрахунку стійкості схилів

В.3.1 Для проведення фактичного та прогнозного оцінювання стійкості схилів і укосів, визначення території як зсувної чи зсувонебезпечної, розрахунку величини зсувного тиску необхідні наступні вихідні дані:

-топографічний план ділянки в масштабі 1:200- 1:1000, включаючи мікроформи рельєфу;

- характерні інженерно-геологічні розрізи на ділянці, що максимально достовірно відображають особливості геологічної будови масиву ґрунтів схилу;

- положення існуючих об'єктів інженерного захисту, дані їх геодезичного моніторингу та тих, що проектують і створюють додаткові навантаження на схил;

- величини статичних і динамічних техногенних навантажень від існуючих об'єктів інженерного захисту та тих, що проектують;

- положення та параметри існуючих споруд інженерного захисту (підпірних стін, пальових, пальово-анкерних, анкерних тощо);

- гідрогеологічні умови ділянки інженерного захисту (РГВ, п'єзометричні рівні напірних вод і водоутримуючих ґрунтів);

- існуючі та прогнозовані зони розповсюдження небезпечних геологічних та інженерно-геологічних процесів (типи можливих зсувів, їх межі в плані та за глибиною;

- положення в масиві схилу поверхонь ослаблення (тріщин, тектонічного подрібнення тощо);

- наявність промоїн, областей площинної ерозії тощо;

- висновки щодо стану схилу (зсувний, зсувонебезпечний, стійкий) на момент його

- для зсувних територій (установлені на основі топографічної зйомки зсуву): тріщини відриву, тріщини-заколи, зони видавлювання ґрунтів, реальні поверхні ковзання, зони деформованого горизонту, їх положення в плані та по глибині; положення в масиві схилу поверхонь ослаблення (тріщин, зон маломіцних ґрунтів та тектонічного подрібнених ґрунтів тощо);

- розрахункові величини характеристик міцності та деформативності ґрунтів природної структури та по поверхнях і зонах зміщення (послаблення);

- уточнені розрахункові величини характеристик міцності ґрунтів (згідно з В.4.11-В.4.15).

В.3.2 Кількість розрахункових створів та їх положення в плані залежить від конкретних інженерно-геологічних умов і від місцезнаходження об'єктів інженерного захисту, від стадії проектування та поставлених задач. Розрахункові створи слід передбачати для всіх варіантів споруд інженерного захисту.

В.3.3 Кількість розрахункових створів визначають необхідністю повного охоплення всього різноманіття всіх інженерно-геологічних умов ділянки, конфігурацій поверхні схилу та поверхні ковзання.

В.3.4 Розрахункові створи слід вибирати на основі аналізу результатів інженерно-геологічних вишукувань і спостережень. Для оцінювання стійкості схилу слід приймати найнебезпечніші (екстремальні) розрахункові створи з умов стійкості. При забудові навіть невеликої частини зсуву розрахункові створи повинні вибиратись з умови оцінки стійкості зсувної території як єдиного цілого.

В.3.5 Для кожного зсуву слід призначати як мінімум один розрахунковий створ. Для великих зсувів задають додаткові створи на ділянках з інженерно-геологічними умовами (за рельєфом, фізико-механічними характеристиками ґрунтів, масиву ґрунту зсуву).

В.3.6 Розташування основного розрахункового створу на ділянках зсувних схилів повинно збігатися з основним напрямком існуючого чи прогнозованого руху зсуву по лінії найбільшої крутизни земної поверхні.

В.3.7 Розрахункові створи необхідно намічати для всіх варіантах об'єктів інженерного захисту. Найбільш небезпечними є зсувонебезпечні ділянки схилу, на яких:

- делювіальні чи елювіальні відкладення розташовані на товщі вивітрілих розм'якливих скельних ґрунтів з крутим падінням тріщинуватих порід у бік схилу;

- можливий зсув вивітрілих розм'якливих порід за внутрішніми міжшаровими поверхнями в результаті зволоження цих ґрунтів і зниження міцності на контактах цих шарів;

- делювіальні, пролювіальні, елювіальні, лесові відкладення чи насипні ґрунти, розташовані в улоговинах.

- існує ймовірність зміщення всієї товщі ґрунтів за контактом вивітрілої зони та стійкими невивітрілими (корінними) породами;

- має місце інтенсивний рух (розвантаження) ґрунтових вод, що може викликати суфозію, послаблення ґрунтів та гідродинамічний тиск.

В.3.8 Складання розрахункових схем та визначення їх точності і надійності слід проводити на основі аналізу інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов, з'ясованих причин, механізму і масштабності проявів зсувних і обвальних процесів.

При складанні розрахункових схем для оцінювання стійкості схилів і визначення зсувного тиску, розробленні алгоритмів розрахунку та побудові різних моделей схилів разом із спорудами інженерного захисту (статичних і динамічних) слід ураховувати природні й техногенні навантаження та впливи, діапазони їх змін, а також можливі діапазони змін характеристик міцності ґрунтів. Сейсмічні впливи необхідно враховувати в динамічних моделях окремим навантаженням згідно з ДБН В.1.1-12.

Розрахункові схеми слід складати на основі прийнятих розрахункових створів схилу та аналізу інженерно-геологічних розрізів.

В.3.9 Розрахункові схеми повинні враховувати:

- для зсувних територій:
  - поверхні ковзання, потужності зон деформованих горизонтів ґрунту, зони стиску, розривні порушення тощо;
  - положення поверхонь (або зон) ослаблення в масиві схилу (тріщини різного походження, старі й нещодавно утворені поверхні зсувних зміщень, контакти шарів, прошарки і зони маломіцних ґрунтів, зони тектонічного порушення);
  - типи зсувних деформацій схилів за механізмом зміщення;
  - розміри улоговин за площею та глибиною;
  - особливості гідрогеологічного режиму підземних вод;
  - різні види навантажень і впливів (постійних і тимчасових), їх сполучення (основні, аварійні);
- для зсувонебезпечних територій:
  - основні зсувоутворюючі фактори та їх вплив на порушення стійкості, можливість утворення, розвиток та активізацію зсувів;
  - вплив об'єктів інженерного захисту на стійкість схилів;
  - зміну з часом міцнісних характеристик ґрунтів із урахуванням можливості зміни їх вологості, дії ґрунтових вод, навантажень на поверхні схилу тощо;
  - інші зсувоутворюючі фактори та їх вплив на утворення, розвиток та активізацію зсувів.

