



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра автомобільних доріг, основ і фундаментів

03-03-031

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з дисципліни **"Основи та фундаменти"**

ДОДАТОК до завдання для виконання курсового проекту
та практичних занять

здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю: 192 „Будівництво та цивільна інженерія”
спеціалізації: “Промислове та цивільне будівництво”
денної та заочної форм навчання

**“ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ БУДІВЕЛЬНИХ
МАЙДАНЧИКІВ”**

Рекомендовано науково-методичною
комісією спеціальності "Будівництво та
цивільна інженерія"
протокол № 6 від 19 квітня 2018 р.

РІВНЕ – 2018



Методичні вказівки з дисципліни "Основи та фундаменти" **додаток** до завдання для виконання курсового проекту та практичних занять здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю: 192 „Будівництво та цивільна інженерія” спеціалізації: “Промислове та цивільне будівництво” денної та заочної форм навчання “**Інженерно-геологічні умови будівельних майданчиків**”. М.О.Фурсович, В.В.Супрунюк, - Рівне: НУВГП, 2018, - 24 с.

Упорядники: **М.О.Фурсович**, канд. техн. наук, доцент, **В.В.Супрунюк**, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний за випуск: М.Т.Кузло, доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобільних доріг, основ і фундаментів.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	3
1.Варіанти ґрунтових умов будівельних майданчиків (Таблиця 1)	6
2.Варіанти будівельних майданчиків (Рис. 1)	9
3.Варіанти незв'язних ґрунтів (Таблиця 2)	10
4.Варіанти зв'язних ґрунтів (Таблиця 3)	11
5.Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика (приклад)	13
6.Визначення типу ґрунтових умов за просіданням (приклад)	20
7.Висновки про інженерно-геологічні умови будівельного майданчика (приклад)	21
8.Рекомендації (приклад)	22
Додаток	22
Класифікація пісків залежно від гранулометричного складу (Таблиця 10)	22
Класифікація пісків за щільністю будови (Таблиця 11)	22
Класифікація пісків за коефіцієнтом водонасичення (Таблиця 12)	22
Класифікація глинистих ґрунтів за числом пластичності (Таблиця 13)	22
Класифікація глинистих ґрунтів за показником текучості (Таблиця 14)	22



ВСТУП

Інженерно-геологічні дослідження (ІГД) проводяться з метою одержання вихідних даних для розробки проектів фундаментів будівель і споруд та технології їх зведення. ІГД виконують пошукові організації відповідно до технічного завдання, складеного проектними організаціями. Технічне завдання, поряд з даними необхідними для ІГД (схема розміщення розвідувальних свердловин, шурфів, їх діаметр і довжина, кількість монолітів з кожної свердловини, тощо), містить відомості про розміщення будівель і споруд на ділянці згідно з проектом

Під час ІГД вивчаються з необхідною повнотою: геологічна будова ділянки - товщина шарів і характер їх залягання (горизонтальне, похиле, виклинювання шарів), фізико-механічні властивості ґрунтів і їх можлива зміна після зведення будівлі, інженерно-геологічні процеси і явища (зсуви, карст, суфозія, морозне здимання), гідрологічні умови – рівень ґрунтових вод, його зміна, вплив води на ґрунти та конструкції фундаментів, напрямок руху води; зроблені висновки і подані обґрунтовані рекомендації щодо придатності ділянки для будівництва.

Геологічну будову для більшості промислових і цивільних будівель з'ясовують на глибину активної зони фундаментів (10-15м) або на глибину, в межах якої можливі зміни властивостей ґрунтів (наприклад, при замочуванні), але не більше 25-30м.

Висновки містять загальну інженерно-геологічну оцінку ділянки будівництва. Рекомендації даються на період проектування, будівництва і експлуатації. *Рекомендації на період проектування* стосуються вибору типу фундаментів, несучого шару, глибини закладення фундаментів тощо. *Рекомендації на період будівництва* стосуються вибору доцільних для даної ділянки методів виконання робіт, які виключають погіршення властивостей ґрунтів основи (наприклад, може бути рекомендоване відривання котловану і закладення фундаменту під захистом водозниження). *Рекомендації на період експлуатації* можуть містити вимоги про недопустимість встановлення устаткування, яке створює ударні чи вібраційні навантаження значної сили.

Як відомо, лабораторні дослідження проводяться на зразках ґрунту, відібраних з монолітів. **Моноліт** - це зразок ґрунту відібраний з інженерно-геологічної виробки та певним чином замаркований і упакований для того щоб його можна було доставити на місце проведення лабораторних досліджень без порушення природного стану ґрунту. Отже, для проведення



лабораторних досліджень фізико-механічних характеристик ґрунтів необхідно влаштовувати розвідувальні виробки - шурфи і свердловини.

Шурфи – вертикальні виробки прямокутного чи круглого перерізу глибиною до 25м (проходяться вручну). Позитивною особливістю шурфів є можливість відбору якісних зразків ґрунту непорушеної структури й оглянути пройдені шари ґрунтів в умовах їх природного залягання. Недоліком є їх висока трудомісткість і вартість. Їх влаштовують, як правило, коли не можна бурити свердловини (вміст глиб, валунів).

Свердловини – це вертикальні виробки, які проходять бурінням (найчастіше ударно-канатним).

З розвідувальних виробок відбирають зразки ґрунту непорушеної (моноліти) і порушеної структури. З монолітів відбирають зразки ґрунту для визначення щільності ґрунту, міцнісних і деформативних характеристик. Лабораторні дослідження по визначенню щільності частинок ґрунту, природної вологості, вологості на межі текучості і межі розкочування, гранулометричного складу проводять із зразками порушеної структури.

За результатами ПД складають звіт, до якого входять пояснювальна записка і графічна частина. Пояснювальна записка містить завдання і програму досліджень, фактичний матеріал досліджень, висновки і рекомендації на періоди проектування, будівництва і експлуатації будівлі. В графічну частину входять інженерно-геологічна карта, інженерно-геологічні розрізи та інший графічний матеріал.

Інженерно геологічні умови (ІГУ), наведені в даних методичних вказівках (МВ), є максимально наближеними до реальних ІГУ, які існують у відповідному регіоні, тому їх, з певним наближенням, можна використовувати під час дипломного проектування.

ІГУ розроблено в 100 варіантах. Номер варіанта ІГУ (див. табл. №1) студентам стаціонарної форми навчання призначається викладачем - керівником курсового проекту. Номер варіанта ґрунтових умов студенти заочної форми навчання приймають за двома останніми цифрами номера індивідуального плану. Ґрунти зашифровані шифрами від 1 до 154. **Нормативні значення** фізико-механічних характеристик ґрунтів наведені в таблицях 2 і 3.



Перш ніж перейти до аналізу ПГУ будівельного майданчика необхідно вивчити складові частини ґрунтів, їх фізико-механічні характеристики та класифікацію ґрунтів.

Повна класифікація ґрунтів наводиться в ДСТУ Б В.2.1-2-96 “ґрунти. Класифікація”. Згідно з стандартом всі ґрунти поділяються на класи, групи, підгрупи, типи, види і різновиди.

К л а с - за загальним характером структурних зв’язків. Це природні скельні, дисперсні, мерзлі, техногенні ґрунти.

Г р у п а - за характером структурних зв’язків з урахуванням їх міцності. Клас скельних ґрунтів розділяють на скельні та напівскельні, дисперсних - на зв’язні та незв’язні.

П і д г р у п а - за походженням та умовами утворення. Скельні ґрунти відносять до магматичних, метаморфічних та осадових підгруп; дисперсні - до осадової підгрупи.

Т и п - за речовинним складом. Дисперсні групи поділяються на мінеральні, органомінеральні та органічні.

В и д - за найменуванням ґрунтів (з урахуванням розмірів часток та показників властивостей). Мінеральні ґрунти розділяють на великоуламкові, піски і глинисті ґрунти; органомінеральні - на мули, сапропелі та заторфовані ґрунти; органічні - на торфи.

Р і з н о в и д - за кількісними показниками речовинного складу, властивостей та структури ґрунтів. Великоуламкові ґрунти та піски розділяються згідно з табл. Б10 ДСТУ Б В.2.1-2-96 “ґрунти. Класифікація”; глинисті ґрунти та мули - за числом пластичності (табл. Б11 цього ж ДСТУ) і за показником текучості (табл. Б14 цього ж ДСТУ); великоуламкові ґрунти та піски - за коефіцієнтом водонасичення (табл. Б17 цього ж ДСТУ); піски - за щільністю складу e (табл. Б18 ДСТУ п.3) та ін.

ґрунти, які мають одне й те ж походження, вид і числові значення їх всіх фізико-механічних характеристик є однаковими, або закономірність зміни цих характеристик така, що нею можна знехтувати, називають *інженерно-геологічними елементами (ІГЕ)*.