В.3.10 Розрахункова схема повинна відображати фактичний стан стійкості схилу (укосу) і його зміни в період будівництва й експлуатації об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту. Вона повинна охоплювати весь зсувний або зсувонебезпечний масив ґрунтів як за розповсюдженням, так і за глибиною.

В.3.11 Розрахункова схема та розподіл навантажень на споруди інженерного захисту глибокого закладання повинні враховувати:

- умови роботи утримуючих конструкції в межах товщі зсувних відкладень;
- жорсткість конструктивних елементів і допустимі величини зміщень частин утримуючих конструкцій;
- силові дії з верхньої частини схилу на ділянці від поверхні схилу щодо поверхні ковзання за епюрами зсувного тиску;
- силові дії з частини схилу нижче споруди інженерного захисту у вигляді епюри тиску відпору ґрунту;
- умови закріплення нижньої частини споруди інженерного захисту в стійкі ґрунти та анкерування її верхньої частини;
- силові дії від вертикального навантаження;
- штучне зміцнення ґрунту (при його виконанні).

В.3.12 Побудову рельєфу для розрахункової схеми на основі топографічних планів минулих років виконують лише для орієнтовних (наближених) розрахунків.

В.3.13 Характеристичні та розрахункові значення властивостей ґрунтів і навантажень визначають згідно з ДБН В.1.2-2, ДБН А.2.1-1 та СНиП 2.02.02.

У розрахунках стійкості зсувних схилів враховують наступні навантаження та дії (ДБН В.1.2-2).

Постійні:

- вага та тиск ґрунтів;
- вага розташованих на схилі будівель та постійних споруд.

Змінні:

- гідростатичне навантаження;
- гідродинамічний тиск;
- вага розташованих на схилі тимчасових будівель і споруд;

-транспортні та будівельні навантаження.

Епізодичні:

- дія ґрунтових вод, що відповідає катастрофічному режиму РГВ малої ймовірності перевищення;
- стихійні метеорологічні явища (аномальні зливи, повені тощо);
- сейсмічні навантаження.

В.3.14 При розрахунках стійкості зсувних схилів використовують основне та аварійне сполучення навантажень та дій згідно з ДБН В.1.2-2. Для перевірки граничного стану за першою групою (за міцністю) використовують основне сполучення, що включає постійні навантаження та дії з граничними розрахунковими значеннями, а також граничні розрахункові, циклічні чи квазіпостійні значення змінних навантажень. Розрахунок стійкості схилів (укосів) за міцністю зводять до визначення коефіцієнта стійкості за допомогою різних методів і порівняння його з нормованим коефіцієнтом запасу стійкості.

В.3.15 Для перевірки граничного стану за другою групою (за деформаціями) використовують основне сполучення, що включає постійні навантаження та дії з експлуатаційними розрахунковими значеннями, а також експлуатаційні розрахункові, циклічні або квазіпостійні значення змінних навантажень. Розрахунок масиву схилу, на якому розташовані чи проектують об'єкти інженерного захисту зі значними наслідками (СС3) за деформаціями, слід виконувати шляхом математичного моделювання, виходячи з умови не перевищення їх основою гранично-допустимих величин згідно з ДБН В.2.1-10, а для об'єктів інженерного захисту нижчих класів наслідків (відповідальності) допускають застосування спрощених методів.

В аварійне сполучення навантажень та дій, крім постійних та змінних навантажень, може входити тільки одне епізодичне навантаження.

В.3.16 Оцінку стійкості зсувних і зсувонебезпечних схилів та укосів слід проводити, виходячи з найбільш несприятливих, але можливих умов для даної ділянки в період будівництва та експлуатації об'єктів інженерного захисту з урахуванням можливих сполучень навантажень.

У разі, якщо неможливо вибрати найбільш несприятливе сполучення навантажень, слід виконувати розрахунки для різних сполучень навантажень з наступним вибором варіанту для даної ділянки схилу з найменшим коефіцієнтом стійкості.

В.4 Вибір методу і складу розрахунку стійкості схилів

В.4.1 Загальний алгоритм обґрунтування проекту протизсувного захисту об'єктів повинен передбачати:

- обґрунтування причин і механізмів зсуву, встановлених й підтверджених в процесі інженерно-геологічних вишукувань та досліджень;
- оцінку стійкості зсувного чи зсувонебезпечного схилу в природному стані;
- уточнення характеристик міцності ґрунтів методом "зворотних" розрахунків (за необхідності);
- прогноз стійкості зсувного чи зсувонебезпечного схилу в будівельний та експлуатаційний періоди з урахуванням прогнозу зміни властивостей ґрунтів і гідрогеологічного режиму та штучного навантаження для підтвердження відповідності класу наслідків (відповідальності) споруд інженерного захисту класу наслідків (відповідальності) об'єктам інженерного захисту.

В.4.2 При розрахунку стійкості укосів слід використовувати диференціальні та інтегральні методи.

Методи розрахунку стійкості схилів слід вибирати в залежності від інженерно-геологічних умов ділянок схилів і типу зсувних деформацій. Найбільш апробованими в геотехнічній практиці є наступні методи розрахунку стійкості схилів (укосів) та зсувного тиску:

- методи граничної рівноваги (диференціальні методи);
- методи оцінювання НДС методом скінченних елементів (далі - МСЕ) (інтегральні методи);
- комбіновані методи.

В.4.3 Вибір методу розрахунку стійкості схилу та зсувного тиску повинен додатково мати обґрунтування моделей ґрунтового масиву та використовувати розрахункові параметри ґрунтів, які визначають як мінімальні значення на період проектування та експлуатації. Цей вибір слід проводити з врахуванням їх обмежень та областей застосування на основі аналізу особливостей розрахункових схем:

- крутизни рельєфу;
- наявності значних місцевих і динамічних навантажень;
- наявності областей місцевої концентрації напружень;
- наявності й типу будівельних та споруд інженерного захисту;
- необхідності врахування послідовності господарського освоєння схилу.