Приклад аналізу інженерно-геологічних умов будівельного майданчика див. п. 5-8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
27	7	300,0	300,5	300,0	299,5	---	300,2	299,1	300,1	0,5	76	11,0	10,0	11,0	77	4,0	4,1	4,0	71	2,0	2,2	2,1	62	2,5	1,7	2,9	284,5	284,5	284,5	301	
28	8	32,0	31,5	31,0	---	---	31,2	30,7	31,2	0,3	2	4,1	3,6	4,1	65	5,0	5,1	5,1	86	2,0	2,1	2,1	59	3,6	3,9	3,3	29,5	29,5	29,5	301	
29	9	45,0	45,5	45,5	45,0	---	44,8	45,3	45,2	0,3	74	3,7	4,3	4,3	16	3,0	3,1	3,1	104	3,0	3,9	3,9	98	5,0	4,6	4,4	44,1	44,1	44,1	301	
30	1	137,0	136,5	136,0	136,5	137,0	136,7	136,7	136,7	0,4	122	4,3	4,8	4,7	93	2,2	2,0	2,0	111	4,2	4,0	4,1	112	3,9	3,8	3,8	127,0	127,2	127,2	301	
31	1	201,0	200,5	200,0	200,5	201,0	200,7	200,3	200,7	0,4	69	8,6	8,2	8,5	14	3,0	3,0	3,0	112	3,0	3,4	3,1	не выявлено	191,7	191,7	191,7	191,7	191,7	191,7	301	
32	2	325,0	332,0	332,5	333,0	332,5	332,9	332,7	332,6	0,2	28	---	4,2	4,2	87	1,0	4,0	4,2	88	2,1	2,1	2,2	4	6,0	4,9	4,1	323,1	323,3	323,5	301	
33	4	327,0	327,5	328,0	328,5	---	327,1	327,8	328,1	0,5	94	6,0	6,1	6,2	69	3,0	3,1	3,1	105	2,0	2,1	2,0	26	3,4	3,0	3,4	170,7	170,7	170,7	301	
35	5	293,5	294,5	294,5	294,0	292,0	293,8	294,3	292,0	0,6	77	8,0	8,5	6,0	109	3,0	3,0	3,0	101	1,0	1,0	1,0	1,2	2,4	1,9	2,4	284,0	284,0	284,0	301	
36	6	320,5	320,0	319,5	320,0	320,5	319,7	320,3	319,7	0,7	107	8,3	8,8	8,2	91	4,2	4,1	4,2	101	4,1	4,1	4,2	98	3,5	2,9	3,4	310,6	310,6	310,6	301	
37	7	42,5	42,0	41,5	41,0	---	41,8	40,7	41,6	0,5	117	6,0	5,0	6,0	118	3,0	3,1	3,0	21	0,6	0,5	0,8	106	4,9	5,9	4,9	40,2	40,2	40,2	301	
38	8	99,0	99,5	100,0	---	---	99,6	100,4	99,6	0,5	19	2,7	3,5	2,7	90	4,2	4,3	4,2	112	3,1	3,0	3,1	113	4,5	3,7	4,5	96,3	96,3	96,3	301	
39	9	63,0	62,5	62,0	62,5	---	63,2	62,8	62,3	0,3	53	3,8	3,4	2,9	51	11,0	11,2	11,1	7	1,0	1,1	1,1	39	3,2	3,9	4,5	58,2	58,2	58,2	301	
40	1	186,0	186,5	187,0	186,5	186,0	186,2	186,7	186,3	0,3	28	1,1	1,6	1,2	1	1,2	1,2	1,3	61	4,4	4,5	4,6	4	5,0	4,4	4,6	183,6	183,6	183,6	301	
41	2	325,0	320,5	320,0	319,5	319,0	325,1	319,7	318,8	0,3	64	4,5	---	---	---	65	5,2	4,3	3,4	101	2,0	2,1	2,4	39	3,0	3,3	3,9	319,6	319,6	318,8	301
43	3	127,0	126,5	126,0	125,5	---	125,8	126,3	125,8	0,0	22	2,0	2,1	3,0	3	3,2	4,1	3,1	118	2,1	2,2	2,1	24	3,7	3,6	2,1	125,5	125,5	125,5	301	
44	4	281,0	281,5	282,0	282,5	---	281,1	281,7	282,2	0,4	66	7,2	7,6	8,0	127	4,0	4,1	4,2	57	3,1	3,1	3,2	10	5,3	4,8	4,2	68,4	68,6	69,0	301	
45	5	160,5	161,0	160,5	160,0	159,5	160,7	160,6	159,4	0,4	48	2,5	2,4	1,2	10	2,8	2,8	3,8	115	4,2	4,3	4,4	39	5,1	5,1	5,2	158,0	158,0	158,0	301	
46	6	63,5	64,0	64,5	65,0	64,5	64,2	64,8	64,3	0,5	97	3,2	4,3	3,2	118	4,2	4,3	4,2	25	0,6	0,5	0,6	62	6,5	5,4	6,5	62,5	62,5	62,5	301	
47	7	112,0	112,5	113,0	112,5	---	112,7	112,5	112,8	0,6	146	6,5	6,5	6,6	103	2,0	2,0	2,1	119	3,9	3,9	3,7	не выявлено	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	301	
48	8	155,0	155,5	156,0	---	---	155,1	156,4	155,7	0,3	49	3,4	4,1	3,4	17	3,8	3,6	3,6	91	4,0	4,1	4,2	7	3,7	2,9	3,5	150,8	150,8	150,8	301	
49	9	189,0	189,5	190,0	189,5	---	188,8	189,4	189,7	0,4	79	5,6	6,2	6,5	64	2,8	2,7	2,8	65	1,5	1,5	1,5	8	4,7	4,2	3,8	180,0	180,0	180,0	301	
50	0	220,0	220,5	221,0	221,5	221,0	220,8	220,2	221,3	0,5	128	8,4	7,8	8,9	127	5,2	5,2	5,2	13	1,2	1,2	1,2	36	4,7	4,7	4,7	206,4	206,4	206,4	301	
51	1	53,5	54,0	53,5	53,0	52,5	53,8	53,7	52,7	0,7	135	4,6	5,0	3,9	136	5,3	4,9	4,8	137	3,2	4,1	4,2	43	5,2	4,3	5,6	41,0	41,0	41,0	301	
52	2	53,0	56,5	57,0	57,5	58,0	52,6	56,7	58,2	0,4	136	6,5	10,0	10,6	97	2,0	2,2	2,1	84	4,1	4,2	4,0	39	2,0	2,2	1,9	46,7	46,8	46,0	301	
53	3	60,0	60,5	61,0	61,5	---	61,2	60,7	61,3	0,3	43	4,8	5,3	4,9	55	4,2	4,1	4,1	87	2,7	2,8	2,8	139	3,0	2,5	2,9	59,4	59,4	59,4	301	
54	4	143,0	143,5	144,0	144,5	---	143,2	143,7	144,1	0,3	103	4,7	6,2	6,6	23	6,0	6,1	6,0	140	7,0	6,4	6,1	не выявлено	140,7	140,7	140,7	140,7	140,7	140,7	301	
55	5	72,0	71,5	71,0	71,5	74,0	71,8	71,2	74,1	0,3	19	1,6	1,0	4,0	43	6,0	6,0	6,0	139	2,0	2,0	2,1	47	5,1	4,7	5,6	70,0	70,0	70,0	301	
56	6	80,0	79,5	79,0	79,5	80,0	79,2	79,7	79,2	---	46	2,6	3,1	2,6	51	3,0	3,0	3,0	58	3,0	3,0	3,0	42	6,4	5,9	6,3	79,0	79,0	79,0	301	
57	7	260,0	260,5	261,0	261,5	---	260,8	261,7	260,8	0,4	145	8,9	9,8	8,8	57	2,8	2,7	2,7	32	0,6	0,7	0,6	144	2,3	1,4	2,5	251,0	251,0	251,0	301	
58	8	250,5	250,5	251,0	---	---	250,8	251,1	250,8	0,4	146	10,2	10,6	10,2	137	3,1	3,2	3,2	37	0,8	0,6	0,8	45	3,5	3,2	3,4	237,3	237,3	237,3	301	
59	9	160,0	160,5	161,0	---	---	159,8	160,3	161,3	0,5	48	3,2	3,7	4,7	37	4,2	4,3	4,2	134	2,1	2,2	2,1	43	5,0	4,3	3,5	156,6	156,6	156,6	301	
60	0	200,0	200,5	201,0	200,5	200,0	200,2	200,7	200,3	0,3	81	4,6	5,1	4,7	91	3,1	3,0	3,0	42	3,1	3,1	3,1	24	3,9	3,5	3,9	195,2	195,2	195,2	301	
61	1	167,0	167,5	168,0	167,5	167,0	167,3	167,8	167,3	0,4	137	4,8	5,3	4,8	139	4,0	4,0	4,0	37	2,0	2,0	2,0	36	3,8	3,3	3,8	162,0	162,0	162,0	301	
62	2	152,0	149,0	148,5	148,0	147,5	152,1	148,3	147,4	0,3	49	6,8	3,0	2,1	32	1,2	1,2	1,2	120	4,5	4,5	4,5	140	3,2	3,0	3,9	145,1	145,0	144,9	301	
63	3	157,0	156,5	156,0	155,5	---	156,7	156,3	155,7	0,4	127	8,5	9,1	8,5	143	2,0	2,0	2,0	47	1,1	1,1	1,1	45	2,8	2,4	3,0	147,8	147,8	147,8	301	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
64	4	43,0	42,5	42,0	41,5	---	42,8	42,3	41,8	0,3	116	3,0	2,5	2,0	140	4,0	4,0	4,0	4,3	3,2	3,2	3,2	4,4	1,5	2,0	2,5	3,9	3,9	3,9	39,0	Бердянськ			
65	5	170,0	169,5	169,0	169,5	172,0	169,8	169,3	172,2	0,4	121	4,8	4,3	7,2	122	4,2	4,3	4,2	131	2,1	2,1	2,1	1,34	3,3	3,9	3,1	1,60	4	1,60	4	Горнин			