В.4.4 Методи граничної рівноваги мають обмеження, які не дають змоги враховувати:

- місцеві концентрації напружень;
- тимчасові навантаження схилу (укосу) та реакції поза тілом зсуву;
- взаємодію ґрунту з будівельними конструкціями;
- жорсткість та характер впливу будівельних конструкцій;
- історію навантажень схилу.

Для застосування методу граничної рівноваги (методу блоків) необхідна коректність наступних припущень:

- про розподіл нормальних і дотичних міжвідсікових сил за довжиною зсуву;
- про вплив і розподіл реакцій від підпірних та анкерних утримуючих конструкцій.

В.4.5 Методи граничної рівноваги рекомендують застосовувати у випадках, коли:

- довжина схилу незначна з кутом нахилу від 30° до 45° та плавним рельєфом (для зручностей розрахунку);
- довжина зсувного чи зсувонебезпечного масиву значно більша за його висоту (для зручностей розрахунку);
- поверхня ковзання не має значних переломів (для зручностей розрахунку);
- поверхня ковзання не перетинає будівельних конструкцій;
- локальні переломи рельєфу закріплені масивними підпірними стінами чи стінами з профілем кутника;
- значні місцеві та динамічні навантаження відсутні;
- рельєф схилу в процесі господарського освоєння не має значних змін.

В.4.6 Метод оцінювання НДС схилу із застосуванням МСЕ має наступні обмеження:

1) неможливо провести розрахунок ґрунтового масиву з коефіцієнтом стійкості, близьким до одиниці або меншим за одиницю;

2) при врахуванні значних переміщень слід застосовувати відповідний розрахунковий апарат (зокрема, геометрично та фізично нелінійних моделей) в поєднанні з розрахунком за змінною сіткою скінченних елементів;

3) межі розрахункової схеми можуть впливати на внутрішній напружений стан ґрунтового масиву.

МСЕ можливо оцінити стійкість схилів і НДС їх ґрунтових масивів.

В.4.7 Оцінювання НДС схилу МСЕ рекомендується застосовувати в таких випадках:

1) при укосах і схилах будь-якої крутизни та конфігурації (згідно з В.4.6);

2) при будь-якій товщині ґрунтового масиву відносно його довжини;

3) при перетині будівельних конструкцій розрахунковою поверхнею ковзання;

4) при укріпленні локальних форм рельєфу спорудами інженерного захисту будь-якого типу (підпірні стіни, пальові, пальово-анкерні, анкерні тощо);

5) за присутності значних місцевих та динамічних навантажень від транспорту та працюючих механізмів;

6) при влаштуванні глибоких виїмок та/або високих насипів в межах схилу в процесі господарського освоєння;

7) при коректному визначенні параметрів, закладених у моделі ґрунтів і споруд інженерного захисту.

Для розрахунків і аналізу стійкості схилів (укосів) слід використовувати програмне забезпечення, яке використовує методи граничної рівноваги та МСЕ.

В.4.8 Комбінований метод має ті самі обмеження, що й метод НДС за виключенням В.4.7, п.1.

Умови застосування комбінованого методу аналогічні умовам методу НДС.

В.4.9 Склад розрахунків стійкості схилу слід вибирати в залежності від поставленої мети та задач:

- оцінювання стійкості активних або стабілізованих зсувних ділянок;
- прогнозу зміни стійкості зсувних ділянок з урахуванням природних факторів та інженерно-господарської діяльності;
- оцінювання впливу існуючих об'єктів інженерного захисту і тих, що проектуються, на стійкість зсувних схилів;
- захист існуючих об'єктів інженерного захисту і тих, що проектуються, від зсувних явищ.

В.4.10 При призначенні складу розрахунків стійкості схилу також слід враховувати особливості існуючої (прогнозованої) ситуації на схилі:

- властивості зсувних або потенційно зсувних порід;
- розташування та розміри зсувного масиву ґрунту за довжиною і глибиною розрахункового розрізу;
- розташування об'єкта інженерного захисту та споруд інженерного захисту;
- величини та характеру статичних і динамічних техногенних навантажень на схил і прогноз їх зміни з часом;
- розвиток процесів ерозії при порушенні елювіально-делювіального покриву в результаті зсувів або вертикального планування (розчищення будівельного майданчика, влаштування глибоких виїмок тощо);
- зміни міцнісних і деформаційних характеристик ґрунтів схилу в результаті природних процесів і/або інженерно-господарської діяльності;
- сейсмічність ділянки схилу.

В.4.11 Метою "зворотних" розрахунків стійкості є визначення характеристик опору зсуву, які відповідають граничній рівновазі сил на його конкретній ділянці із заданим коефіцієнтом запасу стійкості.

Величини коефіцієнта стійкості при цьому приймаються:

- k_{st} =1 для схилів та укосів, що знаходяться за даними вишукувань або візуальних спостережень у критичному (передзсувному) стані (на схилі спостерігаються: тріщини, заколи, нахил дерев у бік падіння схилу тощо), а також для активних зсувних ділянок;
- k_{st} = 1,1 для схилів та укосів, що не мають ознак критичного (передзсувного) стану, але знаходяться під техногенним або іншим впливом, що сприяє зниженню характеристик міцності ґрунтів, а також для зсувних ділянок, що стабілізувались не так давно.

В.4.12 Уточнення характеристик міцності ґрунтів методом "зворотних" розрахунків слід застосовувати в наступних випадках:

- у матеріалах інженерно-геологічних вишукувань визначені причини утворення зсувів, а міцнісні та деформаційні параметри порід визначені із недостатньою достовірністю;
- результати розрахунків не відповідають реальній ситуації;
- розрахунковий коефіцієнт стійкості k_{st}> 1 для діючого зсуву;
- розрахунковий коефіцієнт стійкості k_{st}< 1 для стабільної за спостереженнями ділянки;
- характеристики міцності ґрунтів отримані:

а) на суміжній ділянці з аналогічними геологічними, морфологічними, гідрогеологічними та техногенними умовами;

б) на ділянці значної площі та довжини в гірській місцевості;

в) за архівними даними;

г) у більш сприятливий (літній) період року стосовно гідрогеологічних та інших умов;

- на суміжних ділянках в аналогічних інженерно-геологічних умовах мають місце зсувні явища;
- прогнозуються зсувні явища на ділянках, що межують з діючими зсувами.

В.4.13 Для зсувних схилів, в ґрунтах яких зруйновані жорсткі структурні зв'язки і відсутнє питоме структурне зчеплення, визначається тільки кут внутрішнього тертя φ_{st} (підбором або побудовою графіків $R= f(\varphi)$ та $F= f(\varphi)$, на перетині яких буде значення φ_{st}) з умови:

$$F= R/k_{st} \quad \text{(В.4)}$$

Познаки, що наведені в формулі (В.4), представлені в В.2.8, а значення k_{st} в В.4.11.

В.4.14 На зсувонебезпечних схилах опір ґрунтового масиву зміщенню складається з сил тертя та сил структурного зчеплення. Тому для "зворотних" розрахунків характеристики міцності ґрунтів повинні прийматись в діапазоні:

$$c_{min} \le c_{zv} \le c_{fac}, \quad \text{(В.5)}$$

$$\varphi_{min} \le \varphi_{zv} \le \varphi_{fac}, \quad \text{(В.6)}$$

де c_{min}, φ_{min} - мінімальні характеристики міцності ґрунтів в межах поверхні ковзання, визначені за схемою зсуву ґрунту по підготовленій та змоченій поверхні ("плашка за плашкою");

c_{zv}, φ_{zv} - характеристики міцності ґрунтів за даними "зворотних" розрахунків стійкості схилу;

c_{fac}, φ_{fac} - характеристики міцності ґрунтів у природному стані, визначені за схемою зсуву ґрунту непорушеної структури.

В.4.15 Підбір значень характеристик міцності ґрунтів при виконанні "зворотних" розрахунків стійкості схилу повинен проводитись за результатами інженерно-геологічних вишукувань:

- для глинистих ґрунтів шляхом прийняття мінімального значення кута внутрішнього тертя φ_{min}, підбираючи величину питомого структурного зчеплення c_{st};

-для піщаних ґрунтів та ґрунтів із щебенем шляхом прийняття мінімального значення питомого структурного зчеплення c_{min} , підбираючи величину кута внутрішнього тертя φ_{st}.

В.5 Вибір найбільш ймовірної (екстремальної) поверхні ковзання

В.5.1 Положення поверхні ковзання зсуву слід встановлювати за результатами інженерно-геологічних вишукувань на основі експериментальних досліджень. Для зсувонебезпечних територій - за допомогою серії розрахунків стійкості, враховуючи ослаблені зони та прошарки ґрунтів.

В.5.2 Для зсувонебезпечних територій положення найбільш ймовірної поверхні ковзання слід вибирати в наступній послідовності:

- попереднє призначення поверхні ковзання на основі аналізу інженерно-геологічних умов ділянки;
- уточнення положення поверхні ковзання на основі серії розрахунків стійкості;
- вибір найбільш імовірної поверхні ковзання, за якої буде мінімальне значення коефіцієнта стійкості.

В.5.3 Положення поверхні ковзання на зсувних територіях встановлюють натурними методами:

- візуальними спостереженнями за ґрунтами, що виймають при бурінні свердловин (за дзеркалами та штрихами ковзання, підвищеною вологістю ґрунтів тощо);
- з використанням результатів тривалих спостережень за глибинними реперами різних конструкцій;
- за результатами динамічного та статичного зондування (визначення поверхні ковзання за областями зі зниженим опором зануренню зонда);
- тривалими спостереженнями за відносним зміщенням глибинних реперів в свердловинах для спостережень;

- інклінометричним методом.

При проектуванні споруд інженерного захисту на зсувних територіях слід встановити поверхню ковзання або зону деформованого ґрунту і межі ґрунтів, що не зміщуються, та їх міцнісні характеристики.

В.5.4 У разі невідповідності фактичного стану схилу за розрахунками з даними інженерно-геологічних вишукувань величини параметрів міцності ґрунтів (c,φ), доцільно уточнити "зворотними" розрахунками згідно з В.4.11-В.4.15.

В.5.5 Орієнтовне положення поверхні ковзання слід призначати на основі детального аналізу особливостей геологічної будови схилу та гідрогеологічних умов:

- для укосів однорідної будови (як правило, штучних) - у приукісній зоні в районі призми обрушення;
- на контакті покривних ґрунтів кори вивітрювання, що можуть потенційно зміщуватись, і стабільних корінних порід;
- при багатошаровій будові ґрунтової товщі - за підошвою чи в межах кожного потенційно зсувного шару;
- за прошарками слабких ґрунтів або ділянками із зафіксованими старими поверхнями зсуву;
- за нашаруваннями корінних ґрунтів у разі підрізання схилу глибокою виїмкою;
- для улоговин на контакті водотриву з ґрунтами улоговини.

В.5.6 При визначенні положення поверхні ковзання слід користуватись картою зсуву, на якій повинно бути показано:

- наявність і розташування найбільш крутих ділянок схилу, штучних укосів і природних уступів, брівок зриву минулих зсувів;
- розташування та розміри різних тріщин заколу, зон тектонічного дроблення, ерозійних промоїн, зон замочування тощо;
- напрямок нашарувань скельних корінних ґрунтів;
- положення зон, до яких прикладені навантаження від механізмів і об'єктів, та їх поєднання тощо.