66	6	220,0	221,5	221,0	220,5	220,0	221,2	220,3	221,2	0,3	100	2,2	1,3	2,2	124	4,5	4,4	4,3	131	3,6	3,6	3,6	1,26	4,4	5,3	4,5	2,18	5	2,18	5	Житомир			
67	7	260,0	259,5	259,0	258,5	---	259,2	258,3	259,2	0,3	49	2,1	1,2	2,1	48	3,2	3,3	3,3	138	2,1	2,1	2,1	1,34	4,3	4,9	4,1	2,52	6	2,52	6	Львів			
68	8	250,0	249,5	249,0	---	---	249,7	248,8	249,3	0,4	126	3,5	3,0	3,5	36	5,4	5,3	5,4	35	2,9	2,9	2,9	3,8	2,8	3,3	2,8	245,2	245,2	245,2	245,2	Жмеринка			
69	9	60,0	59,5	59,0	58,5	---	60,2	59,7	58,7	0,3	121	6,5	6,0	5,0	138	2,6	2,6	2,6	35	3,0	3,0	3,0	3,4	2,6	3,1	3,1	53,0	53,0	53,0	53,0	Нова Ках			
70	0	160,0	159,5	159,0	159,5	160,0	159,7	159,1	159,7	0,3	9	2,6	2,0	2,6	27	2,5	2,5	2,5	131	6,0	6,0	6,0	4,0	3,6	4,2	3,6	156,8	156,8	156,8	156,8	Шостка			
71	1	120,0	119,5	119,0	119,5	120,0	119,7	119,3	119,7	0,4	50	3,5	3,1	3,5	41	2,0	2,0	2,0	123	5,6	5,6	5,6	8,6	3,5	3,9	3,5	115,7	115,7	115,7	115,7	Шостка			
72	2	240,0	250,0	250,5	251,0	251,5	240,0	250,7	251,7	0,5	135	2,5	1,32	14,5	141	6,2	6,2	6,2	134	2,8	2,8	2,8	4,1	2,4	---	---	236,0	236,0	236,0	236,0	Умань			
73	3	260,0	260,5	261,0	261,5	---	261,2	260,7	261,2	0,3	73	6,2	5,7	6,2	130	4,9	4,9	4,9	34	0,8	0,8	0,8	0,8	1,39	2,8	3,3	2,8	255,2	255,2	255,2	255,2	Стаханов		
74	4	41,0	41,5	42,0	41,5	---	41,1	41,8	41,9	0,7	62	10,2	10,9	11,0	65	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,8	4,0	4,0	4,1	30,1	30,1	30,1	30,1	Нікополь			
75	5	45,0	44,5	44,0	43,5	41,0	44,8	44,1	39,9	0,6	128	8,6	7,9	4,7	138	2,1	2,1	2,1	36	1,2	1,2	1,2	1,2	144	2,5	3,2	3,4	34,6	34,6	34,6	34,6	Марганець		
76	6	50,0	50,5	51,0	51,5	51,0	50,8	51,3	50,8	0,5	66	12,0	12,5	12,0	79	6,0	6,0	6,0	129	3,1	3,1	3,1	4,7	3,4	2,9	3,4	32,3	32,3	32,3	32,3	Мелітополь			
77	7	96,0	96,5	97,0	97,5	---	96,7	97,8	96,8	0,6	77	8,9	10,0	9,0	62	4,0	4,0	4,0	1,2	2,4	2,4	2,4	2,4	2,9	4,1	3,0	4,0	87,2	87,2	87,2	87,2	Жовт Вод		
78	8	111,0	111,5	112,0	---	---	111,3	112,2	111,6	0,3	6	2,7	3,3	2,7	4,0	1,2	1,2	1,2	142	4,8	4,8	4,8	3,6	6,0	6,4	6,0	108,6	108,6	108,6	108,6	Раго			
79	9	96,0	96,5	96,0	95,5	---	95,8	96,3	95,7	0,3	50	4,2	4,7	4,1	37	2,0	2,0	2,0	124	3,8	3,8	3,8	4,8	3,5	4,7	4,2	4,8	91,3	91,3	91,3	91,3	Любешів		
80	0	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	15,8	15,2	16,7	0,4	141	3,3	3,9	4,8	142	4,6	4,6	4,6	139	2,9	2,9	2,9	4,3	3,8	3,2	2,3	13,2	13,2	13,2	13,2	Феодосія			
81	1	56,0	55,5	55,0	55,5	56,0	55,8	55,3	55,6	---	46	1,4	1,9	1,4	88	4,2	4,2	4,2	101	3,6	3,6	3,6	1,19	5,8	5,3	5,8	55,0	55,0	55,0	55,0	Сімферополь			
82	2	280,0	288,5	289,0	289,5	290,0	279,9	289,2	290,2	0,3	93	---	---	---	---	3,8	4,8	11,0	2,0	7,0	114	2,0	2,0	2,0	3,6	3,7	3,9	2,9	277,5	277,5	277,5	277,5	Геофільов	
83	3	183,0	183,5	184,0	184,5	---	184,2	183,7	184,2	0,4	92	4,2	3,7	4,2	92	4,2	4,2	4,2	112	6,0	6,0	6,0	120	3,0	3,0	3,1	2,4	2,8	2,4	178,0	178,0	178,0	178,0	Льубини
84	4	197,0	197,5	198,0	198,5	---	197,1	197,7	198,1	0,4	150	5,6	6,0	6,3	3	4,1	4,2	4,3	87	2,1	2,1	2,1	1,20	2,8	2,3	1,9	196,0	196,0	196,0	196,0	Шепетівка			
85	5	221,0	221,5	222,0	222,5	218,0	221,2	221,9	217,8	0,5	149	4,2	4,9	1,2	73	3,2	3,3	3,3	14	3,6	3,6	3,6	3,7	9,6	3,4	2,7	3,3	213,0	213,0	213,0	213,0	Заслав		
86	6	245,0	244,5	244,0	244,5	245,0	244,3	244,7	244,3	0,5	147	8,2	8,6	8,2	146	2,0	2,0	2,0	14	1,2	1,2	1,2	1,2	3,6	6,1	5,7	6,1	233,5	233,5	233,5	233,5	Хоростків		
87	7	250,0	250,5	251,0	251,5	---	250,8	251,8	250,9	0,4	146	6,2	6,2	6,3	48	1,5	1,4	1,5	24	6,9	7,0	6,8	---	---	---	---	238,8	238,7	237,6	237,6	Гаршата			
88	8	220,0	220,5	221,0	---	---	220,6	221,3	220,7	0,5	68	6,9	7,3	6,9	67	3,5	3,5	3,5	23	4,2	4,2	4,2	1,98	4,9	4,5	4,9	209,5	209,5	209,5	209,5	Броди			
89	9	185,0	184,5	184,0	183,5	---	185,3	184,7	183,7	0,6	142	5,6	5,1	4,1	35	0,7	0,7	0,7	138	2,1	2,1	2,1	1,21	1,39	6,0	6,5	7,5	183,2	183,0	182,8	182,8	Харків		
90	0	111,0	110,5	110,0	111,0	111,0	110,2	110,7	110,7	0,4	126	4,8	5,3	5,3	37	4,6	4,6	4,6	44	2,2	2,2	2,2	1,7	---	---	---	108,6	108,4	108,3	108,3	Одесььк			
91	1	226,0	225,5	225,0	224,5	225,0	225,9	225,3	224,7	0,3	49	3,1	3,1	3,1	35	2,0	2,0	2,0	36	4,2	4,2	4,2	4,2	134	4,8	5,4	6,5	221,8	221,8	221,8	221,8	Фастов		
92	2	172,0	180,0	180,5	181,0	181,5	171,7	180,7	181,7	0,4	135	---	6,2	7,2	69	4,2	7,0	7,0	91	3,1	3,1	3,1	3,1	2,1	2,4	4,4	167,0	167,1	167,2	167,2	Кагарлик			
93	3	123,0	123,5	124,0	124,5	---	124,3	123,7	124,3	0,3	20	6,5	6,0	6,5	97	5,6	5,6	5,6	112	2,0	2,0	2,0	2,0	3,6	3,5	3,6	124,1	124,1	124,1	124,1	Маневичі			
94	4	340,0	340,5	341,0	341,5	---	340,3	340,8	341,2	0,5	94	10,5	11,0	11,4	93	4,0	3,9	4,0	30	1,2	1,2	1,2	1,1	9,8	3,8	3,4	3,0	325,2	325,9	325,3	325,3	Яворів		
95	5	62,5	62,0	61,5	61,0	52,0	62,4	61,6	51,9	0,5	76	12,0	11,6	2,0	59	2,5	2,3	2,3	74	3,1	3,0	3,1	2,9	1,9	2,7	2,4	47,8	47,8	47,8	47,8	Олеся			
96	6	39,0	39,5	40,0	39,5	39,0	39,8	39,2	39,8	0,6	53	5,3	4,7	5,3	55	9,0	9,0	9,0	112	4,6	4,6	4,6	2,3	5,5	6,1	5,5	34,5	34,5	34,5	34,5	Кременчук			
97	7	220,0	219,5	219,0	218,5	---	219,2	218,3	219,2	0,4	53	8,0	7,1	8,0	96	3,5	3,5	3,5	23	2,1	2,1	2,1	1,25	4,3	5,2	4,3	211,0	211,0	211,0	211,0	Хмельницьк			
98	8	230,0	229,5	229,0	---	---	229,3	228,8	229,3	0,4	87	5,6	5,1	5,6	96	1,5	1,5	1,5	31	4,8	4,7	4,6	8,6	2,7	4,3	2,9	223,3	223,3	223,3	223,3	Хмельницьк			
99	9	185,0	185,5	186,0	186,5	---	184,8	185,3	186,2	0,3	19	4,3	4,8	5,7	43	2,1	2,1	2,1	44	3,2	3,2	3,3	134	5,1	4,6	3,6	180,3	180,3	180,3	180,3	Острів			
ХУ	У	181,0	181,5	182,0	181,5	181,0	181,2	181,7	181,3	0,5	152	4,2	4,7	4,3	153	5,8	6,3	6,4	151	1,2	1,2	1,2	1,1	1,54	3,3	2,3	2,7	170,3	170,2	169,9	169,9	Рівне		