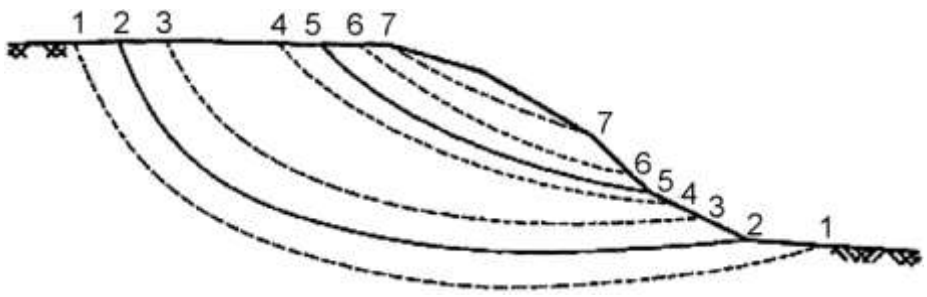
В.5.7 Положення кожної попередньо призначеної поверхні ковзання уточнюють при побудові ряду інших поверхонь. Уточнення проводять шляхом зміни положень поверхонь ковзання як за довжиною укосу чи схилу (розташування початку й виходу на поверхню масиву), так і за глибиною кожного шару, що може потенційно зміщуватись.

У результаті аналізу ряду поверхонь ковзання знаходять таке їх положення, за якого виконують наступні умови (рисунок В.2):

$$k_{st,1}>k_{st,2}<k_{st,3}, \quad (В.7)$$

$$k_{st,4}>k_{st,5}<k_{st,6}<k_{st,7}, \quad (В.8)$$

де $k_{st,1}$ .....,$k_{st,7}$- коефіцієнти стійкості схилу для відповідних поверхонь ковзання.



1.7- ймовірні поверхні ковзання

Рисунок В.2 - Принципова схема пошуку найбільш ймовірної поверхні ковзання для зсувонебезпечних ділянок

В.5.8 Найбільш ймовірною (екстремальною) поверхнею ковзання буде поверхня, для якої коефіцієнт стійкості ґрунтового масиву на схилі буде найменший.

В.5.9 При проектуванні протизсувних споруд на зсувонебезпечних схилах необхідно визначити як положення ймовірної (екстремальної) поверхні ковзання з мінімальним коефіцієнтом стійкості, так і поверхню з максимальним значенням зсувного тиску.

В.6 Аналіз результатів розрахунків стійкості та зсувного тиску

В.6.1 За розрахунками стійкості схилу та зсувного тиску слід виконати аналіз отриманих результатів для:

- оцінювання фактичного стану схилу (укосу);
- оцінювання ступеня достовірності вихідних даних і методів розрахунку;
- оцінювання ступеня впливу на стійкість схилу (укосу) різних природних і техногенних факторів та їх сполучень;
- виявлення причин та умов виникнення чи активізації зсувних процесів, встановлення основних чинників, які спричинили зсуви або спричинять у майбутньому;
- прогноз зміни ступеня стійкості схилу в природному стані під дією природних чинників з урахуванням інженерно-господарської діяльності з освоєння та реорганізації схилу;
- оцінювання достовірності та ефективності заходів інженерного захисту на схилі (укосі) з урахуванням класу наслідків (відповідальності) об'єктів інженерного захисту;
- вибір найбільш ефективних варіантів протизсувних заходів та їх поєднань;
- визначення найбільш ефективного розташування споруд інженерного захисту та умов їх роботи (кількість ярусів, товщі зсувного ґрунту тощо).

В.6.2 За епюрою зсувного тиску визначають величини зсувних навантажень для:

- експертної оцінки стану існуючих споруд інженерного захисту;
- визначення найбільш несприятливого поєднання природних і техногенних факторів з урахуванням необхідних коефіцієнтів запасу стійкості;
- вибору типу, місця розташування та параметрів конструкцій підсилення споруд інженерного захисту.

В.6.3 За результатами аналізу розрахунків стійкості складають висновок про достатню або недостатню стійкість схилу (укосу) в природному стані та з урахуванням прогнозованих змін інженерно-геологічних і техногенних умов.

У висновку наводять рекомендації щодо заходів із забезпечення стійкості схилу (укосу) з нормованим коефіцієнтом стійкості з урахуванням всіх прогнозованих несприятливих факторів у відповідності з прийнятим класом наслідків (відповідальності) об'єктів інженерного захисту.

В.7 Визначення обвалонебезпечності схилів і навантажень від обвалів

В.7.1 Оцінювання обвалонебезпечності схилів встановлюють на основі розрахунків, за якими необхідно визначати:

- об'єми обвальних мас ґрунтів;
- траєкторії, за якими будуть рухатися ґрунти при обвалі:
- швидкість зміщення ґрунтів при обвалах;
- енергію, що буде реалізована при обвалах.

В.7.2 Маси ґрунтів при обвалах повинні визначатись залежно від структури масивів, геоморфологічних умов із застосуванням схем масивів, що розподілені на блоки або схеми граничної рівноваги.

В.7.3 Розрахунок поверхонь, на які будуть діяти ґрунти при обвалі, необхідно виконувати на основі аналізу довжини та конфігурації ділянок схилів нижче місця відриву ґрунтів при обвалі і швидкостей їх руху на схилах.

В.7.4 Розрахунки обвальних процесів слід виконувати на моделях, що враховують просторовість цих процесів. Основою для розрахунків служать інженерно-геологічні карти, які відображають особливості просторового положення відокремлених від схилів блоків із реально існуючими та можливими поверхнями й зонами ослаблення. За топографічними матеріалами розраховують об'єми ґрунтів, які будуть рухатися, площини, за якими будуть зміщуватись ґрунти, місця їх відкладень, шляхи та траєкторії переміщення, швидкості та руйнівні сили руху.

ДОДАТОК Г
(довідковий)

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА СПОРУД ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ НА СХИЛАХ (УКОСАХ)

Г.1 Особливості організації будівництва

Г.1.1 Будівництво споруд інженерного захисту на схилах та укосах має особливості, які зумовлені значною концентрацією об'ємів земляних робіт, різноманіттям протизсувних конструкцій, стислими строками будівництва, необхідністю використання спеціальної техніки (потужних землерийно-транспортних машин, бурового обладнання для будівництва споруд інженерного захисту), нетиповою технологією ведення робіт.

При виконанні будівельних та земляних робіт слід дотримуватись вимог згідно з ДБН А.3.1-5 і [14].

Г.1.2 Особливості будівництва на схилах наводяться в проектах організації будівництва (далі - ПОБ) та проектах виконання робіт (далі - ПВР), технології будівництва комплексу протизсувних конструкцій, при виборі засобів механізації.