3. ВАРИАНТИ НЕЗВ'ЯЗНИХ ҐРУНТІВ

Національний університет

Таблиця 2

№ ґрунту	Гранулометричний склад - вміст частинок в % крупністю										Фізико-механічні характеристики						
	≥10	10÷2	2÷1	1÷0,5	0,5÷0,25	0,25÷0,1	0,1÷0,05	0,05÷0,01	0,01÷0,005	<0,005	ρ_s , г/см ³	ρ_v , г/см ³	W, %	E, МПа	ϕ , град.	c, кПа	
1	---	---	---	8,0	12,0	37,0	25,0	10,0	8,0	---	2,66	1,80	21,1	10	26	2	
2	---	5,2	3,0	25,0	27,0	21,0	8,8	6,0	4,0	---	2,65	1,90	26,5	---	---	---	
3	---	---	1,0	3,0	6,5	23,5	29,0	27,5	9,5	---	2,65	1,97	25,4	15	26	2	
4	2,0	3,0	11,0	14,0	27,0	12,0	13,5	11,0	6,5	---	2,67	2,02	24,0	30	35	1	
5	---	---	2,0	16,0	19,0	27,0	18,0	12,0	2,5	3,5	---	2,66	1,90	21,3	28	33	---
6	---	---	---	12,0	18,2	45,3	18,0	6,0	0,5	---	2,66	1,70	12	17	28	---	
7	---	1,2	2,8	23,0	28,9	39,0	2,8	1,0	1,0	0,3	2,66	2,08	20,0	42	38	2	
8	2,0	20,0	20,0	24,0	30,0	2,0	2,0	---	---	---	2,64	1,98	25,0	32	38	---	
9	---	---	1,5	8,0	28,0	45,5	10,2	2,0	3,0	2,0	2,65	1,64	9,3	15	28	---	
10	---	2,0	18,0	19,0	17,0	20,0	10,0	7,0	3,0	2,0	2,66	1,98	25,6	28	34	---	
11	---	---	1,5	5,0	24,5	28,5	28,5	8,5	3,5	---	2,60	1,92	26,8	14	28	3	
12	2,0	2,0	13,0	13,0	28,0	14,0	12,0	10,0	6,0	---	2,60	1,97	24,0	32	36	2	
13	---	---	1,0	3,0	6,5	23,5	29,0	27,5	9,5	---	2,65	1,97	25,4	15	28	3	
14	2,0	3,0	11,0	14,0	27,0	12,0	13,5	11,0	6,5	---	2,67	2,02	24	30	37	2	
15	---	5,0	7,0	12,0	27,0	25,0	12,0	7,0	3,5	1,5	2,66	2,05	20,7	40	33	2	
16	---	---	2,0	3,0	12,0	35,0	28,0	10,0	8,0	2,0	2,67	2,01	24,9	18	30	4	
17	---	1,2	18,0	23,0	18,6	23,0	15,0	0,9	0,1	0,2	2,67	1,97	25	26	34	---	
18	---	2,0	16,0	19,0	21,0	18,0	12,0	7,5	2,5	2,0	2,66	1,90	31,0	---	---	---	
19	---	---	1,5	8,0	28,0	45,5	10,0	3,0	3,0	1,0	2,65	1,64	9,3	16	27	---	
20	---	---	3,0	4,0	21,0	25,5	28,0	8,0	9,0	2,0	2,67	1,91	20,0	20	28	2	
21	2,0	24,0	25,0	28,5	10,5	4,0	2,7	1,2	1,1	1,0	2,65	2,00	20,4	40	40	1	
22	Ґрунт, що має в своєму складі 45% органічних речовин										2,40	1,56	64,0	---	---	---	
23	---	---	---	20,0	32,0	28,0	8,0	7,0	5,0	---	2,66	1,90	26,3	25	33	---	
24	Крейда $R=1,2$ МПа ($I_t=0,2$)										---	---	---	40	---	---	
25	2,0	21,0	22,0	27,0	15,5	4,8	2,7	2,0	1,8	1,2	2,65	2,08	19,3	45	41	1	
26	---	5,0	7,0	12,0	27,0	25,0	12,0	7,0	3,4	1,6	2,66	2,05	20,7	38	38	2	
27	---	2,0	16,0	19,0	21,0	18,0	12,0	7,5	2,5	2,0	2,66	1,90	31,0	---	---	---	
28	---	1,2	5,0	12,0	12,0	46,0	17,0	6,0	0,3	0,5	2,66	1,70	12,0	18	28	---	
29	1,2	2,8	23,0	28,9	39,0	2,8	1,0	1,0	0,3	---	2,66	2,08	20,0	42	30	2	
30	---	---	1,5	5,0	24,5	28,5	28,5	8,5	3,5	---	2,60	1,92	26,8	14	28	3	
31	---	---	---	17,0	13,0	28,0	14,0	12,0	12,0	4,0	---	2,60	1,97	24,0	32	35	1
32	---	---	6,0	21,0	37,0	15,0	11,0	4,0	6,0	---	2,66	1,98	24,2	29	36	1	
33	---	2,0	10,0	19,0	20,0	23,0	14,0	7,0	3,0	2,0	2,66	1,98	25,6	27	35	1	
34	---	5,0	7,0	12,0	27,0	25,0	12,0	7,0	3,4	---	2,64	2,06	20,7	40	38	2	
35	---	---	15,0	20,0	27,0	23,0	10,0	3,0	2,0	---	2,65	2,00	24,0	30	36	1	
36	---	35,0	27,0	10,0	12,0	3,0	2,0	1,0	---	---	2,66	2,10	18,0	46	42	---	
37	---	2,0	8,0	10,0	26,5	30,0	23,5	---	---	---	2,66	2,10	20,0	39	36	4	
38	---	10,0	35,0	30,0	20,0	5,0	---	---	---	---	2,65	2,12	18,0	47	40	1	
39	5,0	10,0	20,0	31,0	19,0	15,0	---	---	---	---	2,65	2,16	16,0	50	42	3	
40	---	---	20,0	19,0	19,0	20,0	10,0	7,0	3,0	2,0	2,66	1,98	25,6	30	34	1	
41	---	---	2,0	3,0	12,0	35,0	28,0	10,0	8,0	2,0	2,67	2,00	24,8	18	30	4	
42	---	1,2	18,0	23,0	18,6	23,0	15,0	0,9	0,1	0,8	2,67	1,97	25,0	25	32	1	
43	---	---	15,0	20,0	25,0	25,0	10,0	3,0	2,0	---	2,65	2,00	24,0	30	35	1	
44	15,0	27,0	10,0	10,0	12,0	3,0	2,0	1,0	---	---	2,66	2,10	18,0	45	42	2	
45	Вапняк $R=1,2$ МПа										---	---	---	---	---	---	
46	Ґрунт, що має в своєму складі 72% органічних речовин										---	---	---	---	---	---	
47	---	---	6,0	21,0	37,0	15,0	11,0	4,0	6,0	---	2,66	1,98	24,2	38	34	1	
48	---	---	---	10,0	36,5	34,0	15,5	4,0	---	---	2,66	1,82	12,1	19	30	2	
49	---	---	---	8,0	21,2	37,4	29,2	4,2	---	---	2,66	1,67	10,2	18	26	3	
50	---	---	---	16,3	21,3	42,4	13,4	6,6	---	---	2,65	1,75	9,2	22	28	3	
151	---	---	20,1	25,7	32,4	12,5	9,3	---	---	---	2,60	1,93	24,3	30	35	1	

4. ВАРІАНТИ ЗВ'ЯЗНИХ ҐРУНТІВ

Національний університет
водного господарства

Таблиця 3

№ ґрунту	Фізико-механічні характеристики ґрунтів										
	ρ_s , г/см ³	ρ , г/см ³	W , %	W_L , %	W_P , %	E , МПа	ϕ , град.	c , кПа	Відносне просідання ϵ_{st} при тиску p , кПа		
									100	200	300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51	2,71	1,72	36	34,2	19,1	---	12	12	---	---	---
52	2,70	1,33	10,0	31,0	20,0	---	18	40	0,093	0,101	0,119
53	2,70	1,69	17,4	40,0	23,0	---	20	28	0,032	0,048	0,060
54	2,67	1,90	26,3	27,0	21,0	10	24	13	---	---	---
55	2,70	1,90	29,0	30,0	19,0	6	16	14	---	---	---
56	2,71	1,92	30,0	41,0	24,0	11	17	15	---	---	---
57	2,71	1,89	25,8	26,9	20,0	7	20	10	---	---	---
58	2,72	1,88	33,9	35,0	23,0	4	14	14	---	---	---
59	2,75	1,87	19,0	46,0	22,0	20	19	60	---	---	---
60	2,70	1,93	30,0	28,6	20,4	---	16	15	---	---	---
61	2,72	1,96	29,0	28,4	19,6	---	17	16	---	---	---
62	2,73	1,96	29,2	53,2	31,3	27	19	50	---	---	---
63	2,72	1,71	21,0	31,0	19,0	10	20	20	---	---	---
64	2,71	1,85	24,0	35,0	22,0	14	22	23	---	---	---
65	2,68	1,83	29,3	31,0	22,5	8	15	14	---	---	---
66	2,76	1,43	8,0	26,0	18,0	---	18	15	0,07	0,09	0,108
67	2,67	1,57	6,9	32,0	17,0	---	23	20	0,003	0,018	0,023
68	2,74	1,51	8,3	36,0	22,0	---	20	24	0,048	0,072	0,089
69	2,71	1,66	12,5	29,1	18,0	---	22	22	0,015	0,032	0,046
70	2,69	1,95	23,5	35,0	22,0	14	23	25	---	---	---
71	2,70	2,10	20,0	21,0	15,0	24	29	18	---	---	---
72	2,72	1,93	31,0	37,0	23,0	8	18	16	---	---	---
73	2,76	1,88	20,0	47,0	22,0	20	19	52	---	---	---
74	2,69	1,95	29,0	35,0	21,0	9	17	18	---	---	---
75	2,70	1,94	29,6	35,0	22,0	8	17	18	---	---	---
76	2,68	1,53	17,6	36,4	20,0	---	20	29	0,062	0,091	0,105
77	2,72	1,47	10,6	42,0	24,0	---	16	46	0,039	0,061	0,077
78	2,68	1,60	12,9	48,0	26,0	---	18	35	0,008	0,019	0,036
79	2,74	1,79	17,0	34,0	22,0	---	20	22	0,010	0,011	0,015
80	2,70	1,90	29,0	30,0	19,0	8	16	14	---	---	---
81	2,71	1,92	30,0	42,0	24,0	12	16	44	---	---	---
82	2,76	1,43	8,0	28,0	16,5	---	19	28	0,077	0,099	0,106
83	2,74	1,79	17,0	34,0	18,0	---	22	16	0,005	0,006	0,011
84	2,68	1,93	29,3	30,0	15,0	6	18	20	---	---	---
85	2,69	1,82	38,0	40,0	22,0	6	7	29	---	---	---
86	2,73	1,93	31,0	53,2	30,1	12	18	47	---	---	---
87	2,67	1,71	22,0	29,0	18,0	8	16	15	---	---	---
88	2,67	1,97	26,0	27,9	18,5	10	19	22	---	---	---
89	2,67	2,08	20,0	22,0	16,5	22	29	17	---	---	---
90	2,71	1,89	27,0	33,0	18,0	8	17	16	---	---	---
91	2,72	1,88	33,3	38,0	23,0	6	14	14	---	---	---
92	2,75	1,87	17,0	46,0	22,0	21	19	52	---	---	---
93	2,67	1,57	6,9	32,0	17,0	---	21	20	0,013	0,018	0,023
94	2,70	1,51	8,3	36,0	22,0	---	20	28	0,048	0,072	0,089
95	2,71	1,56	12,5	29,1	18,0	---	21	23	0,015	0,032	0,046
96	2,69	1,95	25,3	35,0	22,0	14	23	25	---	---	---
97	2,70	1,78	25,0	28,5	18,5	10	14	14	---	---	---
98	2,76	1,96	30,0	49,7	30,3	18	18	46	---	---	---
99	2,72	1,90	32,0	32,5	17,0	5	15	14	---	---	---
100	2,68	1,90	21,0	22,0	17,0	10	25	14	---	---	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
101	2,72	1,86	36,0	48,4	28,2	9	13	35	---	---	---
102	2,70	1,62	15,5	27,9	16,8	---	20	19	0,020	0,025	0,030
103	2,66	1,71	22,0	24,0	18,0	6	21	10	---	---	---
104	2,67	1,85	28,5	29,9	18,5	8	16	16	---	---	---
105	2,67	1,92	20,0	22,0	16,5	15	26	15	---	---	---
106	2,75	1,91	29,2	40,9	24,5	11	19	18	---	---	---
107	2,76	1,43	8,0	28,0	15,5	---	18	19	0,070	0,090	0,100
108	2,74	1,79	17,0	34,0	18,0	---	22	22	0,050	0,060	0,080
109	2,68	1,93	29,3	30,0	15,0	10	16	19	---	---	---
110	2,70	1,82	23,0	28,0	18,0	10	17	18	---	---	---
111	2,73	1,82	25,7	29,0	18,5	8	16	16	---	---	---
112	2,75	1,96	27,5	44,0	21,0	18	19	50	---	---	---
113	2,75	1,90	28,8	46,90	20,9	15	16	42	---	---	---
114	2,71	1,89	27,0	33,0	18,0	9	17	17	---	---	---
115	2,72	1,88	33,3	38,0	23,0	6	14	14	---	---	---
116	2,75	1,87	19,0	46,0	25,0	21	19	52	---	---	---
117	2,70	1,93	30,0	28,6	20,4	---	16	10	---	---	---
118	2,72	2,00	25,0	28,4	19,6	15	18	20	---	---	---
119	2,73	2,00	29,2	53,2	31,3	20	19	53	---	---	---
120	2,69	1,95	29,0	34,0	21,0	11	18	22	---	---	---
121	2,68	1,72	15,6	23,8	17,8	---	20	10	0,025	0,036	0,039
122	2,68	1,82	16,2	24,2	18,0	---	22	12	0,010	0,012	0,014
123	2,70	1,98	20,1	22,0	16,0	15	27	15	---	---	---
124	2,72	1,93	31,0	37,0	23,0	9	16	16	---	---	---
125	2,76	1,88	20,0	47,0	23,0	22	19	55	---	---	---
126	2,68	1,93	19,3	22,0	17,0	15	27	15	---	---	---
127	2,68	1,57	6,9	32,0	18,0	---	22	20	0,009	0,018	0,028
128	2,70	1,51	8,3	36,0	22,0	---	20	18	0,048	0,072	0,089
129	2,70	2,08	21,0	22,0	16,0	24	28	16	---	---	---
130	2,70	2,10	20,0	21,0	15,0	25	29	17	---	---	---
131	2,72	1,93	31,0	34,0	20,0	8	16	16	---	---	---
132	2,76	1,88	20,0	38,0	20,0	20	19	54	---	---	---
133	2,69	1,82	38,0	40,0	22,0	6	7	28	---	---	---
134	2,73	1,89	34,0	53,0	30,1	15	16	40	---	---	---
135	2,68	1,57	6,9	32,0	17,0	---	22	24	0,008	0,018	0,023
136	2,70	1,51	8,3	36,0	22,0	---	20	19	0,048	0,072	0,089
137	2,70	1,82	23,0	28,0	18,0	12	16	16	---	---	---
138	2,73	1,82	25,7	29,0	18,5	7	15	15	---	---	---
139	2,75	1,96	27,5	44,0	21,0	10,0	16	42	---	---	---
140	2,75	1,95	23,3	46,9	22,9	16	16	43	---	---	---
141	2,66	1,71	22,0	29,2	18,0	9	19	20	---	---	---
142	2,67	1,97	26,0	27,9	18,5	15	18	20	---	---	---
143	2,67	2,08	20,0	22,0	16,5	25,0	29	16	---	---	---
144	2,75	1,91	29,2	44,9	27,5	18	18	46	---	---	---
145	2,68	1,72	15,6	23,8	17,8	---	23	12	0,025	0,036	0,039
146	2,68	1,82	16,2	24,2	18,0	---	24	14	0,010	0,012	0,014
147	2,69	1,80	16,0	24,0	19,0	---	24	12	0,012	0,016	0,018
148	2,70	1,94	29,6	35,0	22,0	10	17	18	---	---	---
149	2,75	1,90	21,0	39,0	21,0	20	19	48	---	---	---
150	2,69	1,80	36,0	38,0	22,0	8	14	25	---	---	---
151	<i>Див. табл. 2</i>										
152	2,69	1,72	14,6	23,1	17,7	---	25	8	0,012	0,016	0,027
153	2,70	1,66	17,5	31,0	19,2	---	22	24	0,008	0,022	0,028
154	2,73	1,99	27,2	43,5	23,6	20	19	50	---	---	---