Г.1.3 За наявності особливих умов будівництва в складі основних розділів проекту повинні бути розроблені спеціальні вимоги з проведення робіт, технічні рішення та заходи, що забезпечують технічну можливість і безпеку виконання робіт.

До особливих умов будівництва при виконанні робіт відносять:

- виїмки при значних притоках підземних вод, заболочення та обводнення ділянок, які потребують спеціальних систем з водопониження і водовідведення;
- влаштування виїмок за наявності зсувів, карстових, суфозійних явищ та просідаючих ґрунтів тощо;
- влаштування котлованів і траншей глибиною понад 3м або складної конфігурації, що вимагає спеціальних кріплень;
- підготовка основи під споруди інженерного захисту при будівництві на просідаючих та набрякливих ґрунтах, засолених, слабких, біогенних ґрунтах (мулах, торфах), пливунах тощо;
- виконання робіт із закріплення основ (цементація, глинизація, силікатизація тощо);
- виконання земляних робіт у зимовий період;
- зміцнення схилів і укосів (у т.ч. у гірських умовах) різними методами;
- виконання робіт у складних інженерно-геологічних умовах, на складному рельєфі та в умовах ущільненої забудови.

Г.1.4 У проектах будівництва споруд інженерного захисту слід передбачати:

- прогноз активності та інтенсивності зсувних та обвальних процесів на період будівництва;
- вимоги щодо спостереження за об'єктами та спорудами інженерного захисту;
- послідовність та комплексність проведення робіт;
- заходи щодо забезпечення загальної і місцевої стійкості схилів та укосів під час виконання робіт;
- необхідність завершення або тимчасового призупинення земляних робіт при настанні тривалих весняних та осінніх дощових періодів року та виконання в цей час інших будівельно-монтажних робіт;
- заходи щодо розміщення відвалів ґрунту та його складування для зворотної засипки, не допускаючи при цьому влаштування тимчасових відвалів у межах зони збільшення зсувного тиску на схилі;
- заходи щодо організації відведення поверхневих і підземних вод, водопониження, а також виконання робіт з використанням спеціальних засобів або технологій закріплення ґрунтів;
- рекомендації щодо створення, за необхідності, системи моніторингу зсуво- і обвалонебезпечного схилу та споруд інженерного захисту.

Г.1.5 На зсувних, зсувонебезпечних та обвальних територіях категорично забороняються роботи, що не передбачені проектною документацією і проектами виконання робіт і перерви в будівництві об'єктів інженерного захисту, особливо у весняні, осінні дощові періоди.

Будівництво та введення в експлуатацію об'єктів інженерного захисту, а також заходів і споруд інженерного захисту повинні бути взаємопов'язані в часі та гарантувати безаварійне виконання робіт.

Г.1.6 За можливості активізації проявів зсувних та обвальних процесів будівництво споруд інженерного захисту повинно виконуватись у період відносної стабілізації процесів на схилах.

Г.1.7 Способи виконання робіт, тривалість, строки та черговість будівництва окремих споруд інженерного захисту повинні забезпечувати збереження стійкості схилів (укосів) та не допускати її погіршення і перехід зсувонебезпечної території у зсувну.

Г.1.8 Котловани, траншеї та виїмки на схилах та укосах в межах зони збільшення зсувного (обвального) тиску слід розробляти окремими захватками, залишаючи між ними ґрунт у природному стані. За необхідності слід виконувати кріплення стін виїмок.

Чергову захватку слід виконувати після закінчення всіх робіт на попередній захватці, в тому числі після зворотної засипки ґрунту та його ущільнення.

Розміри захваток і розривів між ними визначають в залежності від інженерно-геологічних умов зсувного (зсувонебезпечного, обвального) схилу, розмірів конструктивних частин та способів виконання робіт. Не допускають залишати розкритими котловани та траншеї, а також незакріплені укоси виїмок на період випадіння інтенсивних опадів і сніготанення.

Г.1.9 При штучному водопониженні та водовідливі із котлованів, траншей та виїмок слід проводити організоване водовідведення в постійні або тимчасові водостоки, які виключають обводнення зсувних, зсувонебезпечних та обвальних зон.

Г.1.10 Щоразу після весняного сніготанення і злив слід засипати всі промивини, для уникнення розвитку яружної ерозії.

Всі нерівності, де може затримуватись та накопичуватись або надходити в ґрунтовий масив вода, повинні бути ліквідовані.

Г.1.11 Для зміцнення схилів на територіях населених пунктів слід передбачати насадження дерев, чагарників, дернування.

Г.1.12 До початку будівництва протиобвальних споруд інженерного захисту з нагірних схилів та укосів повинні бути видалені нестійкі брили скельних ґрунтів.

Г.1.13 Амортизуючі відсипки уловлюючих споруд інженерного захисту і протиобвальних галерей слід проводити під час будівництва або після його закінчення.

Г.1.14 Будівництво на схилах та укосах поділяють на: будівництво об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту (комплексу протизсувних споруд). Послідовність робіт визначають конкретними умовами території, місцем розташування об'єктів інженерного захисту на схилі (укосі), складом і типами споруд інженерного захисту. Існує декілька схем організації послідовності виконання земляних робіт та влаштування споруд інженерного захисту:

1) перед зведенням об'єктів інженерного захисту;
2) одночасно зі зведенням об'єктів інженерного захисту;
3) після зведення основних об'єктів інженерного захисту.

Г.1.15 Перша схема найбільш доцільна при будівництві на зсувних схилах, коли спорудження об'єкта інженерного захисту проводять під захистом споруд інженерного захисту або після проведення заходів щодо регулювання поверхневого та підземного стоків.

Другу схему застосовують при будівництві об'єкта инженерного захисту в глибоких виїмках і у разі підрізання схилу. При розробці кожного ярусу виїмки слід забезпечувати та експериментально контролювати стійкість схилу.

Третю схему використовують на відносно стійкому схилі після зведення об'єктів інженерного захисту, а потім будують споруди інженерного захисту.

На період будівництва роботи за цими схемами слід організувати так, щоб з часом ведення робіт стійкість схилу (укосу) не зменшувалась.

Г.2 Особливості технології будівництва

Г.2.1 Методи виконання робіт та передбачені в них виробничі технології при зведенні об'єктів інженерного захисту у межах зсувних і зсувонебезпечних територій і споруд інженерного захисту не повинні зменшувати стійкості схилів (укосів).

Г.2.2 До технологічних факторів, що впливають на стійкість схилу, відносять:

- спосіб та час розробки виїмок та зведення об'єктів інженерного захисту;
- спосіб та час зведення споруд інженерного захисту.

Реалізація цих факторів в єдиній технологічній системі дає змогу забезпечити стійкість схилу (укосу) в процесі будівництва.

Г.2.3 Вплив технологічної системи на стійкість схилу прослідковують в наступному:

- прийнятий напрямок проведення робіт при влаштуванні виїмок не повинен призвести до розвитку на схилі (укосі) зсувних процесів;
- правильна розстановка землерийно-транспортної техніки та визначення необхідного темпу робіт дозволять зберегти стійкість схилу (укосу).

Значні виїмки ґрунту на схилі та його підрізання без виконання протизсувних заходів не бажані на схилі (укосі), але найбільш небезпечні вони у нижній та середній частинах схилу, оскільки можуть привести до активізації зсуву.

Г.2.4 Прийнята послідовність або сумісність виконання різних робіт повинні забезпечити мінімальну тривалість будівництва об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту.

ДОДАТОК Д
(довідковий)

ОЦІНКА ОЧІКУВАНИХ ЗБИТКІВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИЗСУВНИХ ЗАХОДІВ

Д.1 При оцінці ризику на етапі вишукувань визначають можливості виходу системи з допустимого стану в наступних напрямках:

- оцінка ризику виходу системи (зсувонебезпечний схил або укіс) із допустимого (стійкого) стану з урахуванням нормованого коефіцієнта стійкості згідно з ДБН А.2.1.1;
- оцінка ризику економічних втрат, пов'язаних із зсувом або обвалом (як окремо, так і у зіставленні з витратами на стабілізацію процесу).

Д.2 Оцінюванню підлягають як витрати на протизсувні споруди та заходи інженерного захисту, так і ймовірні збитки від зсуву.

Для об'єктів інженерного захисту зі значними (СС3) і середніми (СС2) (за необхідності) наслідками слід розглядати варіанти споруд інженерного захисту для вибору оптимального варіанту за ефективністю, надійністю, технологією виконання робіт та економічністю з врахуванням 5.6.

Кращим варіантом з двох, що порівнюють, вважають варіант, витрати на який при порівнянні виявляться меншими.

Д.3 Очікувані витрати на споруди і заходи інженерного захисту та ймовірні збитки в результаті зсуву встановлюють за різними видами витрат (капітальні витрати, операційні витрати тощо) та збитків (фізичним, юридичним особам, страхові виплати тощо) на момент оцінювання варіантів.

Д.4 При кількісній оцінці ймовірних збитків внаслідок зсуву та очікуваних витрат на протизсувні заходи інженерного захисту здійснюють:

- ідентифікацію зсувної небезпеки: виявляють ознаки та прояви зсувного процесу на досліджуваній ділянці, встановлюють тип зсувного процесу, місцеположення і ймовірні контури тіла потенційного зсуву, аналізують фактори, що можуть впливати на формування зсуву, та фактори, що здатні провокувати активізацію зсувного процесу, оцінюють масштаби та встановлюють ймовірності зсуву за різних умов його формування, в тому числі з врахуванням запланованих протизсувних заходів інженерного захисту;
- аналіз і оцінку потенціальних наслідків зсуву: визначають збитки від зсуву (природні, матеріальні та соціальні об'єкти) і об'єкти інженерного захисту, яким може загрожувати зсув, та встановлюють очікувані екологічні, економічні, соціальні втрати, збитки, шкода природному середовищу і життєдіяльності людини за різних умов формування зсуву, в тому числі з врахуванням запланованих протизсувних заходів інженерного захисту.

Д.5 Встановлення очікуваної ефективності протизсувних заходів інженерного захисту повинно бути вирішальним фактором при їх призначенні, виборі їх варіанту або відмови від них.

Д.6 Визначають наступні види ефективності протизсувних заходів:

а) інженерно-геологічна;
б) технічна;
в) порівняльна економічна;
г) екологічна;
д) соціальна.

При інженерно-геологічній ефективності порівнюють коефіцієнти стійкості відповідно для стану схилу (укосу) до і після здійснення оцінюваного заходу. При технічній ефективності протизсувних заходів інженерного захисту визначають ступінь відповідності фактичної роботи даного заходу його плануванню.

При оцінці економічної ефективності порівнюють між собою два або більше технічних варіантів споруд інженерного захисту і приймають той, що забезпечує мінімальну величину витрат на будівництво та експлуатацію при забезпеченості однакової надійності цих варіантів.

Основні чинники зсувного ризику і порядок їх врахування наведені в таблиці Д.1.

Таблиця Д.1 - Основні чинники зсувного ризику і порядок їх врахування

Показник	Вплив на стійкість схилу	Порядок врахування
Крутизна схилу	Негативне зі збільшенням крутизни схилу	Збільшення ризику
Висота	Те саме зі збільшенням висоти схилу	Збільшення ризику
Геологічний субстрат (літогенна основа)	В залежності від властивостей порід і їхнього положення відносно зон концентрації напружень у присхиловому масиві	Збільшення або зменшення ризику
Джерела зволоження присхилового масиву	Негативний	Збільшення ризику
Підмиви основи схилу	-	Те саме пропорційно швидкості розмиву
Сейсмічність	-	Збільшення ризику
Динамічні і статичні навантаження	-	Те саме зі збільшенням навантаження
Рослинність	Позитивний	Зменшення ризику
Експозиція	Різний	Збільшення ризику

Д.7 При оцінці екологічної ефективності протизсувних заходів інженерного захисту визначають відповідність цих заходів нормативним вимогам з охорони навколишнього середовища від забруднення.

Д.8 При оцінці соціальної ефективності протизсувних заходів інженерного захисту визначають, наскільки їх здійснення сприяє вирішенню соціальних питань даного населеного пункту.

ДОДАТОК Е
(обов'язковий)

МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ТА СПОРУД ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ

Е.1 Вид та обсяг моніторингу технічного стану споруд інженерного захисту слід виконувати в проекті об'єкта інженерного захисту згідно з [6].

У проектній документації об'єкта інженерного захисту мають бути визначені вимоги до умов проведення, обробки і систематизації натурних спостережень за роботою і станом споруд інженерного захисту як в період будівництва, так і в період експлуатації.

Е.2 У проектній документації споруд інженерного захисту зі значними наслідками (СС3) необхідно передбачати встановлення КВА і пристроїв (інклінометрів, геодезичних висотних марок, деформаційних марок, режимних свердловин тощо) для проведення натурних спостережень за роботою та станом споруд інженерного захисту і їх основ, порядок та циклічність виконання геодезичного моніторингу для проведення натурного контролю технічного стану і роботи об'єктів інженерного захисту та розвитку зсувних або обвальних процесів. Результати цих спостережень використовують для оцінки надійності об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту, своєчасного виявлення дефектів, призначення ремонтних та інших заходів, попередження аварій і покращення умов експлуатації.

Для нижчих класів наслідків (відповідальності) споруд інженерного захисту можливо обмежитись візуальним контролем, а встановлення на них КВА доцільне за наявності відповідного обґрунтування.

Е.3 В проектній документації об'єктів інженерного захисту зі значними наслідками (СС3) необхідно передбачати документацію на влаштування сучасних автоматизованих систем контролю (далі - АСК) для систематичних спостережень за станом об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту і розвитком зсувних або обвальних процесів. Це забезпечить безперервний збір даних, що відображають технічний стан об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту і розвиток зсувних або обвальних процесів, і дасть змогу виконати аналіз-порівняння контрольованих показників з гранично-допустимими значеннями.

Е.4 При інструментальних спостереженнях (геодезичний моніторинг) слід проводити спостереження за вертикальними та горизонтальними зміщеннями об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту і осіданнями основи. Склад основних інструментально контрольованих показників для об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту:

- осідання основи (абсолютне, середнє, нерівномірне, відносно нерівномірне);
- горизонтальні (планові) переміщення верху несучих конструкцій споруд інженерного захисту;
- вертикальні деформації тіла об'єкта інженерного захисту та споруди інженерного захисту;
- горизонтальні деформації тіла об'єкта інженерного захисту та споруди інженерного захисту;
- розкриття тріщин, динаміка їх розвитку.

За відповідного обґрунтування допускають не проводити вище перелічені інструментальні спостереження (за винятком об'єктів інженерного захисту зі значними (СС3) наслідками).

Е.5 Візуальними обстеженнями контролюють прояви локальнихдеформацій на поверхні схилу.

Е.6 При проведенні натурних спостережень на основі КВА за роботою і станом об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту як у процесі будівництва, так і при експлуатації слід своєчасно виявляти дефекти і несприятливі процеси. призначити ремонтні та інші заходи, запобігати відмовам і аваріям, поліпшувати режими експлуатації об'єктів інженерного захисту та споруд інженерного захисту і оцінювати рівень безпеки і ризику аварій, очікуваних збитків та ефективності протизсувних споруд інженерного захисту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016 Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів
2. ДСТУ Б В.1.1-28:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Шкала сейсмічної інтенсивності
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-44:2016 Настанова щодо проектування будівель і споруд на просідаючих ґрунтах
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р. № 6 "Про затвердження переліку об'єктів, що належать суб'єктам господарювання, проектування яких здійснюється з урахуванням вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту"
5. ДСТУ Б А.2.2-7:2010 Проектування. Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об'єктів. Основні положення
6. ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-42:2016 Настанова щодо проектування будівель і споруд на підроблюваних територіях
8. ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014 Настанова з проектування котлованів для улаштування фундаментів і заглиблених споруд
9. ДСТУ-Н Б В.2.1-31:2014 Настанова з проектування підпірних стін
10. Активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Щорічник (випуск XI). - Київ: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство "Державний інформаційний геологічний фонд України", 2014.-29 іл. - 101 с.
11. Varnes, D.J., 1978, Slope movement types and processes, in Schuster, R.L., and Krizek, R.J., eds., Landslides-Analysis and control: Transportation Research Board Special Report 176, National Research Council, Washington, D.C., p. 11-23.
    (Варнс Д.Й. Типи руху схилу та процеси. Співавтори: Шустер Р.Л., Кризек Р.Й. та інші. Зсуви-аналіз та контроль: Звіт № 176 спеціальної транспортної дослідної групи, Національна дослідна рада, округ Вашингтон, 1978, стор. 11-23).
12. Cruden, D.M, and Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, in Turner, A. Keith, and Schuster, Robert L. eds. Landslides - Investigation and mitigation: Transportation Research Board, Special report no. 247, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., p. 36-75.
    (Круден Д.М. та Варнс Д.Й. Типи руху схилу та процеси. Співавтори: Турнер А., Шустер Роберт Л. та інші. Зсуви - спостереження та пом'якшення наслідків: Звіт № 247 спеціальної транспортної дослідної групи, Національна дослідна рада, округ Вашингтон, 1996, стор. 36-75).
13. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва
14. ДСТУ Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)

Ключові слова: зсув, обвал, об'єкти інженерного захисту, споруди інженерного захисту, заходи інженерного захисту, коефіцієнт стійкості, поверхня ковзання, зсувні і зсувонебезпечні схили, зсувний тиск, структурне зчеплення ґрунту.

****

Редактор - А.О. Луковська
Комп'ютерна верстка - В.Б.Чукашкіна

Формат 60х841/8. Папір офсетний. Гарнітура "Arial".
Друк офсетний.

Державне підприємство "Укрархбудінформ".
вул. М. Кривоноса, 2А, м. Київ-37, 03037, Україна.
Тел. 249-36-62
Відділ реалізації: тел.факс (044) 249-36-62 (63, 64)
E-mail:uabi90@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців
ДК №690 від 27.11.2001 р.