5. АНАЛІЗ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ

БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

Приклад. Проаналізувати інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, які відповідають варіанту **XV** (див. табл. 1), скласти висновки і дати рекомендації на період проектування.

Аналізуємо результати лабораторних досліджень ґрунтів за даними таблиць 1, 2 та 3.

ІГЕ - 1 - ґрунтово-рослинний шар, товщиною 0,5м.

ІГЕ - 2 (ґрунт № 152) - зв'язний ґрунт, товщиною 4,2 - 4,7м. Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик цього ґрунту наведені в табл. 4.

Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик ґрунту № 152

Таблиця 4

№ ґрунту	Фізико-механічні характеристики ґрунту								Відносне просідання ε_{sl} при тиску p , кПа		
	ρ_s , г/см ³	ρ , г/см ³	W , %	W_L , %	W_P , %	E , МПа	φ , град.	c , кПа	100	200	300
	152	2,69	1,72	14,6	23,1	17,7	---	25	8	0,012	0,016

Вираховуємо число пластичності:

$I_P = W_L - W_P = 23,1 - 17,7 = 5,4\%$. Згідно з табл. Б11 ДСТУ Б В.2.1-2-96 (табл. 13 даних **МВ**) визначаємо, що ґрунт - **супісок** ($1 \leq I_P = 5,4 \leq 7$).

Вираховуємо показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{14,6 - 17,7}{23,1 - 17,7} = -0,57. \text{ Згідно з табл. Б14 ДСТУ Б}$$

В.2.1-2-96 (табл. 14 даних **МВ**) визначаємо, що **супісок** називається **твердим** ($I_L = -0,57 < 0$).

Вираховуємо коефіцієнт пористості e :

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + W) - 1 = \frac{2,69}{1,72} (1 + 0,146) - 1 = 0,79.$$

Вираховуємо коефіцієнт водонасичення S_r :

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{e \cdot \rho_w} = \frac{2,69 \cdot 0,146}{0,79 \cdot 1,00} = 0,50.$$

Оскільки найменше відносне просідання $\varepsilon_{sl} = 0,012 > 0,01$, то ґрунт відноситься до **просідаючих**.

Остаточна назва ґрунту: **супісок твердий просідаючий**.

Визначаємо розрахункові характеристики ґрунту (питому вагу

$\gamma = \rho \cdot g$ { $g = 9,81 \approx 10 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння}, кут внутрішнього тертя φ , питоме зчеплення c) для розрахунків за I-ю і II-ю групами граничних станів. Розрахункове значення характеристики ґрунту визначаємо за формулою

$$Y = \frac{Y_n}{\gamma_g}, \text{ де}$$

Y_n - нормативне значення характеристики (під час курсового і дипломного проектування *допускається* приймати за Y_n відповідні значення ρ , φ , c з табл. 2 і 3); γ_g - коефіцієнт надійності. При визначенні розрахункових значень характеристик для розрахунків за деформаціями (II група граничних станів) $\gamma_g = 1,0$. Для розрахунків за несучою здатністю (I група граничних станів) $\gamma_g = 1,5$ - для питомого зчеплення, $\gamma_g = 1,15$ - для кута внутрішнього тертя глинистих ґрунтів і $\gamma_g = 1,1$ - для кута внутрішнього тертя пісків, $\gamma_g = 1,05$ - для питомої ваги ґрунту.

Отже,

$$\gamma_I = \frac{\rho_n \cdot g}{\gamma_g} = \frac{1,72 \cdot 10}{1,05} = 16,4 \text{ кН/м}^3; \quad \gamma_{II} = \frac{\rho_n \cdot g}{\gamma_g} = \frac{1,72 \cdot 10}{1,0} = 17,2 \text{ кН/м}^3;$$

$$\varphi_I = \arctg \frac{tg \varphi_n}{\gamma_g} = \arctg \frac{tg 25}{1,15} = 22^\circ; \quad \varphi_{II} = \arctg \frac{tg \varphi_n}{\gamma_g} = \arctg \frac{tg 25}{1,0} = 25^\circ;$$

$$c_I = \frac{c_n}{\gamma_g} = \frac{8,0}{1,5} = 5,3 \text{ кПа}; \quad c_{II} = \frac{c_n}{\gamma_g} = \frac{8,0}{1,0} = 8,0 \text{ кПа}.$$

ПЕ - 3 (ґрунт № 153) - зв'язний ґрунт, товщиною 5,8 - 6,4 м. Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик цього ґрунту наведені в табл. 5.

Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик ґрунту № 153

Таблиця 5

№ ґрунту	Фізико-механічні характеристики ґрунту								Відносне просідання ϵ_{st} при тиску p , кПа		
	ρ_s , г/см ³	ρ , г/см ³	W , %	W_L , %	W_P , %	E , МПа	φ , град.	c , кПа	100	200	300
	153	2,70	1,66	17,5	31,0	19,2	---	22	24	0,008	0,022

Виравовуємо число пластичності: $I_P = 31,0 - 19,2 = 11,8$ %.
Згідно з табл. Б11 ДСТУ Б В.2.1-2-96 (табл. 13 даних **МВ**)

визначаємо, що ґрунт - **суглинок** ($7 < I_P = 11,8 \leq 17$).

Виравуємомо показник текучості: $I_L = \frac{17,5 - 19,2}{31,0 - 19,2} = -0,14$.

Згідно з табл. Б14 ДСТУ Б В.2.1-2-96 (табл. 14 даних **МВ**) визначаємо, що **суглинок** називається **твердим** ($I_L = -0,14 < 0$).

Виравуємомо коефіцієнт пористості e :

$$e = \frac{2,70}{1,66} (1 + 0,175) - 1 = 0,91$$

Виравуємомо коефіцієнт водонасичення S_r :

$$S_r = \frac{2,70 \cdot 0,175}{0,91 \cdot 1,00} = 0,52$$

Оскільки відносне просідання $\varepsilon_{sl} = 0,022$ при тиску $p = 200 \text{ кПа}$, що більше $\varepsilon_{sl} = 0,01$, то ґрунт відноситься до **просідаючих**.

Остаточна назва ґрунту: **суглинок твердий просідаючий**.

Визначаємо розрахункові характеристики ґрунту для розрахунків за I-ю і II-ю групами граничних станів:

$$\gamma_I = \frac{1,66 \cdot 10}{1,05} = 15,8 \text{ кН/м}^3; \quad \gamma_{II} = \frac{1,66 \cdot 10}{1,0} = 16,6 \text{ кН/м}^3;$$

$$\varphi_I = \arctg \frac{\text{tg} 22}{1,15} = 19^\circ; \quad \varphi_{II} = \arctg \frac{\text{tg} 22}{1,0} = 22^\circ;$$

$$c_I = \frac{24,0}{1,5} = 16,0 \text{ кПа}; \quad c_{II} = \frac{24,0}{1,0} = 24,0 \text{ кПа}.$$

ПЕ - 4 (ґрунт № 151) - *незв'язний* ґрунт, товщиною 1,8 - 1,9 м. Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик цього ґрунту наведені в табл. 6.

Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик ґрунту № 151

Таблиця 6

№ ґрунту	Гранулометричний склад - вміст частинок в % крупністю										Фізико-механічні характеристики					
	≥10	10÷2	2÷1	1÷0,5	0,5÷0,25	0,25÷0,1	0,1÷0,05	0,05÷0,01	0,01÷0,005	<0,005	ρ_s , г/см ³	ρ_w , г/см ³	W, %	E, МПа	φ , град.	c, кПа
151	---	---	20,1	25,7	32,4	12,5	9,3	---	---	---	2,6	1,93	24,3	30	35	1

Це *незв'язний* ґрунт, в складі якого є 78,2% частинок крупніших 0,25 мм (20,1+25,7+32,4=78,2% > 50%). Згідно з табл. Б10 ДСТУ Б В.2.1-2-96 (табл. 10 даних **МВ**) визначаємо, що ґрунт - **пісок**

середньої крупності.

Вираховуємо коефіцієнт пористості e :

$$e = \frac{2,60}{1,93}(1 + 0,243) - 1 = 0,67. \text{ Згідно з табл. Б18 ДСТУ Б В.2.1-}$$

2-96 (табл. 11 даних **МВ**) визначаємо, що **пісок середньої крупності** буде **середньої щільності** ($0,55 \leq e = 0,67 \leq 0,70$).

Вираховуємо коефіцієнт водонасичення S_r :

$$S_r = \frac{2,6 \cdot 0,243}{0,67 \cdot 1,00} = 0,94. \text{ Згідно з табл. Б17 ДСТУ Б В.2.1-2-96}$$

(табл. 12 даних **МВ**) визначаємо, що **пісок є насиченим водою** ($0,8 < S_r = 0,94 \leq 1,0$).

Остаточна назва ґрунту: пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою.

Визначаємо *розрахункові характеристики* ґрунту для розрахунків за I-ю і II-ю групами граничних станів:

$$\gamma_I = \frac{1,93 \cdot 10}{1,05} = 18,4 \text{ кН/м}^3; \quad \gamma_{II} = \frac{1,93 \cdot 10}{1,0} = 19,3 \text{ кН/м}^3;$$

$$\varphi_I = \arctg \frac{\text{tg} 35}{1,1} = 32^\circ; \quad \varphi_{II} = \arctg \frac{\text{tg} 35}{1,0} = 35^\circ;$$

$$c_I = \frac{1,0}{1,5} = 0,67 \text{ кПа}; \quad c_{II} = \frac{1,0}{1,0} = 1,0 \text{ кПа}.$$

ІГЕ - 5 (ґрунт № 154) - *зв'язний ґрунт*, товщиною 3,8 - 4,6м. Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик цього ґрунту наведені в табл. 7.

Результати лабораторних визначень фізико-механічних характеристик ґрунту № 154

Таблиця 7

№ ґрунту	Фізико-механічні характеристики ґрунту										
	ρ_s , г/см ³	ρ , г/см ³	W , %	W_L , %	W_P , %	E , МПа	φ , град.	c , кПа	Відносне просідання ϵ_{sl} при тиску p , кПа		
									100	200	300
154	2,73	1,99	27,2	43,5	23,6	20	19	50	---	---	---

Вираховуємо *число пластичності*: $I_P = 43,5 - 23,6 = 19,9\%$. Згідно з табл. Б11 ДСТУ Б В.2.1-2-96 (табл. 13 даних **МВ**) визначаємо, що ґрунт - **глина** ($I_P = 19,9 > 17$).

$$\text{Вираховуємо показник текучості: } I_L = \frac{27,2 - 23,6}{43,5 - 23,6} = 0,18.$$

Згідно з табл. Б14 ДСТУ Б В.2.1-2-96 (табл. 14 даних **МВ**)

визначаємо, що **глина** називається **напівтвердою**

($0 \leq I_L = 0,14 \leq 0,25$).

Остаточна назва ґрунту: **глина напівтверда**.

Вираховуємо коефіцієнт пористості e :

$$e = \frac{2,73}{1,99}(1 + 0,272) - 1 = 0,76.$$

Вираховуємо коефіцієнт водонасичення S_r :

$$S_r = \frac{2,73 \cdot 0,272}{0,76 \cdot 1,00} = 0,98.$$

Визначаємо розрахункові характеристики ґрунту для розрахунків за I-ю і II-ю групами граничних станів:

$$\gamma_I = \frac{1,99 \cdot 10}{1,05} = 19,0 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{II} = \frac{1,99 \cdot 10}{1,0} = 19,9 \text{ кН/м}^3;$$

$$\varphi_I = \arctg \frac{\text{tg}19}{1,15} = 17^\circ;$$

$$\varphi_{II} = \arctg \frac{\text{tg}19}{1,0} = 19^\circ;$$

$$c_I = \frac{50,0}{1,5} = 39,3 \text{ кПа};$$

$$c_{II} = \frac{50,0}{1,0} = 50,0 \text{ кПа}.$$

Отримані дані про фізико-механічні характеристики ґрунтів заносимо в таблицю 8 і викреслюємо план будмайданчика та інженерно-геологічний розріз (рис.2).

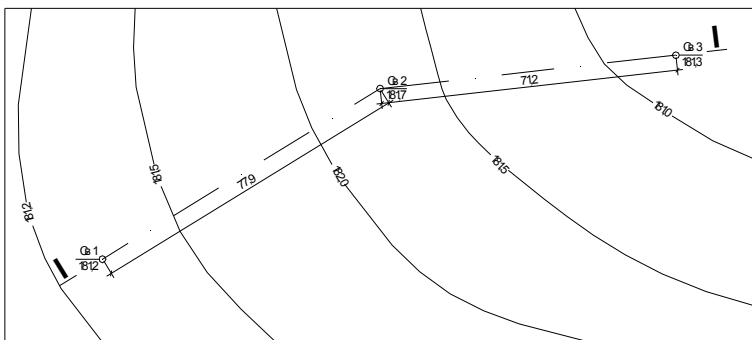
Фізико-механічні характеристики ґрунтів будівельного майданчика

Таблиця 8

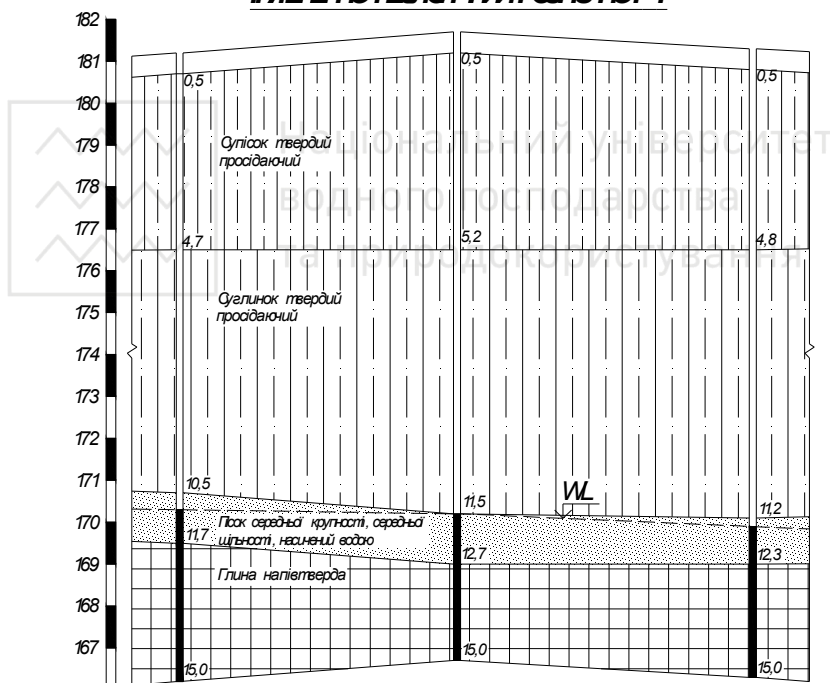
№ ПЕ	Назва ґрунту	Товщина ПЕ, м	Основні фізичні характеристики				Похідні фізичні характеристики						Міцнісні характеристики				Деформативні характеристики					
			ρ_s , г/см ³	W , %	W_L , %	W_P , %	I_P , %	I_P , д.о.	e , д.о.	S_r , д.о.	γ_L , кН/м ³	γ_{II} , кН/м ³	φ_L , град	φ_{II} , град	c_L , кПа	c_{II} , кПа	Відносне просідання ϵ_{st} при тиску P , кПа					
ПЕ-1	Ґрунтово-рослинний	0,5														100	200	300				
ПЕ-2	Супісок твердий, просідаючий	4,4 ÷ 4,7	2,69	14,6	23,1	17,7	5,4	-0,57	0,79	0,50	16,4	17,2	22	25	5,3	8	0,012	0,016	0,027			
ПЕ-3	Суглинок твердий, просідаючий	5,8 ÷ 6,4	2,70	17,5	31,0	19,2	11,8	-0,14	0,91	0,52	15,8	16,6	19	22	16	24	0,008	0,022	0,028			
ПЕ-4	Пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою	1,1 ÷ 1,2	2,60	1,93	24,3	---	---	---	0,67	0,94	18,4	19,3	32	35	0,67	1	---	---	---			30
ПЕ-5	Ґлина напівтверда	2,3 ÷ 3,3	2,73	1,99	27,2	43,5	19,9	0,18	0,76	0,98	19,0	19,9	17	19	33,3	50	---	---	---			20



ПЛАН БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА



ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗІЗ ПО I-I



Позначка устя виробки	181.2		181.7		181.3
Відстань, м		71.9		71.2	
Назва виробки	Б.1		Б.2		Б.3

Рис. 2. План будівельного майданчика та інженерно-геологічний розізіз по I-I.



6. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ҐРУНТОВИХ УМОВ ЗА ПРОСІДАННЯМ

Для визначення типу ґрунтових умов за просіданням визначимо можливе просідання просідаючої товщі від власної ваги ґрунту при його замочуванні до $S_r=0,8$ для чого:

1. Ділимо просідаючу товщу (в межах ПГЕ) на окремі розрахункові шари товщиною $h_i \leq 2M$ (див. табл.9).
2. Визначаємо вологість замоченого ґрунту W_{sat} і його питому вагу γ_{sat} :

Для ПГЕ - 2: - вологість замоченого ґрунту:

$$W_{sat} = \frac{S_r \cdot e \cdot \rho_w}{\rho_s} = \frac{0,8 \cdot 0,79 \cdot 1,0}{2,69} = 0,234 ;$$

- питома вага замоченого ґрунту

$$\gamma_{sat} = \frac{\rho}{1+W} (1+W_{sat}) \cdot g = \frac{1,72}{1+0,234} (1+0,234) \cdot 10 = 18,5 \text{ кН/М}^3.$$

Для ПГЕ - 3: - вологість замоченого ґрунту

$$W_{sat} = \frac{0,8 \cdot 0,91 \cdot 1,0}{2,70} = 0,270 ;$$

- питома вага замоченого ґрунту $\gamma_{sat} = \frac{1,66}{1+0,270} (1+0,270) \cdot 10 = 17,9 \text{ кН/М}^3.$

3. Визначаємо напруження в ґрунтовому масиві, які виникають від власної ваги замоченого ґрунту на нижній межі кожного розрахункового шару: $\sigma_{zg,sat} = \sum_{i=1}^n \gamma_{sat,i} \cdot h_i$ (див. табл. 9).

4. Визначаємо напруження в середині кожного розрахункового шару $\sigma_{zg,sat,i}$.

5. З графіків $\varepsilon_{sl,i} = f(\sigma_{zg,sat,i})$ (рис. 3, 4) визначаємо початковий тиск просідання p_{sl} відповідного ПГЕ і відносне просідання $\varepsilon_{sl,i}$ для кожного розрахункового шару. Якщо $\sigma_{zg,sat,i} < p_{sl}$ (напруження в середині розрахункового шару менше початкового тиску просідання p_{sl} відповідного ПГЕ), то ґрунт в розрахунковому шарі вважаємо при цьому тиску непросідаючим.

6. Визначаємо просідання $S_{sl,i}$ кожного розрахункового шару просідаючої товщі: $S_{sl,i} = \varepsilon_{sl,i} h_i k_{sl,i}$, де $k_{sl,i} = 1,0$ при визначенні просідання від власної ваги ґрунту.

7. Визначаємо загальне просідання всієї товщі за формулою:

$$S_{sl} = \sum_{i=1}^n S_{sl,i} .$$



№ ПЕ	Назва ґрунту	Товщина на ПЕ, м	Питома вага замоченого ґрунту γ_{sat} , кН/м ³	Товщина розрахункового шару h_f , м	$\sigma_{zg, sat}$, кПа	$\sigma_{zg, sat, i}$, кПа	$\epsilon_{sl, i}$	$S_{sl, i}$, м
ПЕ -2	Супісок твердий, просідаючий	4,7	18,5	2,0	37,00	18,50	$\sigma_{zg, sat, i} < p_{st}$	0,000
				2,0	74,00	55,50		0,000
				0,7	86,95	80,48	0,01	0,007
ПЕ -3	Суглинок твердий, просідаючий	6,3	17,9	2,0	122,75	107,85	$\sigma_{zg, sat, i} < p_{st}$	0,000
				2,0	158,55	140,65		0,014
				2,0	194,35	176,45	0,019	0,038
				0,3	199,72	197,04	0,021	0,006
Σ								0,079

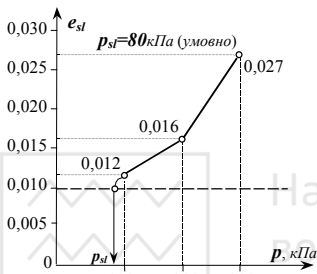


Рис. 3. Графік залежності $\epsilon_{sl}=f(p)$ для ПЕ – 2.

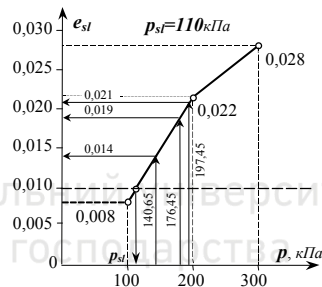


Рис. 4. Графік залежності $\epsilon_{sl}=f(p)$ для ПЕ – 3.

Просідання всієї товщі $S_{sl}=0,079\text{м}=7,9\text{см}>5\text{см}$. Отже, ґрунтові умови відносяться до **II-го типу за просіданням**.

7. ВИСНОВКИ ПРО ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

Приклад. Для будівництва виділено вільний від забудов майданчик прямокутної форми в плані з розмірами $b=80\text{м}$, $l=180\text{м}$. Рельєф місцевості спокійний зі схилом поверхні від абсолютної позначки 182,0 в центральній частині до позначки 181,2 в південно-східній частині майданчика і позначки 181,3 в північно-західній частині. На майданчику пробурено три свердловини глибиною **15м** кожна. Бурінням свердловин та аналізом результатів лабораторних досліджень зразків ґрунту встановлено, що геолого-літологічна будова майданчика має такий вигляд:

- ПЕ - 1 - ґрунтово-рослинний, товщиною 0,5м;
- ПЕ - 2 - супісок твердий просідаючий, товщиною 4,2 - 4,7м;
- ПЕ - 3 - суглинок твердий просідаючий, товщиною 5,8 - 6,4м;
- ПЕ - 4 - пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою, товщиною 1,1 - 1,2м;
- ПЕ - 5 - глина напівтверда, товщиною 2,3 - 3,3м.

Ґрунтові води знайдено на глибині 10,9 - 11,5м.



8. РЕКОМЕНДАЦІЇ

Приклад. 1. На майданчику до глибини 10,5 - 11,3м залягають просідаючі ґрунти І-го типу за просіданням. Спорудження фундаментів мілкого закладення можливе лише у випадку ущільнення або закріплення просідаючих ґрунтів.

2. У випадку спорудження пальових фундаментів, палі доцільно занурювати в ПГЕ - 5 - глину напівтверду. Забивні палі крізь товщу ПГЕ - 2 - супіску твердого і ПГЕ - 3 - суглинку твердого заглиблювати за допомогою лідерних свердловин або використати попереднє замочування цих ґрунтів.

Д О Д А Т О К

Класифікація пісків за гранулометричним складом

Таблиця 10 (витяг з табл. Б10 ДСТУ Б В.2.1-2-96)

Різнovid пісків	Розмір зернин, часток d , мм	Вміст зернин, часток, % за масою
Гравіюватий	>2,00	>25
Крупний	>0,50	>50
Середньої крупності	>0,25	>50
Дрібний	>0,10	≥75
Пилуватий	>0,10	<75

Класифікація пісків за коефіцієнтом пористості

Таблиця 11 (табл. Б18 ДСТУ Б В.2.1-2-96)

Різнovid піску	Коефіцієнт пористості e		
	Піски гравіюваті, крупні та середньої крупності	Піски дрібні	Піски пилува ті
Щільний	<0,55	<0,60	<0,60
Середньої щільності	0,55 ÷ 0,70	0,60 ÷ 0,75	0,60 ÷ 0,80
Пухкий	>0,70	>0,75	>0,80

Класифікація пісків за коефіцієнтом водонасичення

Таблиця 12 (табл. Б17 ДСТУ Б В.2.1-2-96)

Різнovid ґрунтів	Коефіцієнт водонасичення S_r , д.о.
Малого ступеню водонасичення	0,00 ≤ S_r ≤ 0,50
Середнього ступеню водонасичення	0,50 < S_r ≤ 0,80
Насичені водою	S_r > 0,80

Класифікація глинистих ґрунтів за числом пластичності

Таблиця 13 (табл. Б11 ДСТУ Б В.2.1-2-96)

Різнovid ґрунту	Число пластичності I_p
Супісок	1 ≤ I_p ≤ 7
Суглинок	7 < I_p ≤ 17
Глина	I_p > 17

Класифікація глинистих ґрунтів за показником текучості

Таблиця 14 (табл. Б14 ДСТУ Б В.2.1-2-96)

Різнovid ґрунтів	Показник текучості I_L
Супісок:	
Твердий	I_L < 0,00
Пластичний	0,00 ≤ I_L ≤ 1,00
Текучий	I_L > 1,00
Суглинки та глини:	
Тверді	I_L ≤ 0,00
Напівтверді	0,00 ≤ I_L ≤ 0,25
Тугопластичні	0,25 < I_L ≤ 0,50
М'якопластичні	0,50 < I_L ≤ 0,75
Текучопластичні	0,75 < I_L ≤ 1,00
Текучі	I_L > 1,00



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування