

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК

МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

з дисципліни

“Меліоративна екологія”

ОДЕСА - 2014

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗБІРНИК
методичних вказівок
з дисципліни
“Меліоративна екологія”

для студентів IV курсу
Напрямок підготовки: Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування

“Затверджено”
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № _____ від _____ 2014 р.

ОДЕСА - 2014

Методичні вказівки з дисципліни “Меліоративна екологія” для студентів денної форми навчання за напрямом : “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”/ Укладачі: Кузьміна В. А., Фролова Н.М. - Одеса, ОДЕКУ, 2014. – 69 с. укр. мова.

ЗМІСТ

	ВСТУП	
1.	Розрахунок зрошувальної та поливної норми	
	1.1. Загальні положення	
	1.2. Визначення складових режиму зрошення	
	1.3. Можливі негативні наслідки зрошення	
2.	Визначення незатоплюваної відмітки дамби або насипу	
	2.1. Загальні положення захисту заплавлених та прибережних територій від затоплення	
	2.2. Визначення відміток поверхні дамби, що не затоплюється	
	2.2.1. Визначення параметрів хвилі	
	2.2.2. Розрахунок висоти нахилу хвилі 1% забезпеченості	
	2.2.3. Розрахунок висоти перегінної хвилі 1% забезпеченості в різних зонах	
3.	Визначення характеристик осушувальної системи	
	3.1. Загальні положення	
	3.2. Схема горизонтального осушення	
	3.3. Вплив осушення на ґрунти і врожайність	
	3.4. Визначення характеристик дренажної системи	
4.	Принципи розрахунку зливової каналізації	
	4.1. Загальні положення	
5.	Проектування полігону твердих побутових відходів	
	5.1. Загальні положення	
	5.2. Визначення числа контейнерів для збору ТПВ	
	5.3. Вибір ділянки під полігон ТПВ	
	5.4. Розрахунок розміру ділянки під ТПВ	
	5.5. Заходи з охорони навколишнього середовища	
	5.6. Оцінка впливу полігону складування ТПВ на навколишнє середовище	
	5.6.1. Оцінка впливу викидів забруднювальних речовин фільтрату ТПВ на водні об'єкти	
	5.6.2. Оцінка впливу викидів забруднювальних речовин на атмосферне повітря від полігону складування ТПВ	
	5.7. Розробка і обґрунтування заходів фітомеліорації	
	Перелік посилань	

ВСТУП

Вибіркова дисципліна "Меліоративна екологія" - необхідна ланка у процесі підготовки бакалаврів по екологічним спеціальностям. Ця навчальна дисципліна належить до професійно-орієнтованого циклу дисциплін.

Дисципліна "Меліоративна екологія" викладається при підготовці бакалаврів за напрямом "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування".

Метою вивчення дисципліни є ознайомлення з заходами підготовки території під промислове та містобудівне засвоєння, з причинами та заходами підготовки території, непридатної по характеру рельєфу, типу ґрунтів і умовами зволоженості.

Вивчення курсу дає можливість в подальшому використати одержані знання при проведенні комплексу заходів по забезпеченню придатності території для містобудування та створення оптимальних санітарно-гігієнічних і мікрокліматичних умов, спрямовувати заходи по меліораційній екології на збереження природи та покращення навколишнього середовища.

Після освоєння цієї дисципліни студенти повинні знати:

- а) нормативну (базову) частину дисципліни - освоєння основних тенденцій і заходів щодо кожного виду меліорацій;
- б) варіативну частину дисципліни - складають технічні прийоми і конструктивні рішення щодо кожного виду меліорацій.

Після освоєння цього курсу студент повинен знати основні засоби меліорації природничих та антропогенізованих компонентів та ландшафтів, а також засоби відновлення пошкоджених природних комплексів.

Студент повинен вміти проаналізувати необхідність вибору заходів та бути готовим провести необхідні розрахунки по поліпшенню та відновленню природних комплексів.

Дисципліна "Меліоративна екологія" спирається на знаннях та вміннях, які студенти отримали при вивченні таких попередніх дисциплін як "Основи загальної екології", "Екологія міських систем", "Моніторинг навколишнього середовища", "Моделювання та прогнозування стану довкілля".

Метою виконання практичних робіт є докладний розгляд теоретичних положень та формування вміння їх практичного застосування через виконання практичних завдань та розширення, поглиблення й деталізації знань отриманих на лекціях і в процесі самостійної роботи, що у підсумку сприяє підвищенню рівня засвоєння матеріалу та закріпленню умінь та навичок стосовно розрахунків оптимальних розмірів

меліоративних споруд, визначення необхідності проведення меліоративних заходів, використання меліоративних робіт при проектуванні об'єктів господарства, зокрема полігонів твердих побутових відходів. Методичні вказівки складаються з 5 практичних робіт, що відповідають темам теоретичного курсу та є необхідними для засвоєння курсу.

Виконання практичних завдань відбувається на практичних заняттях. Для виконання практичного завдання необхідно ознайомитись з теоретичними основами розрахунку, за допомогою викладача або самостійно (за методичними вказівками). З використанням варіанту завдання виконується розрахунок і робиться висновок. Після виконання завдання на наступному практичному занятті студент має захистити його, тобто викладачем проводиться усне опитування стосовно теоретичних основ розрахунку та аналізу отриманих результатів студентом. Студент отримує залікові бали з урахуванням терміну за який відбувається захист завдання. В кінці кожного практичного модуля виконується самостійне домашнє завдання. Максимальна сума балів за кожний практичний модуль складає 20 балів, оцінка складається з оцінки за кожне завдання (2 бали) та оцінки за виконання ДЗ (10 балів).

1 РОЗРАХУНОК ЗРОШУВАЛЬНОЇ ТА ПОЛИВНОЇ НОРМИ

1.1 Загальні положення

Для виявлення необхідності водної меліорації території розглядаються такі її характеристики (складові водного балансу): кількість опадів за рік, випаровуваність з поверхні води, рослинності та ґрунту ME і транспірація. Виходячи з того, що кожному виду рослинності необхідна деяка кількість вологи розподілена на весь вегетаційний період, необхідно побудувати графік потреби в воді і тоді буде ясна необхідність проведення меліорацій.

Ступінь зволоження ґрунту по М.М. Іванову характеризується коефіцієнтом зволоження, який представляє собою відношення кількості опадів (P) до величини випаровуваності (максимально можливого випаровування) в конкретній кліматичній зоні:

$$A = P / U' = P / (0,0018(25 + t)^2(100 - f)), \quad (1.1)$$

де t – середньомісячна температура повітря, $^{\circ}C$;

f – середньомісячна відносна вологість повітря, %.

Сумарне водоспоживання визначається за формулою:

$$E = T + U', \quad (1.2)$$

де T – кількість води на транспірацію рослинності;

U' - випаровування рослинами і з поверхні ґрунту;

E - сумарне водоспоживання або випаровування з с/г полів.

1.2 Визначення складових режиму зрошення

З урахуванням того, що кількість води, яка надходить на зрошуваний масив складається з опадів (P), ґрунтових вод (W_1) і вологи в ґрунті від попереднього зволоження (ΔW) можна визначити дефіцит води.

Дефіцит води або зрошувальна норма (M) – це різниця між сумарним водоспоживанням (E , ряд 2) і природними водними ресурсами ($P + W_2 + \Delta W$, ряд 1) (рис 1.1). Тобто:

$$M = E - (P + W_2 + \Delta W). \quad (1.3)$$

Зрошувальна норма – кількість води, яку необхідно подати на поля для забезпечення необхідного водоспоживання культурними рослинами.

Нахил прямих на схемі (рис. 1.1) визначається:

- гідрометеорологічними умовами (радіаційним балансом,

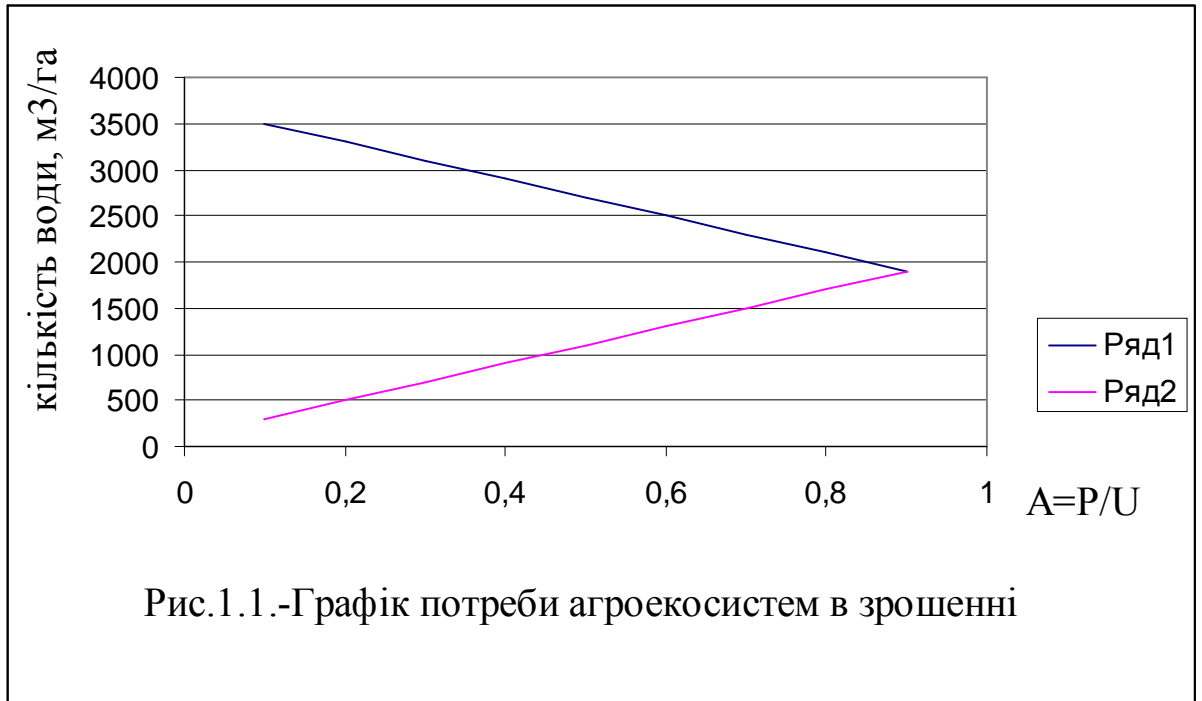


Рис.1.1.-Графік потреби агроекосистем в зрошенні

метеорологічними умовами (температура і вологість повітря, напрям і швидкість вітру));

- вологістю ґрунту пов'язаною з рівнем ґрунтових вод, складом ґрунтів і рівнем впроваджуваної агротехніки;

- біологічними особливостями культури (вид, сорт, фаза розвитку).

Поливна норма (m) культури – це кількість води, яка подається на 1 га площі, зайнятої даною культурою, за один полив, $m^3/га$. Поливна норма видається на зрошувальне поле не миттєво, а впродовж певного періоду часу. Його тривалість в залежності від місцевих умов коливається від декількох діб до 30 днів.

Вона розраховується за формулою:

$$m = 100 \cdot h \cdot \alpha_{сер}(\gamma_{ППВ} - \gamma_{min}), \quad (1.4)$$

де h – глибина активного шару ґрунту в м, визначається видом культури, стадією розвитку;

$\alpha_{сер}$ – об'ємна маса ґрунту, середня за глибиною активного шару t/m^3 .

Враховуючи, що зрошувальна норма – це кількість води, що необхідно подати на 1 га площі за весь вегетаційний період, знаючи поливну норму можна визначити кількість поливів за виразом:

$$n = M/m. \quad (1.5)$$

1.2 Можливі негативні наслідки зрошення

Визначення складових режиму зрошення є дуже важливим, оскільки можуть спостерігатись і негативні наслідки. Взагалі ж можливі :

Зміни об'єму стоку рік. По суті системи зрошення формують нову гідрографічну мережу за рахунок каналів та лотків.

Інтрузія морських вод в естуаріях - в результаті відбору безповоротно води із ріки посилюється притік солоних вод Чорного моря і вплив вітрових нагонів морських і лиманних вод. В результаті відбувається засолення ґрунтових вод і ґрунту дельти, підвищується вміст в них іонів хлору і натрію.

Зміни клімату. Зрошення веде до глибокої перебудови структури теплового балансу. Збільшуються витрати тепла на сумарне випаровування. В результаті в літній час температура повітря знижується на 2 градуси, а відносна вологість збільшується на 10-20%.

Зміна рівня ґрунтових вод. Відбувається його підвищення його підвищення, особливо там, де не враховані гідрогеологічні умови і відсутня або недостатня дренажна мережа. Спостерігається зменшення родючості ґрунту, пов'язане із вторинним осолонцюванням ґрунту.

Зміна запасу гумусу. Його скорочення може сягати 30%. Відбувається збільшення рухомості гумусу, змінюється співвідношення гумінових і фульвокислот. Вміст гумінових кислот зменшується, а фульвокислот збільшується – знижується окислювально-відновний потенціал ґрунту.

Зміни структури і фізичних властивостей ґрунту. При поливі чорноземів структури ґрунту набувають пілуватої будови. На поверхні утворюється щільна злита кірка, що впливає на газовий режим (порушується карбонатна рівновага). Ґрунт стає грудкуватим, руйнуються найбільш цінні агрономічні цінні агрегати, вік, об'ємна вага верхніх горизонтів і змінюється загальна пористість ґрунтів.

Зміни інтенсивності біологічного кругообігу хімічних елементів в ландшафтах. Розвиток зрошення приводить до формування на територіях з низьким природним кругообігом речовин агроландшафтів, в яких біогенний кругообіг наближається до природних гідроморфних умов (от 1-10 т/га до 50 т/га).

Забруднення ґрунтів і природних вод добривами і пестицидами. Поблизу каналів відбуваються глибокі перетворення в рослинному покриві і особливо у тваринному світі, збільшення продукції наземної фітомаси.

Приклад розрахунку

Завдання: Визначити необхідність у поливі агро екосистеми з

урахуванням інформації по території, зрошувальну, поливну норму та кількість поливів за вегетаційний період.

1. Визначити необхідність у поливі агро екосистеми з урахуванням інформації по території:
середньомісячна температура повітря - 21 °С,
середньомісячна вологість повітря – 53%;
сума опадів - 400 мм.

$$A = 400 / (0,0018 \cdot (25 + 21)^2 (100 - 53)) = 0.78$$

2. Для конкретної кліматичної зони водоспоживання (E) з графіка (рис.1.1) – 2100 м³/га;
природні ресурси складають – 1750 м³/га;
тоді зрошувальна норма

$$M = 2100 - 1750 = 350 .$$

2. Поливну норму за формулою (1.4)
Глибина активного шару – 0,3 м;
Об'ємна маса – 1т/м³;
Різниця повної польової та мінімальної вологості ($\gamma_{ППВ} - \gamma_{\min}$) – 20%

$$m = 100 \cdot 0,3 \cdot (0,60 - 0,40) = 180 .$$

3. Кількість поливів за вегетаційний період дорівнює:
 $n = 350 / 180 = 1,94 \approx 2$.

Висновок: Для досліджуваної території необхідні водні меліорації у зв'язку із нестачею природних водних ресурсів. Зрошувальна норма дорівнює 1950 м³/га, поливна норма 180 м³/га, кількість поливів за вегетаційний період складе 2.

Контрольні запитання

1. Які фактори визначають необхідність проведення меліорацій?
2. До якого виду меліорацій належить зрошення?
3. Що відноситься до режиму зрошення?
4. Що таке «Зрошувальна норма» ?
5. Що таке «Полівна норма» ?
6. Як розрахувати кількість поливів?
7. До яких змін може привести зрошення?

Завдання для самостійної роботи

Визначити необхідність у поливі агроecosистеми з урахуванням інформації по території, зрошувальну, поливну норму та кількість поливів за вегетаційний період з використанням таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Вихідні дані для самостійної роботи

№ варіанту	Сума опадів, мм	Середньо-місячна температура повітря, °С	Середньо-місячна вологість повітря, %	Глибина активно-го шару – 0,3 м;	Об'єм на маса – 1т/м ³	($\gamma_{\text{ППВ}} - \gamma_{\text{min}}$)
1	400	20	35	60	0,8	20
2	456	22	40	65	0,9	25
3	476	24	44	70	1	30
4	483	23	50	75	1,1	35
5	564	21	47	80	1,2	40
6	304	25	44	85	1,3	20
7	387	26	42	90	1,4	25
8	362	27	51	95	1,5	30
9	419	24	53	100	1,6	35
10	283	26	55	88	1,7	40
11	456	28	60	74	0,8	20
12	238	24	48	78	0,9	25
13	206	22	50	81	1	30
14	250	23	52	100	1,1	35
15	270	25	55	85	1,2	40
16	320	28	57	60	1,3	20
17	316	26	56	65	1,4	25
18	316	29	48	75	1,5	30
19	320	20	33	70	1,6	35
20	369	24	35	80	1,7	40

2 ВИЗНАЧЕННЯ НЕЗАТОПЛЮВАНОЇ ВІДМІТКИ ДАМБИ АБО НАСИПУ

Метою роботи є розрахунок відмітки дамби обвалування або насипу навколо водойм (озера, лиману, моря, ставу) чи річок, які не будуть затоплюватись під час катастрофічного підйому рівня води.

2.1 Загальні положення захисту заплавних та прибережних територій від затоплення

Освоєння та містобудівне використання заплавних та прибережних територій ускладнюється внаслідок їх можливого періодичного затоплення або підтоплення.

Наслідками підтоплення можуть бути: забруднення ґрунтових вод, вимивання частинок та осідання ґрунтів, формування зсувів, в тому числі підтоплюються промислові об'єкти та об'єкти житлового фонду, погіршуються умови функціонування господарських об'єктів, знижується родючість земель, погіршуються умови формування поверхневих та підземних вод.

Підтоплення може носити явний або прихований характер. «Явний вид» підтоплення – підтоплення в результаті підйому рівня ґрунтових вод. «Прихований вид» підтоплення – збільшення вологості ґрунтів до критичної величини, що викликає сирість в приміщеннях, просадкові явища та інше.

Вибір методів інженерного захисту територій, що тимчасово затоплюються, залежать від: гідрологічних характеристик водотоку чи водойми, характеристик гідрологічної мережі поблизу (наявність та крупність приток тощо), особливостей використання території (характеру забудови). Основними методами захисту територій від затоплення (чи підтоплення) є:

- підвищення поверхні території (кальмотаж) до розрахункових відміток;
- обвалування території;
- комбінований захист;
- регулювання максимального стоку річки створенням водосховища вище міста, будівництвом каналів, що відводять воду нижче міста;
- збільшення пропускної здатності русла та заплави ріки.

Всі гідроспоруди характеризуються певними розмірами, формою,

умовами роботи, пов'язаними з топографічними, геологічними та гідрогеологічними умовами, умовами місця побудови, а також повинні мати оптимальну вартість.

Жоден вид інженерних споруд так не впливає на природу як гідроспоруди. Дамби обвалування запобігають освоєнню та містобудівному використанню заплавлених та прибережних територій, відкривають широкі перспективи до розвитку міста. Вирішують ряд задач:

- ліквідуєть загрозу затоплення та підтоплення територій;
- розміщення значної частини міського населення в більш кращих мікрокліматичних умовах;
- формування раціональної архітектурно-планувальної структури міста завдяки розташуванню їх на обох берегах рік;
- зменшення транспортних зв'язків між зонами роботи, побуту, відпочинку, а також зменшення відстані інженерних комунікацій у місті;
- перетворення прибережної смуги з метою покращання та оздоровлення навколишнього середовища.

Типи дамб обвалування: за характером свого планового розташування та особливостям роботи можна виділити три групи:

- 1 – берегові дамби;
- 2 – озерні дамби;
- 3 – кільцеві дамби.

Берегові дамби розташовуються уздовж рік або крупних рукавів (проток). Внаслідок легкого розмивання берегів русла, вони розташовуються на віддаленні від берегу. Тривалість їх роботи невелика – до 45 днів. Протяжність може сягати десятків кілометрів.

Озерні дамби використовують для запобігання затоплення культурних земель та населених пунктів водами озер, горизонти води в яких підвищуються внаслідок надходження в них води від розливів річок та проривів берегових дамб. Період роботи складає декілька місяців.

Розташовують їх по контуру озер (по більш високим відміткам місцевості), протяжність їх, як правило не більше 10 км. Вони можуть використовуватись як друга лінія захисту (запасна).

Кільцеві дамби будують для запобігання можливості затоплення водами розливів річок населених пунктів. Вони створюють коло біля населеного пункту, утворюючи замкнуте кільце. Використовують виключно в дельті (рибацькі селища, розташовані на порівняно більш високих, але затоплюваних в паводок землях. Висота кільцевих дамб сягає 1-1,5 м. Довжина – 1-1,5 км. За характером роботи займають проміжне положення між береговими та озерними. Вони також можуть розмиватись з часом.

Всі дамби, що розглянуті складаються з ґрунту і мають тимчасовий характер. Для тривалого захисту території будують більш капітальні споруди, які можуть мати облицювання бетоном, залізобетоном та ін. Найважливішою умовою їх будівництва є неможливість їх затоплення. Визначення незатоплюваної відмітки має велике екологічне та економічне значення, бо впливає на капітальне капіталовкладення та обслуговування споруди, мікроклімат прилеглої території, шляхи міграції мілких тварин, що мігрують, або мешкають поруч водойми чи річки, умови розповсюдження забруднювальних речовин тощо.

2.2 Визначення відміток поверхні дамби, що не затоплюється

Оптимальне значення незатоплюваної відмітки дамби обвалування та поверхні території при підсипці ґрунту визначається природними факторами: підвищення рівня води під час повені (водопілля), висоти вітрового хвилювання у водоймі, нагонів, рівнем ґрунтових вод, рельєфом місцевості, наявністю підпірного рівня води у річці, у взаємодії із типом та якістю споруди (матеріал, конфігурація та ін.).

Суть розрахунку складових формули незатоплюваної відмітки полягає у визначенні впливу природних та технічних факторів.

Визначення відмітки гребня дамби обвалування чи поверхні при створенні насипу на великих ріках, водосховищах проводиться за формулою:

$$Z = Z_p + \Delta h + h_{1\%} + a, \quad (2.1)$$

де Z - розрахункова незатоплювана відмітка гребня дамби обвалування, м;

Z_p – розрахункова відмітка води, забезпеченістю 1%, яка може спостерігатись раз на сто років, визначення за даними натурних спостережень та їх статистичної обробки, м;

Δh – висота вітрового нагону, м;

$h_{1\%}$ - висота нахату на укіс хвиль забезпеченістю 1%, м;

a – запас, який приймається залежно від класу гідротехнічної споруди не менш 0,5 м.

На малих та середніх річках без затоплення заплави при порівно малому поширенні затоплення відсутній вітровий нагін та вітрове хвилювання ($\Delta h = 0$ та $h_{1\%} = 0$), тому розрахункова незатоплювана відмітка визначається за формулою:

$$Z = Z_p + a. \quad (2.2)$$

Висоту вітрового нагону розраховують за даними натурних досліджень, а при їх відсутності за формулою:

$$\Delta h = 2 \cdot 10^{-6} \cdot (W^2 D / gH) \cdot \cos \alpha_v, \quad (2.3)$$

де W – розрахункова швидкість вітру на висоті 10 м над рівнем моря, м/с;

D – відстань охопленої вітром акваторії, так звана довжина розбігу, м;

H – середня глибина водойми, м;

α_v – кут між продольною віссю водойми та направленням вітру, град.

2.2.1 Визначення параметрів хвилі

Параметрами перегінної хвилі є: $h_{сер}$ – середня ширина хвилі, м; $\tau_{сер}$ – середній період хвилі, с; $\lambda_{сер}$ – середня довжина хвилі, м.

Елементи хвиль розраховують з урахування розділення водойм на зони, яке залежить від впливу дна (табл.2.1).

Таблиця 2.1. – Зони водойм

Назва зони	Співвідношення глибини та довжини хвилі	Характер впливу дна на характеристики хвиль
глибоководна	$H_{сер} > 0,5\lambda_{сер\ гл}$	не впливає
мілководна	$0,5\lambda_{сер\ гл} < H_{сер} < H_{кр}$	дно впливає до глибини $H_{кр}$, за якої відбувається обвалення хвиль
прибійна	$H_{кр} < H_{сер} < H_{кп}$	Завдяки третю об дно починається і завершується руйнування хвилі
приурізна	$H_{сер} < H_{кп}$	Відбувається накат хвилі на берег

Примітка: $H_{кр}$ – критична глибина водойми при першому руйнуванні хвилі;

$H_{кп}$ – критична глибина водойми, яка відповідає останньому руйнуванню хвилі.

Середня висота хвилі та середній період визначається за номограмою за співвідношенням $gh_{сер\ гл} / W^2$ і $g\tau_{сер} / W$ (рис. 2.1). Для визначення

необхідно розрахувати безрозмірні параметри: gt/W , gD/W^2 , де t – тривалість дії вітру в годинах. Середня глибина хвилі в глибоководній зоні

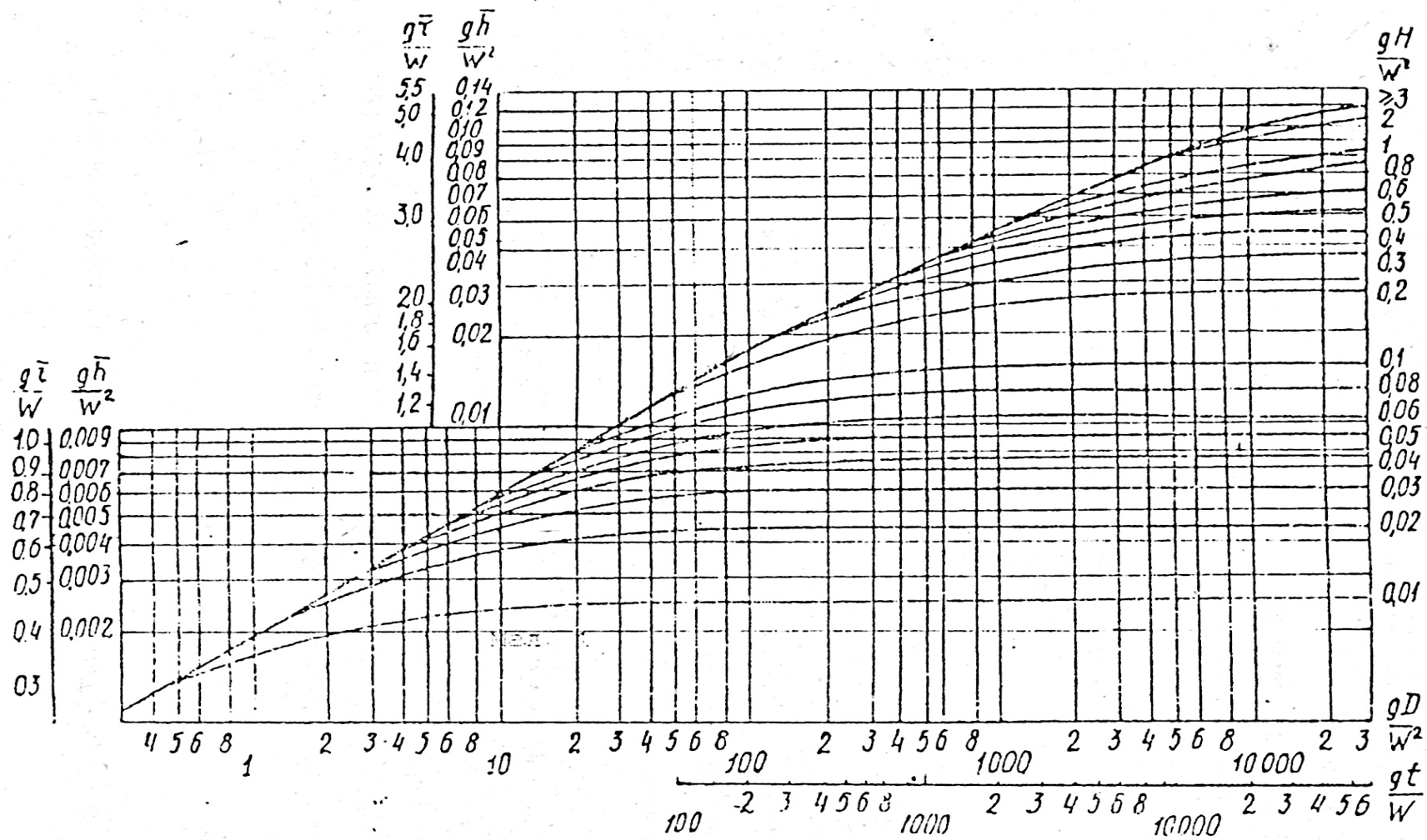


Рисунок I.I. Визначення середніх величин висоти та періоду хвиль в мілководній та глибоководній зонах

визначається за формулою:

$$\lambda_{\text{сер гл}} = g\tau^2/2\pi \quad . \quad (2.4)$$

2.2.2 Розрахунок висоти нахату хвилі 1% забезпеченості

Висота нахату на укiс визначається за формулою:

$$h_{H1\%} = \Delta k \cdot k_{nn} \cdot k_c \cdot k_{nz} \cdot k_\beta \cdot h_{1\%} \quad , \quad (2.5)$$

де $h_{1\%}$ - висота перегiнної хвилі забезпеченiстю 1%;

Δk , k_{nn} – коефiцiєнти, якi залежать вiд типу крiплення укусу, визначається за таблицею 2.2;

k_c – коефiцiєнт, який приймає своє значення в залежностi вiд коефiцiєнту укусу(m) та швидкостi вiтру (табл. 2.3);

k_{nz} - , який приймає своє значення в залежностi вiд коефiцiєнту укусу(m) та спiввiдношення середньої довжини хвилі в глибоководнiй зонi та 1% глибини в глибоководнiй зонi , в дужках при $H_{\text{сер}} = 2h_{1\%}$;

k_β - коефiцiєнт, що залежить вiд кута пiдходу хвилі до споруди (табл.2 4).

Таблиця 2.2. – Залежнiсть коефiцiєнтiв Δk , k_{nn} коефiцiєнтiв вiд типу крiплення укусу

Крiплення укусу	Вiдносна шорсткiсть	Δk	k_{nn}
Бетоннi (залiзобетоннi плити)	-	1	0,9
Гравiйно-галечникове, кам'яне або бетонне	Менш 0,002	1	0,9
	0,005-0,01	0,85	0,85
	0,02	0,9	0,8
Гравiйно-галечникове, кам'яне або бетонне (з/б блоки)	0,05	0,8	0,7
	0,1	0,75	0,6
	Бiльш 0,2	0,7	0,5

Таблиця 2.3. - Залежнiсть коефiцiєнту k_c вiд величини укусу та швидкостi вiтру

Коефiцiєнт укусу	0,4	0,4 – 1,0	1,1 – 5,0	Бiльше 5,0
Швидкiсть вiтру:				
> 20 м/с	1,3	1,4	1,5	1,6
< 20 м/с	1,1	1,1	1,1	1,2

Таблиця 2.4. – Залежність коефіцієнту k_β від кута підходу фронту хвиль

β , град	0	10	20	30	40	50	60
k_β	1	0,98	0,96	0,92	0,87	0,82	0,72

2.2.3 Розрахунок висоти перегонної хвилі 1% забезпеченості в різних зонах

В глибоководній зоні висота хвилі 1% забезпеченості дорівнює висоті хвилі у глибоководній зоні :

$$h_{1\%} = h_{сер\ гл} \cdot \quad (2.6)$$

В мілководній зоні з уклоном дна 0,002 і більше висоту хвилі 1% забезпеченості визначають за формулою:

$$h_{1\%} = k_T \cdot k_{1\%} \cdot k_n \cdot h_{сер\ гл} \quad , \quad (2.7)$$

де k_T – коефіцієнт трансформації хвиль, визначається за графіком (рис.);

k_n - коефіцієнт, що враховує витрати енергії хвиль в залежності від уклону дна та відношення $H_{сер}$ до $\lambda_{сер\ гл}$ (табл. 2.5),

$k_{1\%}$ - коефіцієнт, що визначається за таблицею 2.6 по співвідношенням gD/W^2 або gH/W^2 .

Для мілководної зони з уклонами дна 0,001 і менше виконується рівність :

$$h_{1\%} = k_{1\%} \cdot h_{сер\ гл} \cdot \quad (2.8)$$

Таблиця 2.5. – Залежність k_n від відносної глибини та уклону дна

Відносна глибина	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Уклон дна 0,02-0,002	0,66	0,72	0,76	0,78	0,81	0,84	0,86	0,92	0,94	0,98	1,0

Таблиця 2.6. – Залежність $k_{1\%}$ від співвідношень gD/W^2 або gH/W^2

gD/W^2	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
gH/W^2	0,09	0,16	0,33	0,50	0,67	0,82	1,0
$k_{1\%}$	2,14	2,20	2,30	2,35	2,39	2,42	2,43

Приклад розрахунку

Завдання: Визначити незатоплювану відмітку дамби обвалування по відомим даним:

Розрахункова незатоплювана відмітка	120 м
Швидкість вітру	30 м/с
Середня глибина водойми	1,5 м
Кут між прокольною віссю водойми та направленням вітру	30°
Відстань, охоплена вітром акваторія	100 м
Кріплення укосу дамби - залізобетонні плити	
Коефіцієнт укосу	0,4
Кут підходу фронту хвилі	0°
Термін дії вітру	200 годин
Уклін дна	0,03

1. Визначення висоти вітрового нагону за формулою (2.3):

$$\Delta h = 2 \cdot 10^{-6} \cdot (30^2 \cdot 100 / 9,8 \cdot 1,5) \cdot 0,866 = 0,01 \text{ (м)}.$$

2. Визначення середньої висоти хвилі та середнього періоду хвилі в глибоководній зоні у відповідності до параметрів:

$$gt/W = 9,8 \cdot 200 / 30 = 65,3;$$

$$gD/W^2 = 9,8 \cdot 100 / (30)^2 = 1,1;$$

$$gH/W^2 = 9,8 \cdot 1,5 / (30)^2 = 0,016;$$

Співвідношенням, що зняли з номограми $gh_{сер\ гл}/W^2 = 0,013;$

$$g\tau_{сер}/W = 0,4.$$

Зворотним розрахунком визначити середню глибину та період хвилі:

$$h_{сер\ гл} = (30)^2 \cdot 0,013 / 9,8 = 1,19 \text{ м};$$

$$\tau_{сер} = 30 \cdot 0,4 / 9,8 = 1,22 \text{ с}.$$

3. Середню довжину хвилі розрахувати за формулою (2.4):

$$\lambda_{сер\ гл} = g\tau^2 / 2\pi = 9,8 \cdot (1,22)^2 / 2 \cdot 3,14 = 2,22 \text{ м}.$$

4. За співвідношенням середньої глибини та довжини хвилі робимо висновок, що область розрахунку відповідає глибоководній зоні,

тобто розрахунок висоти наката на укіс необхідно робити за формулою (2.5)

$$h_{H1\%} = \Delta k \cdot k_{ин} \cdot k_c \cdot k_{нз} \cdot k_p \cdot h_{1\%} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,19 = 1,81 \text{ м.}$$

5. Розрахувати незатоплювану відмітку за формулою (2.1):

$$Z = 120 + 0,01 + 3,88 + 0,50 = 124,39 \text{ м.}$$

Контрольні запитання

1. Що таке «дамба обвалування»?
2. Якими методами можливо запобігати затопленню територій?
3. Які функції виконує дамба обвалування?
4. В чому особливість незатоплюваних дамб обвалування?
5. Як розрахувати відмітку гребня дамби?
6. Як розрахувати основні характеристики хвиль?
7. які зони виділяють у водоймі, з урахуванням чого?

Завдання для самостійної роботи

Завдання: Визначити незатоплювану відмітку дамби обвалування по відомим даним (табл. 2.7).

Таблиця 2.7. – Вихідні дані

варіант	Розрахункова відмітка, м БС	Швидкість вітру, м/с	$\alpha_{в}, ^\circ$	Довжина розбігу, м	Середня глибина водойми, м	Кріплення укусу/ відносна шорсткість	Коефіцієнт укусу
1	130	5	10	100	15	з/б блоки/ 0,2	0,1
2	12	6	20	150	16	-«-/ 0,25	0,2
3	24	7	30	123	17	-«-/ 0,3	0,3
4	121	8	25	200	18	з/б плити/ -	0,4
5	115	9	35	240	19	з/б блоки/ 0,22	0,5
6	1	10	45	210	20	з/б блоки/0,2	0,6
7	10	5	40	300	22	з/б блоки/0,2	0,7
8	50	6	15	310	24	з/б блоки/0,25	1,0
9	45	7	10	350	25	з/б блоки/ 0,3	2,0
10	38	8	5	400	30	з/б блоки/0,2	3,0
11	25	9	10	1000	15	з/б плити/-	3
12	16	10	20	120	16	з/б блоки/0,2	4
13	24	5	30	140	17	з/б блоки/ 0,3	5
14	32	6	25	250	18	з/б блоки/0,2	6
15	41	7	35	300	19	з/б блоки/0,25	8
16	53	8	45	410	20	з/б блоки/ 0,3	7
17	55	9	40	500	22	з/б плити/ -	9
18	65	10	15	600	24	з/б блоки/0,2	10
19	78	4	10	480	25	з/б блоки/0,25	20
20	40	3	5	130	30	з/б блоки/ 0,3	30

3 ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОСУШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Загальні положення

Це штучне видалення із ґрунту надлишків вологи. Проводяться в інтересах сільського, лісового господарства і містобудівництва на перезволожених територіях.

Спрямованість осушувальних меліорацій тісно пов'язана з причинами перезволоження території, серед яких можна виділити наступні:

- якщо перезволоження пов'язано з перебільшенням опадів над випаровуванням і природним стоком при розташуванні перезволоженої території вище місцевого базису ерозії, то осушувальні меліорації повинні бути спрямовані на штучне збільшення поверхневого стоку з цієї території, а в деяких випадках і на додатковий захист її від притоку води зі сторони вище розташованої місцевості (горизонтальне осушення);

- якщо перезволоження викликане підтопленням території водами ріки, озера, водосховища, то осушувальні меліорації можуть бути спрямовані як на пониження рівня води в указаних водоймах, так і на захист підтопленої території різними гідротехнічними спорудами;

- якщо перезволоження викликане потоком води в природні (котловини) або штучні (котловани і кар'єри) безстічні області, то осушувальні меліорації переважно зводяться до примусової евакуації води шляхом її механічної відкачки (схема вертикального осушення).

До осушувальних меліорацій належать також роботи зі штучного підвищення понижених, періодично затоплюваних і заболочених територій, осушення яких переліченими вище способами економічно недоцільно. Зараз такі роботи здійснюються в основному шляхом штучного наміву ґрунту.

3.2 Схема горизонтального осушення

Осушувальна система – комплекс споруд, що призначені для видалення надлишкової вологи осушувального масиву.

Загальна схема самопливної горизонтальної системи осушення складається із наступних елементів:

- нагорної або ловчої канави по контуру осушувального угіддя, які захищають його відповідно від поверхневого стоку з басейна і від притоку ґрунтових вод;

- осушувальної мережі каналів, або дрен, які безпосередньо осушують ґрунт;

- водовідвідних каналів у складі збирачів, колекторів і магістрального каналу;
- гирла магістрального каналу;
- водоприймача;
- споруд на системі каналів.

Закриту систему застосовують частіше всього при осушенні території міст і промислових майданчиків.

Кожному виду горизонтального осушення притаманні свої достоїнства і недоліки. Відкрита система відводить і поверхневу і ґрунтову воду, навесні раніше вступає в дію, вартує дешево, проста в експлуатації, але викликає втрати площі під канали, заважає роботі с/г машин, небезпечна для випасання домашньої худоби.

Закрита система відводить тільки ґрунтову воду, для стікання ж поверхневої води необхідна додаткова мережа поверхневих каналів, навесні пізніше вступає до роботи, вартує дорого, складна в експлуатації, але не супроводжується втратою площі, не заважає роботі машин і тому їй часто віддається перевага.

Змішана система має всі переваги закритої і недоліки відкритої.

Площа поля, обмежена двома осушувачами, називають осушувальною картою й приймають розміром 10-15 га. Осушувачі практично завжди стоять порожніми, тому що вони швидко відводять воду з полів. Тому їм надають круті укоси, враховуючи що їх легко очищати і ремонтувати.

Найменша товщина осушеного шару називається нормою осушення. З точки зору с/г бажано часте але мілке розташування осушувачів.

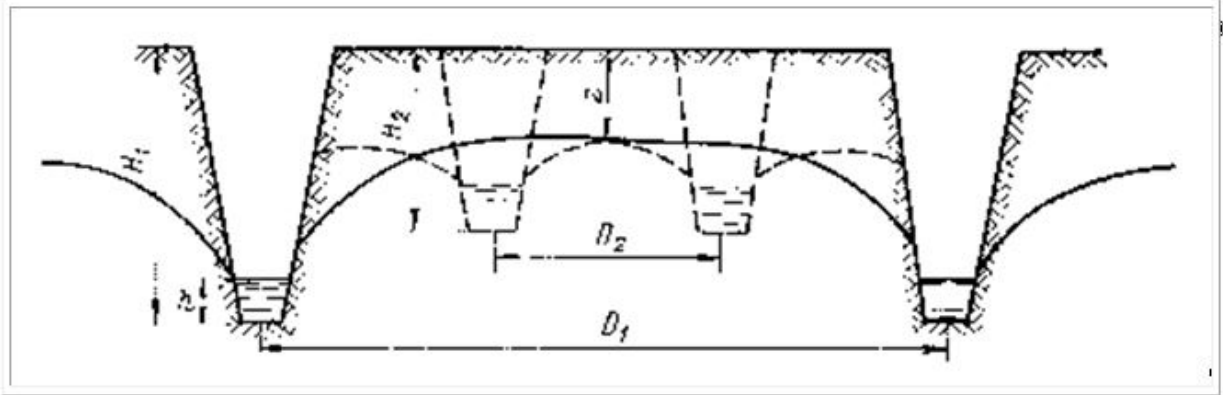


Рис. 3.1 – Осушення відкритими канавами

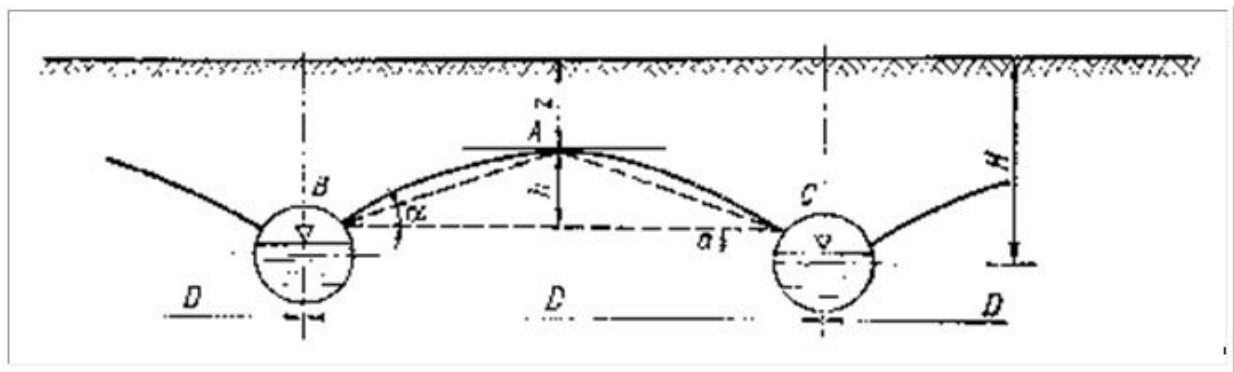


Рис.3.2 – Осушення дренами

3.3 Вплив осушення на ґрунти і врожайність

1. Збільшення аерації ґрунту.
2. Теплоємність ґрунту після осушення зменшується тому що, теплоємність води – 1, торфу 0,48, повітря 0,2 град/т.
3. Теплопровідність ґрунту зменшується, тому що вода заміщується повітрям (верхній шар ґрунту нагрівається і охолоджується швидше, ніж до осушення). Зменшується випаровування, збільшується амплітуда добових і річних коливань температур.
4. За рахунок збільшення аерації відбувається прискорене перегрівання торфу після осушення і, відповідно, просідання поверхні торф'яників.
5. Активізація простіших: хробаки, багатоніжки, бактерії і ін.
6. Зменшення кількості комах і оздоровлення місцевості.

Оскільки кожна дрена має свою зону впливу на рівень ґрунтових вод

важливо визначити глибину її закладання та відстань між ними.

Глибина закладення дрени залежить від водопроникності ґрунту. Зазвичай вони розташовуються в найбільш водопроникних горизонтах. Переважно вони розташовуються на глибині 0,7-1,5 м. У важких глинистих ґрунтах краще працюють дрени, що закладені на невеликій глибині, в легких ґрунтах – на максимальній. Визначити глибину залягання дрени (канави) системи осушення можна за формулою:

$$H = (z + 0,5 D \operatorname{tg} \alpha + a) / (1 - \beta) \quad (3.1)$$

де z – норма осушення, м (табл. 3.1);

D – відстань між дренами, м;

$\operatorname{tg} \alpha$ – відстань між поверхнею води у дрені та точкою виклинювання кривої депресії (залишковий напір), $\operatorname{tg} \alpha$ визначається за таблицею 3.2 в залежності від ґрунту;

a – дорівнює 3 - 4 см в легких ґрунтах, 10 – 12 у важких ґрунтах;

$1 - \beta$ – поплашковий коефіцієнт на ущільнення осушуваного ґрунту:

β – 0,05 для супіску;

- 0,1 для чорноземів;

- 0,2-0,25 для торфу.

Таблиця 3.1. – Середні норми осушення

Культура	Норма осушення, см
Зернові ярові	80
Зернові озимі	80
Коноплі	95
Картопля	95
Овочі, соняшник	90
Кукурудза, силос	90
Трава на силос	60-75
Трава на випасання	75

Таблиця 3.2. – Кут нахилу кривої депресії для рівня ґрунтових вод

Ґрунт	$\operatorname{tg} \alpha$
Піщаний	0,005 - 0,025
Супіщаний	0,02 – 0,05
Суглинистий	0,03 – 0,07
Глинистий	0,05 – 0,10
Важкі глини	0,05 – 0,12
Низинний торф	0,05 – 0,10

Відстань між дренами для закритої системи осушування визначає залежність між елементами дипресионної кривої, що характеризується по

А.Д. Брудастову і визначається за формулою:

$$D/2 = \sqrt{k/q(h^2 - a^2)} \quad , \quad (3.2)$$

де D – відстань між дренами, м;
 k – коефіцієнт фільтрації, м/с;
 q – витрата води у водному шарі з 1 м²;
 h – стріла прогинання, м;
 a – висота води в дрені, м, залежить від водопроникності ґрунту.

Також відстань між дренами або відкритими збирачами визначається в залежності від співвідношення рекомендованої відстані між дренами (табл. 3.3) та відстані від дрени до водоупороного шару (D/T).

При $D/T > 3$ відстань між дренами визначається за формулою С.Ф. Аверьянова:

$$D = 3,6 \sqrt{I/n \cdot ((1-\eta)/\eta) \cdot h \cdot \tau \cdot T} \quad , \quad (3.3)$$

де I – уклін поверхні землі;
 n – коефіцієнт шорсткості поверхні;
 η – коефіцієнт стоку;
 $h = P T_1$ – шар опадів, що випали за час T_1 , мм;
 P – інтенсивність випадіння опадів, мм/год;
 τ - параметр, що дорівнює T_1/T , м/добу;
 T – нормативний час відводу поверхневих вод, діб (табл. 3.4, 3.5);
 T_1 – час випадіння опадів, год.

Таблиця 3.3. – Відстань між дренами, м

Ґрунт	Відстань
Пісок мілко зернистий	30-50 і більше
Супісь	25-35
Суглинок легкий	20-30
Суглинок середній	14-20
Суглинок важкий	8-15
Торф низинний	20-40

Таблиця 3.4 – Строки відведення надмірної вологи з кореневого шару у період літньо - осінніх дощів

Сільськогосподарське використання земель	Максимальна тривалість стояння рівнів ґрунтових вод, діб.	
	В орному шарі	В кореновому шарі
Польові, кормові, овочеві сівозміни, пастбища	1,5	5
Сінокоси	3	7

Таблиця 3.4 – Строки відведення надлишкових вод у вегетаційний період

Характер використання земель	Відведення вод, діб.			
	Поверхневих	З орного шару на глибину 0,20...0,25м	З глибини 0,2 до 0,5м	З глибини 0,5 м до норми осушення
Польові сівозміни з озимими культурами	0,5	1.0...1.5	2...3	4...5
Польові (без озимих культур), кормові та овочеві сівозміни, пасовища	0,5	1,0. ..1,5	2...3	4...5
Багаторічні трави (на сіно)	1,0...1,5	2,0..3,0	3...5	6...7

При $D/T < 3$ відстань між дренами визначається за формулою Костякова:

$$D = \pi \cdot k \cdot N / 2.3\tau(\lg D/d - 1) \quad (3.4)$$

де: d – зовнішній діаметр дрени, м;

N – середній напір води над дренаю за розрахунковий період (м), що визначається як:

$$N = H - 0.6z \quad (3.5)$$

При $T=0$ (дрена лежить на водоупорі) відстань між дренами визначається за формулою Раде:

$$D = 2N\sqrt{k/\tau} \quad (3.6)$$

На практиці для зручності використовують рекомендовані характеристики для певних умов, що отримані розрахунковим шляхом за наведеними вище методиками. Глибина залягання дрен повинна бути на 20-40см більша за норму осушення. Причому, максимальна глибина залягання дрен не повинна перевищувати 1.4 м, щоб мінімізувати негативний вплив системи осушення на екосистему. Якщо все-таки потрібно опустити дренаж нижче, то для такого проекту потрібне додаткове обґрунтування для отримання дозволу. Рекомендовані глибини залягання дрен для різних ґрунтових умов наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Глибини залягання дрен для різних ґрунтів

Ґрунтові умови	Глибина, м
В середніх та легких суглинках, супесях, пісках, торф'яниках потужністю до 1.2м, що підстилаються водопроникним ґрунтом	1,0...1,2
Торф'яниках потужністю до 1.2м, що підстилаються водонепроникним ґрунтом	0,9...1,0
Торф'яниках потужністю більше 1.2м	1,1...1,2
На важких ґрунтах	1,2 – 1,3 (мінімальна глибина 1.1)
На важких ґрунтах при проведенні глибокого рихлення	0,9

Рекомендовані відстані між дренами в залежності від глибини залягання та типу ґрунту наведені на рисунку 3.3. Якщо на території що розглядається, спостерігається шарова будова ґрунтів, то відстань між дренами обчислюється за допомогою формули 3.7.



Рис. 3.3 – Графік для визначення відстані між дренами.

$$D = (D_1(m_1 - a) + D_2(m_2 - a) + D_n(m_n - a)) / (H - a) \quad (3.7)$$

- де D_n - відстань між дренами визначена за графіком для n -го шару ґрунту;
- m_n - потужність n -го шару ґрунту;
- a - потужність орного шару;
- H - глибина залягання дрена.

Відстань між дренами, яку визначили за допомогою графіку, необхідно відкоректувати з урахуванням особливостей рельєфу, ґрунту та інших умов, які впливають на роботу дрена, відповідно до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Поправочні коефіцієнти при розрахунку відстані між дренами

№	Фактори які впливають на відстань між дренами	Поправочний коефіцієнт
1	Глейові ґрунти	0,65
2	Слабоглеюваті ґрунти тимчасового надмірного зволоження	
	а) глини, середні та важкі суглинки	1,25
	б) легки суглинки	1,40
	в) лесовидні суглинки	1,30

	г) супеси	1,50
3	Карбонатні ґрунти (при вмісті CaCO ₃ від 5 до 15%)	1,10
4	Наявність водонепроникних прошарків товщиною не менше за 10 см на глибині більше 40 см, великої пористості глинистих и суглинистих ґрунтів	до 1,15
5	Засипка траншей добре фільтруючим ґрунтом	до 1,20
6	Наявність залізистих сполук в ґрунтовій воді, мг/л: від 3 до 8 більше 8	0,90 0,80
7	Уклін поверхні меліорованих земель: 0,02 0,03	1,20 1,35
8	Використання земель під сінокоси	1,20

Примітки: 1. При наявності декількох факторів, поправочні коефіцієнти перемножуються. Загальний поправочний коефіцієнт не повинен перевищувати при використанні земель під пашні 1,75, під сіножаті 2,00.

2. На ділянках інтенсивного водного живлення відстань між дренами з урахуванням поправок слід зменшити в 1,5 – 2,0 рази.

Контрольні питання

1. Причини проведення осушувальних меліорацій.
2. Види осушувальних систем.
3. Схема горизонтальної системи осушування. Використання.
4. Схема вертикальної системи осушування. Використання.
5. Навести формулу для розрахунку складових систем осушування (глибина дрени, відстані між дренами).
6. Який вплив осушення на ґрунти і врожайність?
7. Які причинами перезволоження території?

Завдання для самостійної роботи

Визначити характеристики системи осушення з використанням вихідної інформації (табл.3.7).

Таблиця 3.7. – Вихідні дані

Варіант	Культура	Ґрунт	Уклін поведхні	Додаткові характеристики	% частоти діаметр < 0.01 м
1	Трави на сіно	Глина середня	0.03	Слабоглеюваті	75
2	Озимі	Суглинок легкий	0.02	Засипка траншей добре фільтруючим ґрунтом	25
3	Овочі	Суглинок легкий	0.01		22
4	Трави на сіно	Глина середня	0.02	Глеєві	65
5	Трави	Суглинок важкий	0.03	Слабоглеюваті	45
6	Овочі	Суглинок середній	0.01	Засипка траншей добре фільтруючим ґрунтом	38
7	Озимі	Суглинок легкий	0.01		22
8	Овочі	Суглинок легкий	0.02	Водонепроникні прошарки, велика пористість ґрунту	21
9	Трави на сіно	Супісь	0.03	Слабоглеюваті	7

Продовження таблиці 3.7.

10	Технічні культури	Супісь	0.02	Слабоглеюваті	8
11	Овочі	Суглинок середній	0.02	Засипка траншей добре фільтруючим ґрунтом	35
12	Трави	Глина середня	0.03	Водонепроникні прошарки, велика пористість ґрунту	70
13	Трави на сіно	Глина середня	0.03	Водонепроникні прошарки, велика пористість ґрунту	73
14	Овочі	Суглинок середній	0.02	Засипка траншей добре фільтруючим ґрунтом	40
15	Озимі	Суглинок легкий	0.01	Засипка траншей добре фільтруючим ґрунтом	21

16	Технічні культури	Суглинок легкий	0.01	Слабоглеюваті	22
17	Трави на сіно	Глина середня	0.03	Глеєві	70
18	Технічні культури	Суглинок важкий	0.02		43
19	Трави на сіно	Глина легка	0.01		58
20	Трави на сіно	Суглинок середній	0.03	Слабоглеюваті	35

4 ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ ЗЛИВОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ

Метою виконання роботи є ознайомлення з методами боротьби з затопленням урбанізованих територій, зокрема, конструкціями зливових систем каналізації та розрахунками їх складових. Визначення діаметру зливової каналізації є важливим з точки зору виникнення надзвичайних ситуацій з затопленням території внаслідок випадіння великої кількості опадів, або внаслідок злив.

4.1 Загальні положення

Злизова каналізаційна мережа є однією із основних елементів системи водовідведення міста або промислового об'єкта, складається із трубопроводів, а також скидних колекторів та головного колектора. Оскільки вона призначена відводити води поверхневого стоку, що утворився внаслідок випадіння опадів, важливим є пропускна здатність трубопроводу. Вона залежить від природних факторів: інтенсивність атмосферних опадів, коефіцієнт стоку, площа з якої формується стік.

➤ В міську каналізаційну мережу скидають господарсько-побутові і промислові стічні води, скиди яких допускаються. Зливові води збираються окремо і без очистки спрямовуються у найближчі водойми. Ця система каналізації має назву *роздільної*;

➤ В міську каналізаційну мережу скидаються стічні води всіх видів. Ця система називається *загальносплавною*, всі стічні води надходять на очисні споруди, скид зливових вод без очистки у водойми відсутній.

Зовнішні вуличні каналізаційні мережі міст представляють собою достатньо складні схеми, конфігурація яких визначається забудовою району та рельєфом місцевості. Ця особливість каналізаційної мережі обумовлена тим, що стічні води спускаються самопливом.

Основним параметром пропускної здатності колектору є *діаметр* каналізаційної труби. Для кожного діаметра труб установлені мінімальні допустимі ухили і швидкості протікання стічної води, а також максимально допустимі наповнення труб з урахуванням необхідності запобігання утворенню відкладів на внутрішніх поверхнях труб та найскорішому відведенню зливових вод від поверхонь (для запобігання підтоплення та затоплення забудованих територій).

Під ухилом труби розуміють безрозмірні відношення висоти падіння труби на ділянці мережі до довжини ділянки:

$$i = h / l, \quad (4.1)$$

де h - падіння труби, м;

l – довжина ділянки, км.

Таким чином, пропускна здатність колектора визначається природними факторами: інтенсивністю атмосферних опадів, коефіцієнтом стоку що характеризує різні типи покриттів в селітебній або промисловій зоні, площею, з якої формується стік.

Витрата води, що формується в умовах зливових опадів розраховується за формулою:

$$Q = 16,67 \cdot F \cdot \varphi_{сер} \cdot i, \quad (л/с) \quad (4.2)$$

де F – площа водозбору, з якої формується стік, км²;

i – розрахункова інтенсивність дощу, мм/хвил;

16,67 – розмірний коефіцієнт;

$\varphi_{сер}$ – середній коефіцієнт стоку, що розраховується як середньозважене значення:

$$\varphi_{сер} = \sum \varphi_i \cdot f_i / 100\% \quad (4.3)$$

φ_i – коефіцієнт стоку для 1-ої ділянки, що характеризується певним видом покриття, водопроникністю (табл.4.1);

f_i – площа водозбору i- ої ділянки, км²;

i = 1,2,3 ... n – номер виду покриття.

Таблиця 4.1. – Значення коефіцієнтів стоку в залежності від типу покриття

№ п/ч	Тип покриття	Коефіцієнт стоку
1	Дахи будівель	0,95
2	Асфальто-бетонні покриття з залитими швами	0,90
3	Штучні мостові з незалитими швами	0,60
4	Кам'яна мостова	0,15
5	Садово-паркові доріжки та майданчики	0,30
6	Грунтові поверхні (сплановані)	0,20
7	Газони і квітники	0,10

Гідравлічні характеристики колекторів визначаються їх найбільшою пропускною здатністю при заданому нахилі і площі живого перетину потоку. Для проектування побутових водовідвідних мереж приймається безнапірний режим руху рідини з частковим (0,5-0,8) наповненням труб.

Слід мати на увазі, що в мережах, призначених для транспортування дощових вод, розрахункові витрати спостерігаються не частіше одного разу в декілька років. Таким чином, водовідвідні мережі працюють у безнапірному режимі при частковому заповненні. Цей режим має ряд переваг перед напірним. В побутових і виробничо-побутових мережах необхідно забезпечити деякий резерв живого перетину трубопроводу. Через вільну від води верхню частину перетину труби здійснюється вентиляція розгалуженої водовідвідної мережі. При цьому із трубопроводу безперервно видаляються гази, що утворились у воді, які викликають корозію трубопроводів і споруд на них, ускладнюють експлуатацію водовідвідних мереж і т.п.

В стічних водах також містяться нерозчинні домішки органічного і мінерального походження. Перші мають невелику густину і добре транспортуються потоком води. Інші (пісок, бій скла, шлаки і др.) мають значну густину і транспортуються лише при певних швидкостях турбулентного режиму руху рідини. Тому важливішою умовою проектування водовідвідних мереж є забезпечення в трубопроводах при розрахункових витратах необхідних швидкостей руху рідини, що виключає утворення щільних відкладів, що не змиваються.

Розрахунок самоплинних трубопроводів заключається у визначенні їх діаметру, нахилу і параметрів роботи - наповнення і швидкості. Зазвичай вихідним для розрахунку є витрата, що визначається для даного випадку за формулою (4.2).

Для розрахунку рекомендуються формули незмінності витрати:

$$q = \omega \cdot v \quad (4.4)$$

і Шезі

$$v = C \sqrt{Ri}, \quad (4.5)$$

де q – розрахункова витрата;

ω - площа живого перетину;

v – швидкість;

C – коефіцієнт Шезі;

$R = \omega / \chi$; - гідравлічний радіус;

χ - змочений периметр;

$i = hl / L$ - уклін лотка;

hl - падіння лотка на довжині L .

У формулі Шезі прийнято, що гідравлічний нахил L дорівнює нахилу лотка i , так як рух води рівномірний.

Відомо, що максимальна витрата води в трубах спостерігається при наповненні $h/d=0,95$, тому наповнення більше цього значення приймати недоцільно. Розрахункові наповнення рекомендується приймати навіть менше цього значення з таких причин. По-перше, при певних розрахункових витратах не враховується коливань значень в межах години доби, коли може спостерігатись максимальна витрата. По-друге, внаслідок нерівномірності руху води, наповнення окремих ділянок трубопроводу може бути більше розрахункового. В цілях виключення підтоплення при розрахункових умовах наповнення в трубопроводах побутової водовідвідної мережі рекомендується приймати не більше 0,8.

В трубопроводах зливової каналізації і водостоках повних роздільних систем водовідведення, а також в загальносплавних трубопроводах рекомендується приймати рівним 1, тобто повним. Це пояснюється тим, що розрахункові умови в цих трубопроводах спостерігаються дуже рідко. Таким чином, значну частину часу ці трубопроводи будуть працювати при частковому наповненні. Витрата стічних вод у водовідвідних мережах змінюється в широких межах від певного мінімального до відомого максимального, який приймається за розрахунковий. Забезпечити можливість транспортування всіх домішок потоком у всьому діапазоні витрат, в тому числі і при мінімальному, не представляється можливим, так як це потребувало б прокладання трубопроводів з великими уклонами, а це привело б до їх значного заглиблення.

Зараз розрахунок трубопроводів відбувається за умов підтримання труб у чистому стані при максимальній витраті. Таким чином, при мінімальних витратах в трубопроводах допускаються відкладання, але при досягненні розрахункової витрати трубопроводи повинні самоочищатись.

Мінімальний діаметр для умов самоочищення має бути 250мм (вуличної мережі) уклін – 0,007.

За умов достатності пропускної спроможності колектора, діаметр труби відповідатиме витраті зливових вод. Таким чином, діаметр трубопроводу водовідведення можна визначити за формулою:

$$D = \sqrt[4]{Q/(v \cdot \pi)} \quad , \quad (4.6)$$

де v – швидкість руху стічних вод при повному наповненні зливооду, задається по таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. – Діаметр трубопроводу в залежності від швидкості руху стічних вод

Діаметр трубопроводу, мм	Швидкість дощових стічних
150-299	0,7
300-449	0,75
500-599	0,8
600-799	0,85
700-899	0,9
900-1000	1,0

Розрахунок трубопроводів за формулами надзвичайно складний. При проектуванні водовідвідних мереж необхідно виконувати розрахунки великого числа окремих ділянок трубопроводів з різними умовами проектування. Їх розрахунок робиться з використанням тих або інших спрощуючих прийомів, за яких використовуються розроблені таблиці, графіки, діаграми.

На рисунку 4.1 приведені криві зміння швидкостей v і витрат q в трубах колового перетину в залежності від ступеня їх наповнення. По вісі ординат відкладені ступені наповнення h/d , а по вісі абсцис - відповідні цим наповненням швидкості v і витрати q , виражені в долях від швидкості і витрати при повному наповненні (рис.4.2). Діаметр самопливного трубопроводу може бути визначений за номограмою в залежності від швидкості течії рідини, нахилу трубопроводу і величини розрахункової витрати стоків. Номограми представляють собою графічне відображення формули КолбрукаУайта. При умові, що температура води дорівнює 10°C , а шорсткість трубопроводу $-0,00025$ м. Наповнення труби - це співвідношення рівня води (H) до внутрішнього діаметру труби (D_i).

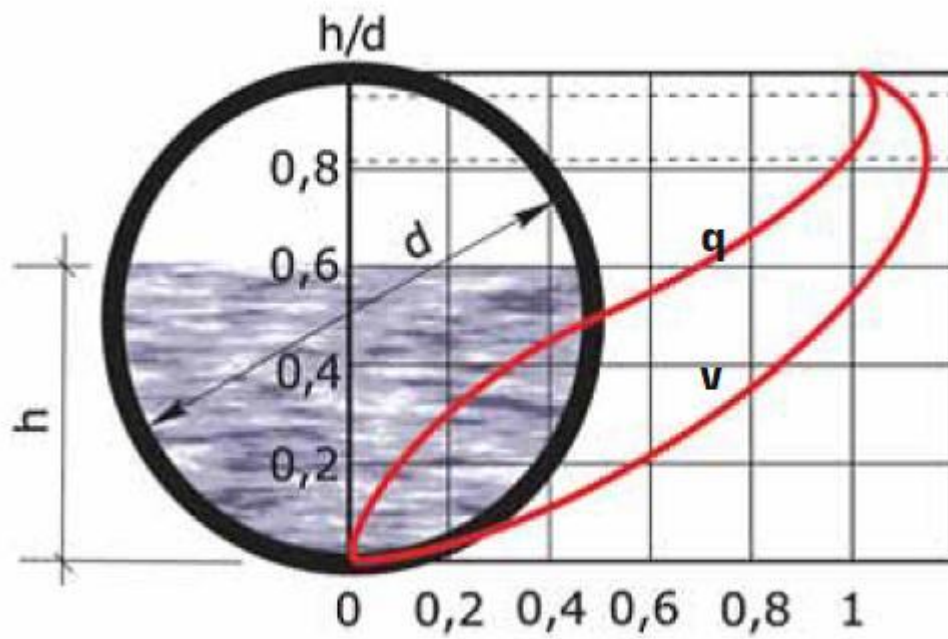


Рисунок 4.1. - Криві змінення швидкостей v і витрат q в трубах колового перетину в залежності від ступеня їх наповнення

Діаметр трубопроводу можна визначити з використанням таблиці 4.3., 4.4.

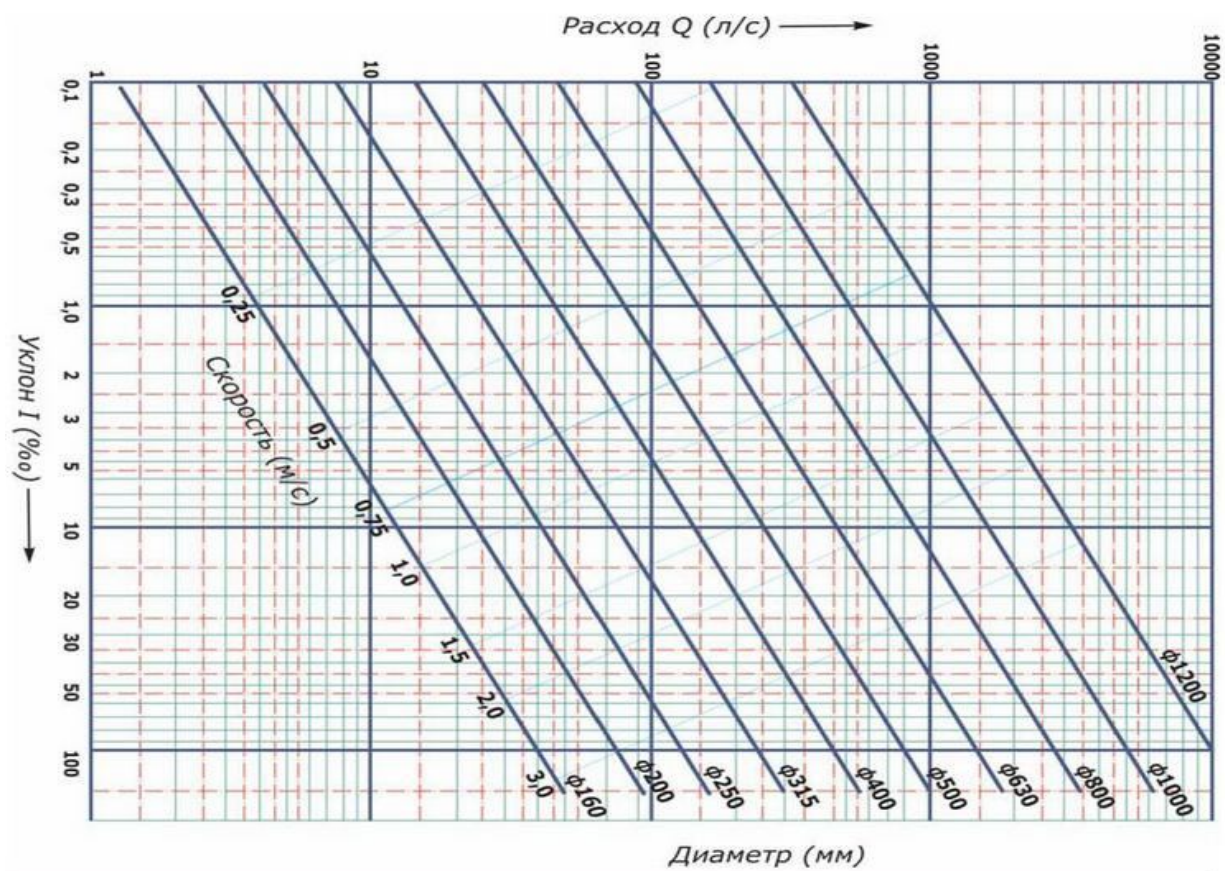


Рисунок 4.2. – Номограма залежності діаметру трубопроводу в залежності від витрати води , швидкості руху та уклону трубопроводу

Таблиця 4.3. – Значення параметрів каналізаційних трубопроводів

Уклі н, ‰	Рівень заповнен ня, %	Діаметр 400 мм		Діаметр 500 мм		Діаметр 600 мм	
		Швидкіс ть, м/с	Витра та, л/с	Швидкіс ть, м/с	Витра та, л/с	Швидкіс ть, м/с	Витра та, л/с
1	100	0,49	46	0,57	82	0,58	164
	50	0,42	21	0,48	37	0,49	75
	25	0,27	7	0,31	12	0,32	23
5	100	1,1	102	1,27	183	1,48	333
	50	0,94	46	1,08	82	1,26	150
	25	0,61	14	0,70	26	0,81	47
10	100	1,56	144	1,8	258	2,09	471
	50	1,33	65	1,53	116	1,78	212
	25	0,86	20	0,99	36	1,15	66

Таблиця 4.4. - Значення параметрів каналізаційних трубопроводів

Уклі н, ‰	Діапе тр, мм	16 0	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
1	q	4,0 1	7,6 7	13, 24	24, 25	45, 46	81,5 2	148,7 44	279, 74	512, 8	853,1 6
	v	0,2 7	0,3 2	0,3 6	0,4 2	0,4 9	0,57	0,66	0,77	0,9	1,02
2	q	5,6 7	10, 85	18, 73	34, 30	64, 28	115, 29	210,3 4	395, 61	725, 22	1208, 57
	v	0,3 8	0,4 5	0,5 1	0,5 9	0,7 0	0,81	0,94	1,10	1,28	1,45
3	q	6,9 5	13, 29	22, 94	42, 00	78, 73	141, 20	257,6 2	484, 52	888, 2	1477, 75
	v	0,4 6	0,5 5	0,6 3	0,7 3	0,8 5	0,99	1,15	1,34	1,56	1,77
4	q	8,0 2	15, 34	26, 49	48, 5	90, 91	163, 05	297,4 7	559, 48	1025 ,6	1706, 35
	v	0,5 4	0,6 3	0,7 2	0,8 4	0,9 8	1,14	1,32	1,55	1,8	2,05

Продовження таблиці 4.411

5	q	8,97	17.1 5	29.6 1	54,2 3	101, 6	182,3	332, 6	625,5	1146,7	1907, 8
	v	0,8	0,71	0,81	0,94	1,1	1,27	1,48	1,73	2,02	2,29
6	q	9,82	18.7 9	32.4 4	59,4	111, 3	199,6 9	364, 3	685,2	1256,1	2089, 8

	v	0,66	0,77	0,89	1,03	1,21	1,38	1,62	1,9	2,21	2,51
7	q	10,6 1	20,3	35,0 4	64,1 6	120, 3	215,7	393, 5	740,1	1356,7	2257, 3
	v	0,71	0,83	0,96	1,11	1,3	1,51	1,75	2,05	2,39	2,71
8	q	11,3 4	21,7	37,4 6	68,5 9	128, 6	230,6	420, 7	791,2	1450,4	2413, 2
	v	0,76	0,89	1,02	1,19	1,39	1,61	1,87	2,19	2,55	2,9
9	q	12,0 3	23,0 1	38,7 3	72,7 5	136, 4	244,6	446, 2	839,2	1538,4	2558, 5
	v	0,8	0,95	1,08	1,26	1,48	1,71	1,98	2,32	2,7	3,07
10	q	12,6 8	24,2 6	41,8 8	76,6 9	143, 7	257,8	470, 4	884,6	1621,6	2697, 9
	v	0,85	1,0	1,14	1,33	1,56	1,8	2,09	2,45	2,85	3,24
15	q	15,5 3	29,7 1	51,2 9	93,9 2	176, 1	315,7	576, 1	1083, 4	1986,1	3304, 3
	v	1,04	1,22	1,4	1,63	1,91	2,2	2,56	3,0	3,48	3,87
20	q	17,8 3	34,3	59,2 3	108, 5	203, 3	364,5 8	665, 2	1251, 0	2283,3 3	3815, 5
	v	1,2	1,41	1,62	1,88	2,2	2,55	2,96	3,47	4,03	4,58
25	q	20,0 5	38,3 5	66,2 2	121, 3	227, 3	407,6	743, 7	1398, 7	2564	4265, 8
	v	1,34	1,58	1,81	2,1	2,46	2,85	3,31	3,87	4,51	5,12
30	q	21,9 6	42,0 1	72,5 4	132, 8	248, 9	446,5	814, 7	1532, 2	2808,7	4673
	v	1,47	1,73	1,98	2,3	2,69	3,12	3,62	4,24	4,94	5,61
35	q	23,7 2	45,3 8	78,3 5	143, 5	268, 9	482,3	879, 9	1654, 9	3033,8	5047, 5
	v	1,59	1,87	2,14	2,49	2,91	3,37	3,91	4,58	5,33	6,1
40	q	25,3 6	48,5 1	83,7 6	153, 4	287, 5	515,6	940, 7	1769, 2	3243,3	5295, 9
	v	1,7	1,99	2,29	2,66	3,11	3,6	4,18	4,9	5,7	6,48
45	q	26,9	51,4 6	88,8 4	162, 7	304, 9	546,8	997, 7	1876, 5	3440	5723, 3
	v	1,8	2,12	2,42	2,82	3,3	3,82	4,44	5,2	6,05	6,87

Продовження таблиці 4.4

50	q										
	v										
55	q										
	v										

60	q										
	v										
65	q										
	v										
70	q										
	v										
75	q										
	v										
80	q										
	v										
85	q										
	v										
90	q										
	v										
95	q										
	v										
100	q										
150	v										

Контрольні запитання

1. Які існують типи каналізаційних систем?
2. Чим характеризуються зливові опади?
3. Як розрахувати витрату зливових опадів для умов забудови?
4. Що характеризує коефіцієнт стоку?
5. На якій підставі визначається діаметр трубопроводу системи водовідведення?

Приклад розрахунку

Завдання : Визначити діаметр колектору для транспортування зливових вод за умов:

Площа різних покриттів: дахи будинків –20,6 %	
асфальтоване – 12,8	
паркові - 13,5	
газонні - 53,1;	
інтенсивність дощу	- 30 мм/хвил
площа водозбору	- 15 км ² .

1 Визначити середній коефіцієнт стоку за формулою (4.3):

$$\varphi_{сер} = (0,95 \cdot 20,6 + 0,9 \cdot 12,8 + 0,3 \cdot 13,5 + 0,1 \cdot 53,1)/100 = 0,405$$

2. Визначити розрахункову витрату дощових стічних вод за формулою (4.2):

$$Q = 16,67 \cdot 15 \cdot 0,405 \cdot 30 = 303,9$$

3. Визначити методом ітеративних наближень до величини заданої точності розміру поперекового перетину зливоводу на основі формули (4.4) :

За умов швидкості течії в трубопроводі 0,7 м/с

$$D = \sqrt[4]{4 \cdot 303,9 / 0,7 \cdot 3 \cdot 14} =$$

Завдання для практичної роботи

Визначити характеристики каналізаційної системи з використанням вихідної інформації (табл.4.5).

Таблиця 4.5. – Вихідні дані

Варіант	Площа водозбору, км ²	Інтенсивність дощу, мм/хв	Площа покриття в % від загальної						
			1	2	3	4	5	6	7
1	1.5	30	20.6	11.8	-	-	30.1	37.5	-
2	2.5	20	15.8	20.2	-	14	50	-	-
3	3.8	25	-	-	21	18	-	28	33
4	4.5	15	8.9	11.1	19	-	47	14	-
5	4.8	10	61.3	13.9	-	14.8	10.0	-	-
6	4.6	13	13.0	62.2	-	8.1	16.7	-	-
7	5.1	18	16.7	8.1	13.0	62.2	-	-	-
8	5.3	9	20.6	37.5	30.1	-	-	11.8	-
9	2.8	12	15.0	-	-	26	24	-	35
10	2.4	21	11.0	-	-	32	28	-	29
11	3.5	23	62.2	-	13.0	-	-	10.0	14.8
12	2.9	12	13.0	50.8	-	11.4	-	24.8	-
13	6.1	35	-	21.0	28.0	-	18.0	33.0	-
14	5.4	31	11.8	37.5	-	20.6	-	30.1	-
15	4.5	22	34.7	11.8	20.6	-	30.1	-	-
16	3.0	5	25.0	17.0	-	0.4	5.0	27.4	20.0
17	12.0	10	16.0	40.0	0.8	-	8.0	11.2	24.0
18	4.5	16	21.0	19.0	-	1.0	10.0	25.0	25.0
19	5.1	25	45.0	30.0	1.5	-	7.0	-	6.5
20	7.8	31	17.8	25.0	-	2.6	8.0	16.4	30.0

5 ПРОЕКТУВАННЯ ПОЛІГОНУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

5.1 Загальні положення

Формування твердих побутових відходів (ТПВ) відбувається за рахунок житлових та громадських будівель, відходів промислових об'єктів, опале листя та сміття вулиць.

Кількість відходів залежить від ступеня індустріалізації, благоустрою житла та рівня доходів населення. Під впорядкованими житловими будинками (табл. 5.1) розуміють будинки з газом, центральним опаленням, водопроводом, каналізацією, сміттєпроводом або без нього; під будинками без благоустрою – будинки з місцевим опаленням на твердому паливі, без каналізації (приватний сектор). Будинки із середнім благоустроєм – з водопроводом, місцевим або центральним опаленням, з каналізацією або без неї. Приготування їжі здійснюється з допомогою плит на твердому паливі.

Згідно з ДБН 360-92 існує 5 груп поселень (міст):

I – міста з чисельністю жителів понад 1 млн.;

II – крупні – 500 тис. – 1 млн.;

III – великі – 250 – 500 тис.;

IV – середні – 100 -250 тис.;

V – малі до 100 тис.

Таблиця 5.1. – Орієнтовні норми накопичення ТПВ від житлових будинків різних груп міст

№ п/ч	Об'єкт утворення відходів	Група нп	Норма на 1 мешканця				Щільність, кг/м ³
			Середньодобова		середньорічна		
			кг	л	кг	м ³	
1	Повністю впорядковані: 1.1 Без відбору харчових відходів 1.2 З відбором харчових відходів	I, II	0,49	2,19	190	820	230
		III-V	0,51	2,12	195	770	250
		I, II	0,41	2,03	160	760	210
		III-V	0,43	1,96	165	710	230
2	Середнього благоустрою без відбору харчових відходів	I, II	0,6	2,33	220	850	260
		III-V	0,55	2,12	200	770	260
3	Невпорядковані будинки без відбору харчових відходів	I- V	0,93	2,57	340	940	360
4	Будинки приватного сектора (з присадибними ділянками)	I- V	1,5	3,29	550	1200	460

В таблиці 5.2 представлені орієнтовні норми накопичення ТПВ від об'єктів суспільного призначення, торгових і культурно-побутових установ.

Таблиця 5.2. - Орієнтовні норми накопичення ТПВ від об'єктів суспільного призначення, торгових і культурно-побутових установ

Об'єкти утворення відходів	Одиниці виміру	Норма на 1 мешканця				Шільність, кг/м ³
		Середньо добова		Середньо річна		
		кг	л	кг	м ³	
Лікарня	1 ліжко	0,64	2,16	235	0,79	300
Поліклініка	1 відвідання	0,01	0,05	365	1,82	200
Готель	1 місце	0,25	1,18	90	0,43	210
Гуртожиток	1 місце	0,26	1,07	96	0,39	250
Санаторій, будинок відпочинку	1 місце	0,69	2,47	250	0,90	270
Дитячі садки, ясла	1 місце	0,33	1,08	79	0,26	300
Школа	1 учень	0,08	0,38	20	0,1	210
Профтехучилище	1 учень	0,42	1,66	100	0,40	250
ВНЗ і технікум	1 учень	0,10	0,46	24	0,11	220
Театр і кінотеатр	1 місце	0,06	0,28	20	0,10	200
Ресторан	1 блюдо	0,09	0,27	27	0,12	230
Кафе, їдальня	1 блюдо	0,05	0,17	15	0,05	300
Промтоварний магазин	1 м ² площі	0,16	0,8	50	0,25	200
Продовольчий магазин	1 м ² площі	0,32	1,42	100	0,44	230
Ринок	1 м ² площі	0,09	0,23	33	0,08	400
Пляж	1 м ² площі	0,02	0,11	3	0,02	180
Вокзал	1 м ² площі	0,36	1,37	130	0,05	260

Первинне накопичення ТПВ відбувається в спеціальних сміттєзбірниках – контейнерах. Вивезення сміття відбувається спеціальними машинами щоденно на полігони. Полігони проектується з метою захисту атмосфери, ґрунту, ґрунтових вод від забруднення, забезпечення стійкості складених відходів, раціонального використання земельного майданчика в період експлуатації та після закриття полігону.

Серед інших методів поводження з відходами застосовується розміщення їх на полігонах ТПВ.

5.2 Визначення числа контейнерів для збору ТПВ

Основними системами для збору ТПВ є: контейнерна (система «змінюваних» збірників) і система «незмінюваних збірників».

При контейнерній (змінюваній) системі відходи вивозять разом з контейнерами, а на їх місце встановлюють порожні контейнери.

При «незмінюваній» системі відходи вивантажують безпосередньо у сміттєвози, а контейнери після випорожнення встановлюють на місце. Вибір тієї або іншої системи визначають наступні чинники:

- 1) відстань місць завантаження сміттєвозів від населеного пункту;
- 2) санітарно-епідеміологічні умови;
- 3) можливість санобробки контейнерів безпосередньо в домоволодіннях;
- 4) тип і кількість сміттєвозів;
- 5) кількість жителів, етажність забудови, наявність приватного сектора;
- 6) рельєф місцевості;
- 7) наявність сезонних об'єктів (ярмарки, виставки і т.п.).

У впорядкованому житловому фонді можуть водночас застосовуватись обидві системи.

Більш продуктивна «незмінювана» система повинна застосовуватись у великих містах.

Контейнерна («змінювані» збірники) система може застосовуватись при відстані вивезення не більше 8 км, а також при обслуговуванні об'єктів тимчасового утворення відходів і сезонних об'єктів (місця великого скупчення людей, дачні селища, виставки, ярмарки).

Визначення числа контейнерів при «незмінюваній» системі відбувається за формулою:

$$n_n = \frac{Q_c \cdot K \cdot K_1 \cdot P}{g \cdot K_2}, \quad (5.1)$$

де Q_c - середньодобове накопичення ТПВ, м³/сут;

K – коефіцієнт нерівномірності накопичення ТПВ (можна прийняти рівним 1,25);

K_1 - коефіцієнт, що враховує кількість контейнерів, які знаходяться в ремонті й резерві ($K_1 = 1,05$, тобто 5%);

P – періодичність вивезення відходів, діб;

g – місткість одного контейнера, м³;

K_2 – коефіцієнт заповнення контейнера ($K_2 = 0,9$, тобто 90%).

Кількість контейнерів, що підлягають розстановці на дільниці, яка обслуговується при «незмінюваній» системі (Бн.с.) можна розрахувати за формулою:

$$n_n = \frac{P_{рик} \cdot P \cdot K}{365 \cdot E}, \quad (5.2)$$

де $P_{рик}$ - річне накопичення ТПВ на ділянці, м³;

E – місткість контейнера, м³;

При системі «змінюваних» контейнерів застосовують контейнери місткістю 0,75 м³ і , а при системі «незмінюваних» - місткістю 0,75, 0,6 і 0,55 м³.

Кількість «змінюваних» контейнерів встановлюють за формулою:

$$n_n = \frac{Q_c \cdot K \cdot K_1 \cdot K_3 \cdot P}{g \cdot K_2}, \quad (5.3)$$

де K_3 – коефіцієнт, що враховує число контейнерів, встановлюваних на платформі автомобіля, періодичність вивезення ТПВ і кількість рейсів сміттєвозу на добу (табл.5.3).

Коефіцієнт K_3 визначають за формулою:

$$K_3 = 1 + \sigma_1/\sigma_2, \quad (5.4)$$

де σ_1 – місткість контейнерів, м³ ;

σ_2 - число розташованих в місцях збору контейнерів, що обслуговуються і вивозяться однією машиною за період зберігання.

Таблиця 5.3. – Поправковий коефіцієнт

Термін зберігання відходів, днів	Коефіцієнт K_3 при кількості рейсів за добу				
	1	2	3	4	5
0,5	3,00	2,00	1,66	1,50	1,40
1	2,00	1,50	1,33	1,25	1,20
2	1,50	1,25	1,17	1,13	1,10
3	1,33	1,17	1,11	1,08	1,07

Періодичність вилучення ТПВ залежить від сезону року, кліматичної зони, епідеміологічної обстановки в місті, погоджується із санепідемслужбою і затверджується рішенням виконкому.

Зазвичай застосовуються такі терміни вилучення побутових відходів: з території домоволодінь – не менше одного разу в три дні; з території домоволодінь з особливим режимом або у південній зоні – щодня.

Кількість сміттєвозів (шт.) автогосподарства встановлюють для

кожного типу за формулою:

$$C = Q_p / (365 \cdot PR \cdot K_{инс}) \quad , \quad (5.5)$$

де Q_p – кількість ТПВ, що підлягають вивезенню упродовж року, m^3 ;
 PR – продуктивність одного сміттевозу певного типу, що залежить від кількості ходок та кількості ТПВ за один рейс ($g = 20 m^3$ при незмінюваній системі), m^3 ;

$K_{инс}$ – коефіцієнт використання рухомого складу парку для кожного автогосподарства (0,7 – 0,8).

Майданчики під контейнери повинні бути віддалені від житлових будинків, дитячих закладів, місць відпочинку населення на відстань не менше 20 і не більше 200 м. Вони повинні примикати безпосередньо до наскрізних проїздів. Ширина проїздів при односторонньому русі 3,5 м, при двосторонньому – 6 м.

Санітарна обробка контейнерних майданчиків повинна проводитися за правилами санепідемстанції (при незмінюваній системі не менше одного разу в 10-15 днів житлово-експлуатаційними організаціями, при змінюваній системі – після кожного випорожнення контейнерів.

Проектування полігону ТПВ включає:

- екологічне обґрунтування місця майданчика;
- технологічну частину (розрахунок місткості, проектування будівель та режим експлуатації, розрахунок потреби в персоналі, сміттевозах, контейнерах та механізмах);
- генеральний план майданчика;
- благоустрій та спеціальні природоохоронні споруди;
- архітектурно-будівничу частину.

5.3 Вибір ділянки під полігон ТПВ

Розміщення полігонів ТПВ представляє одну з найскладніших задач, оскільки вони відносяться до найбільш екологічно небезпечним об'єктам, що інтенсивно впливають на навколишнє середовище прилеглих територій. Вибір місця для розташування полігону має важливе значення з точки зору впливу на стан здоров'я людей, які мешкають поблизу.

За державними нормативами враховуються наступні основні принципи їх розміщення:

Ділянка для розміщення полігону ТПВ повинен вибиратися за територіальним принципом у відповідності зі схемою санітарної очистки міста або регіону і проектом районного планування.

Полігони ТПВ слід розміщати:

- на ділянках, на яких можливо здійснювати заходи і інженерні рішення, що виключають забруднення навколишнього середовища, розвиток небезпечних геологічних і інших негативних процесів і явищ;
- на землях несільськогосподарського призначення або непридатних для сільського господарства або погіршеної якості, а також не зайнятих зеленими насадженнями (особливо лісами 1 групи);
- на ділянках, прилеглих до міських територій, якщо вони не включені в міську забудову у відповідності до генерального плану розвитку міста на найближчі 25 років, а також в перспективну забудову;
- з урахуванням рози вітрів відносно житлової забудови, зон відпочинку і інших місць масового перебування населення;
- за межами санітарно-захисної зони, зон можливого впливу на водозабори, поверхневі води, об'єкти природно-заповідного фонду, курорти і т. д.;
- на ділянках, що характеризуються природною захищеністю підземних вод від забруднення;
- за межами міст на відстані, що відповідає вимогам з благоустрою санітарно-захисних зон і експлуатації прилеглих об'єктів господарської діяльності.

Відстань від згаданих вище об'єктів можуть коректуватись за даними моделювання або розрахунків впливу полігону ТПВ на навколишнє середовище (з обов'язковим узгодженням з місцевими органами екологічного контролю і установами державної санітарно-епідемічної служби).

Полігон повинен знаходитись на віддалені від житлової забудови, зокрема не менш ніж на 500 м (СЗЗ), від аеродромів – не менш 10 км, від автодороги – не більше 500 м.

При розташуванні полігонів переважно використовують відпрацьовані кар'єри глини, піску, каменю, яри, балки, закриті шахти. Полігони не повинні забруднювати зони масового відпочинку, водосховища, ставки, підземні води. В районі розташування полігону ґрунтові води не повинні залягати вище ніж 2 м від поверхні землі, виключаються ділянки з виходом ключів. Висота складування має бути не менше 20 м для високо навантажених полігонів і не менше 10 м для інших при терміні експлуатації 15-20 років. Під полігони можна також використовувати земельні ділянки несільськогосподарського призначення, або непридатні для сільськогосподарського та промислового призначення.

Слід розміщати ділянки з підвітряного боку по відношенню до селітебної зони населених пунктів і промислових підприємств, а також розташовані нижче за рельєфом міської території та водосховищ 1 та 2 категорії. Стік ґрунтових вод повинен бути направлений у протилежний бік від міста, зон відпочинку населення і водозабору.

Розміщення полігонів ТПВ не допускається:

- на площах залягання корисних копалин і територіях з гірничими виробками без узгодження з органами Державного гірничого нагляду; в небезпечних зонах відвалів пород різних шахт або збагачувальних фабрик;
- в зонах тектонічних розломів і геодинамічної напруги порід, розвитку активного карсту, зсувів, селевих потоків, снігових лавин, підтоплення та інших небезпечних геологічних процесів, а також на територіях сезонного затоплення, в заболочених місцях;
- в зонах поповнення і виходу підземних вод, у заплавах рік, в водоохоронних зонах, в зонах формування й використання поверхневих і підземних мінеральних вод, санітарної охорони курортів і на територіях зелених зон міст, зонах I, II поясів санітарної охорони водозаборів;
- на землях, зайнятих або призначених під лісами, лісопарками, іншими зеленими насадженнями, що виконують захисні функції і є місцями масового відпочинку населення. По положенню в рельєфі і можливому впливу на довкілля полігони ТПВ пропонується розділяти на такі типи:
 - _ рівнинні - розташовані на відносно рівній поверхні з нахилом рельєфу до 5°;
 - _ схиліві - розташовані на схилах рельєфу з нахилом місцевості більше 5°;
 - _ вододільні - розташовані на вододільних просторах;
 - _ яружно-балкові - розташовані в природних пониженнях рельєфу, балках і ярах;
 - _ кар'єрні - розташовані в штучних виробках, зроблених для видобутку у зв'язку з видобутком глини, будівельних або інших матеріалів;
 - _ змішані – що належать одночасно до декількох типів розміщення, наприклад, кар'єрно-схиліві (в кар'єрі на схилі).

В залежності від особливостей розміщення полігонів ТПВ в рельєфі виконується комплекс інженерних і екологічних досліджень, а також санітарно-гігієнічних досліджень середовища життєдіяльності людей, оцінка впливу на навколишнє середовище, розробка конструктивних і технологічних проектних рішень, обґрунтування заходів по зменшенню або ліквідації негативного впливу полігонів ТПВ на довкілля.

Найбільшу складність для господарського освоєння представляють схиліві полігони, тому що тут частіше всього слід очікувати розвитку небезпечних інженерно-геологічних процесів і явищ, особливо, якщо полігони ТПВ розташовуються в горській частині місцевості, де потрібні більш складні проектні рішення по забезпеченню їх експлуатаційної надійності.

Вибір ділянки розміщення полігону ТПВ повинен проводитися таким чином, щоб забезпечити максимальну висоту складування без порушення візуальної доміанти і ландшафтного сприйняття території. Відвід земельної ділянки під розміщення полігонів ТПВ, складання акту

вибору і відводу здійснюється на основі діючого законодавства і відповідних нормативних документів.

Вибір ділянки під полігон відбувається в декілька етапів. На першому етапі за даними геологічного обстеження намічають зони залягання водоупорних ґрунтів з низьким стоянням ґрунтових вод, на наступних підбирають ділянки під полігон та збирають всю необхідну інформацію. На заключному етапі проводять порівняння санітарно-гігієнічних, техніко-економічних, гідрогеологічних показників ділянок і роблять остаточний вибір місцезнаходження полігону.

5.4 Розрахунок розміру ділянки під полігон ТПВ

Розміри ділянки під полігон визначаються можливою кількістю ТПВ з урахуванням строку його функціонування. Місткість полігону розраховується на підставі чисельності населення, показників складування відходів терміну експлуатації за формулою:

$$E_m = \frac{(Y_1 + Y_2) \cdot (H_1 + H_2) \cdot T \cdot K_2}{4 \cdot K_1} \quad , \text{ м}^3 \quad (5.6)$$

де Y_1 і Y_2 – питомі річні норми накопичування ТПВ за обсягом на першій і останній роки експлуатації, м³/чол·рік;

H_1 і H_2 – кількість жителів, які обслуговуються полігоном на першій і останній роки експлуатації, чол.;

T – термін експлуатації полігону, роки;

K_1 – коефіцієнт, що враховує ущільнення ТПВ у процесі експлуатації полігону на весь термін (табл.5.4);

K_2 – коефіцієнт, що враховує обсяг зовнішніх ізолюючих шарів ґрунту (проміжний і останній).

Таблиця 5.4. – Коефіцієнт K_1 відповідно до маси бульдозера або катка

Маса бульдозера або катка	Повна проектна висота полігону, м	K_1
3-6	20.....30	3,0
12-14	Менше 10	3,7
12-14	20 - 30	4,0
20-22	50 і більше	4,5

Коефіцієнт K_2 , що враховує об'єм ізолюючих шарів ґрунту в залежності від загальної висоти полігону, визначають за таблицею 5.5.

Якщо при забезпеченні робіт із проміжної і залишкової ізоляції використовують ґрунт полігону, який розробляється, то $K_2 = 1$.

Таблиця 5.5. – Коефіцієнт K_2 відповідно висоти полігону

Загальна висота, м	5,25	7,5	9,75	12-15	16-39	40-50	Більше 50
K_2	1,37	1,27	1,25	1,22	1,20	1,18	1,16

Необхідну площу ділянки складування (Φ_c) визначають за формулою:

$$\Phi_c = (3 \cdot E_m) / (H_n \cdot 10000) \text{ , га} \quad (5.7)$$

де 3 – коефіцієнт, що враховує закладання зовнішніх відкосів 1:4;

H_n – висота складування ТПВ, м.

Необхідну площу полігону (Φ) визначають за формулою:

$$\Phi = 1.1 \cdot \Phi_c + \Phi_{don} \text{ , га} \quad (5.8)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує смугу навколо ділянки складування;

Φ_{don} – площа ділянки господарської зони і майданчики мийки контейнерів.

Фактичну місткість полігону можна визначити в залежності від обраної ділянки на місцевості (площа байраку чи яру, відпрацьованого кар'єру і т.п.).

Розміри полігону можна визначати також з урахуванням кількості відходів за час експлуатації полігону:

$$G = Y_{num} \cdot K \cdot T \text{ ,} \quad (5.9)$$

де G – місткість полігону, m^3 ;

Y_{num} – середня за час експлуатації питома річна норма накопичування ТПВ за обсягом з урахуванням ступеня благоустрою, $m^3/чол \cdot рік$; визначається за формулою:

$$Y_{num} = (Y_{n.б.} \cdot a_1 + Y_{сер.б.} \cdot a_2 + Y_{б.б.} \cdot a_3) / 100 \text{ ,} \quad (5.10)$$

де a_1, a_2, a_3 – число людей, які проживають в будинках з повним, середнім благоустроєм чи в помешканнях без благоустрою. Значення питомих норм накопичення відходів дорівнюють відповідно 1,0, 0,9, 0,8 збільшуючись кожні 5 років експлуатації на 0.05%.

Для орієнтовного визначення площі полігону та лінійних характеристик (довжина, ширина) при заданій висоті складування використовують нормативи (табл. 5.6)

Таблиця 5.6. – Орієнтовні розміри високо навантажених полігонів ТПВ

Місткість, млн. м ³	Висота при закритті, м	Площа , га		Розміри полігону при закритті	
		під складування ТПВ	Загальна без доріг	довжина, м	ширина, м
1	12,5	8,0	9,2	350	230
1,5	17,5	8,6	9,9	340	250
2,5	22,5	11,1	12,8	370	300
5	30,0	16,7	19,2	480	350
7,5	30,0	25,0	28,8	625	400
10	35,0	28,8	32,9	635	450
15	35,0	29,9	49,3	780	550
20	40,0	50,0	57,5	835	600

5.5 Заходи з охорони навколишнього середовища

Дуже важливо правильно впорядкувати територію, прилеглу до ТПВ, зокрема санітарно-захисну зону (ССЗ). ССЗ бажано створювати із змішаних порід дерев – хвойних, широколистяних, газопоглинаючих та газостійких. Необхідно враховувати також естетичну привабливість рослинності. Вибрані породи повинні відповідати також вимогам розвитку та відновлення популяцій фауни та флори, створювати харчову базу і т.п. Самим важливим показником ССЗ для ТПВ є здатність рослинності поглинати гази. Відомо, що 1 га зелених насаджень поглинає вуглекислого газу в середньому 192 кг/діб, на протязі річної вегетації з 1 м² поверхні листяної пластини виділяється кисню, кг:

Бузок – 1,1;	дуб – 0,85;	Осіна -----1,0;
Граб – 0,9;	липа – 0,89;	сосна - 0,81;
Клен – 0,62;	бук – 0,55;	ліщина - 0,59.

В таблиці 5.7 представлені рекомендації для конструювання захисних смуг.

Таблиця 5.7. – Породи дерев та кущів, що використовують для покращання санітарно-гігієнічних характеристик міста

№ п/п	Породи дерев та кущів	Підвищують рівень іонізації повітря	Найбільш газостійкі породи	Властивості газопоглинанн, мг/100г сухої маси
1	Акація біла	+	-	-
2	Акація жовта	-	+	-
3	Береза бородавчата	-	+	69,5
4	Береза пушиста	-	-	81,5
5	Бузина червона	-	-	-
6	В'яз гладкий	-	+	59,5
7	Дерен білий	-	+	-
8	Дуб черешчатий	+	+	-
9	Смерека колюча	-	+	14,5
10	Смерека звичайна	+	-	-
11	Жимолость татарська	-	-	-
12	Верба біла	+	+	79,5
13	Верба коз'я	-	+	77,0
14	Клени			
	- сріблястий	+	+	-
	- гостролистий	-	+	34,0
	- татарський	-	+	24,5
15	Калина звичайна	-	+	-
16	липа			
	- крупнолиста	-	+	74,0
	- дрібнолиста	-	-	74,0
17	Лохи			
	- сріблястий	-	+	-
	- вузьколистий	-	+	58

Для забезпечення екологічної безпеки прилеглих до полігону території виконується моніторинг за станом атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунтів та організаційні та технічні заходи з охорони навколишнього середовища.

Контроль за забрудненням ґрунтових вод здійснюється за допомогою відбору проб з контрольних колодязів, свердловин, заставлених по периметру полігону. Майстер полігону щодакдно проводить огляд санітарно-житлової зони і організує її очистку.

На території полігону забороняється спалювання ТПВ. Регулярно очищають нагірні канали, забруднення від яких можуть потрапити в поверхневі води. На полігонах забороняється використання для

Таблиця 5.8. – Можливість міжвидового співіснування дерев та кущів при и створенні ССЗ

Дерево, кущ	Співіснування можливе
Акція жовта	Сосна звичайна Тополя бальзамічна
Береза бородавчата	Липа, клен гостролистий, горобина звичайна
Бузина червона	Осіна, тополя канадська
Дуб черешчатий	Сосна звичайна, акація біла, береза бузина червона, клен татарський, осіна, ясен
Смерека звичайна	Ліщина горобина
Верба срібляста	Дерен, дуб, липа, бузина
Клен татарський	Дерен, дуб, ясен
Клен ясенелистий	Дерен білий
Сосна звичайна	Дерен червоний, липа, клен гостролистий, дуб черешчатий
Тополя бальзамічна	Акація жовта, бузок
Тополя канадська	Бузина червона, клен татарський, бузок
Черемха звичайна	Сосна звичайна
Ясен звичайний	Осіна, тополя пірамідальна, бузок

дезинфекції металевих контейнерів характерних речовин і їх розчинів. Стоки від мийки контейнерів потрапляють на поверхню покриття проміжної ізоляції робочих карт полігону для їх випаровування після попереднього освітлення в брудовідстійнику. На мийку одного контейнера використовується не більше 60 літрів води. На виїзд з полігону розташовують контрольну-дезинфекційну зону для дезинфекції коліс сміттєвозів 3% розчином лізолу.

Для попередження попадання забруднювальних речовин у атмосферне повітря проводиться підсипання ґрунту та його ущільнення.

Рекультивация і використання ділянок закритих полігонів. На стадії проектування полігону необхідно передбачити заходи та комплекс робіт по рекультивации з тим, щоб він міг використовуватись з мінімальним ризиком для населення та шкодою для довкілля.

Полігон треба повернути для господарського використання, причому, витрати на ці заходи повинні закладатись у вартість на етапі проектування.

Таким чином, рекультивация полігонів ТПВ представляє собою комплекс робіт, що спрямовані на відновлення народногосподарської цінності і продуктивності відновлюваних територій. Крім того, дані роботи

також сприяють покращанню екологічних умов навколишнього середовища.

Процес рекультивації полігонів ТПВ починається безпосередньо після закінчення складування на ньому відходів. В процесі рекультивації відновлення порушених територій виділяють два етапи : технічний (планування території); біологічний (комплекс агротехнічних та фітомеліоративних заходів).

На технічному етапі здійснюється розробка технологічних і будівельних заходів, конструкційних рішень з устрою захисних екранів для заснування і поверхні полігона, збору, очистки і утилізації біогазу, збору і обробки фільтрату і поверхневих стічних вод. Таким чином, до технічного етапу рекультивації полігона ТПВ відносяться такі заходи:

- Стабілізація тіла полігону (завезення ґрунту для засипки провалів і тріщин, його планування і створення укосів з необхідним кутом нахилу і т.д.).
- Створення системи дегазації для збору звалищного газу.
- Створення системи збору і видалення фільтрату і поверхневого стоку.
- Створення багатофункціонального рекультиваційного захисного екрану.

Біологічний етап рекультивації передбачає комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення порушених земель. Даний етап здійснюється після інженерно-технічного етапу рекультивації. До даного етапу рекультивації полігону ТПВ відносяться такі заходи:

- Підготовка ґрунту.
- Підбір посадкового матеріалу.

На етапі біологічної рекультивації необхідно враховувати те, що ґрунти полігону мало придатні, а іноді зовсім не придатні для вирощування рослинності. В ущільненому шарі ТПВ ідуть мікробіологічні процеси мінералізації і знешкодження, в першу чергу, органічних речовин. За рахунок біотермічних процесів температура в товщі ТПВ поступово піднімається і перевищує 30°C. В цей період відбувається інтенсивне виділення газів і зниження вологості. Тому посадки дерев та кущів на рекультивованому полігоні протягом перших трьох - п'яти років необхідно поливати.

Використовувати полігони допускається через рік після закриття. Тільки впродовж 15-20 років під ізолюючим шаром ґрунту органічні речовини набувають властивостей культурного шару товщиною 1-2 м.



- Рисунок 5.1 - Полігон ТПВ
- Посів рослин.

Повний розклад ТПВ відбувається по всій глибині через 50-100 років.

При рекультивації ділянок полігону, основним заходом є створення ізолюючого шару ґрунту. Для цього нижній шар до 50% допускається робити з попелу, шлаку ТЕЦ і котельних.

В період рекультивації виконують збір, очищення і утилізацію біогазу, як енергетичного палива. Для цього створюють систему шахт, свердловин і колекторів.

Закриті полігони допускається використовувати під лісосмуги, стадіони, спортмайданчики, луки, ріллю, городи, фруктові насадження, відкриті склади палива і будматеріалів, відкриті автостоянки (табл.5.7).

5.6 Оцінка впливу полігону складування ТПВ на навколишнє середовище

Полігони ТПВ повинні забезпечувати охорону навколишнього середовища за шістьма показниками шкідливості: органолептичному, загально санітарному, міграційно-водному, міграційно-повітряному і санітарно-токсикологічному.

Органолептичні показники шкідливості характеризують зміну запаху, смаку і харчової цінності рослин, запаху атмосферного повітря, смаку, кольору і запаху ґрунтових і поверхневих вод.

Загальносанітарний показник відбиває в процесі зміни біологічної активності і показників самоочищення ґрунту прилеглих ділянок.

Фітоаккумуляційний (транслокаційний) показник характеризує процес міграції хімічних речовин з ґрунту ближніх ділянок і територій рекультивованих полігонів у культурні рослини, що використовуються як продукт живлення і фуражу.

Міграційно-водний показник шкідливості відбиває процес міграції хімічних речовин фільтрату ТПВ в поверхневі та ґрунтові води.

Міграційно-повітряний показник відтворює процеси надходження викидів в атмосферне повітря.

Санітарно-токсикологічний показник сумарно характеризує ефект впливу чинників у комплексі.

5.6.1 Оцінка впливу забруднювальних речовин фільтрату ТПВ на водні об'єкти

На полігонах захоронення ТПВ фільтрат створюється як результат просочування через шар відходів атмосферних опадів, ґрунтових вод, зволоження від надходження оборотної води після миття контейнерів. Для захисту навколишнього середовища на полігонах передбачається безстокова схема використання води, що представлена на рис. .

Таблиця 5.7. – Характеристика ізолюючого шару при рекультивації полігону

Види використання ділянки закритого полігону ТПВ	Шар ізолюючого ґрунту, см	Період між закриттям і новим використанням, років	Особливі умови
Лісопосадки (береза, тополя, клен)	25	1	Полив посадок перші 3 роки
Зони відпочинку, лижні гірки	60	1	-
Стадіони, спортивні майданчики і автостоянки без дренажу і підземних комунікацій	100	3	-
Луки і рілля	40	1	Полив посадок у засушливі періоди верхні 20 см ізоляції культурний шар
При глибокому оранні або глибині коренеплодів до 40 см	60	1	-
Городні культури (овочеві, ягоди, фруктові сади)	60	15	-
	100	15	-
	60	15	Відсутність у верхньому шарі ТПВ великогабаритних ПВ
Відкриті склади палива, будматеріалів і тари харчового призначення	150	3	Ущільнення ТПВ не менше 750 кг/м ³

Умовні позначення:

- 1- проміжна ізоляція;
- 2- схил;
- 3- напірний трубопровід;
- 4- трубопровід стічних вод від мийки контейнерів;
- 5- водоупірний вал;
- 6- трубопровід дренажних вод;
- 7- колодязь для прийому дренажних вод;
- 8- всмоктуючий патрубок;
- 9- насос;
- 10- дренажна канава;
- 11- водоупірна основа полігону;
- 12- напрямок руху дренажних вод.

Рисунок 5. – Схема збору дренажних вод та вод від мийки контейнерів

В таблиці 5.8 наведені приблизний склад і концентрація деяких забруднень для яких виконується облік валового скиду речовин.

Загальні витрати води $Q_{заг}$ на зволоження ТПВ можна визначити за формулою:

$$Q_{заг} = (q_n \cdot Q_{доб} \cdot T_3) / 1000 = 1,2 \cdot Q_{доб} \quad (5.11)$$

де q_n – витрати води на 1 м³ ТПВ, л/м³; для розрахунку можна прийняти $q_n = 10$ л/м³;

$Q_{доб}$ – добовий обсяг відходів підлеглих зволоженню, м³/доб;

T_3 – кількість діб за рік, коли відбувається зволоження. Для розрахунку приймають $T_3 = 120$ діб.

Таблиця 5.8. - Склад і концентрація органічних забруднень в фільтраті полігону ТПВ

№п /п	Найменування ЗР	Концентрація, мг/дм ³	ГДК у воді, мг/дм ³
1	Циклоксанова (циклогексан-карболова) кислота	896	0,2
2	Метилбензоатна кислота	600	-
3	Діметилбензоатна кислота	520	-
4	Валеріанова (пентанова) кислота	344	0,1
5	Оцтова кислота	320	0,01
6	Бензойна кислота	240	-
7	Метилбутанова (ізовалеріанова) кислота	128	-
8	Пропіонова (пропанова) кислота	120	
9	Фенол (карболова) кислота	96	
10	Саліцилова (2-гідроксібензоатна) кислота	28	
11	Метилкапронова кислота	20	
12	Енантова (гектанова) кислота	20	
13	Дібуділовий ефір	18	
14	Пальмітинова (гексалеканова) кислота	16,4	
15	хлориди	2300	350
16	сульфати	До50	500
17	нітрати	300	
18	Амонійний азот	1400	
19	БСК	500	3,0
20	ХСК	3700	

Витрати води на миття контейнерів визначають за формулою:

$$Q_m = q_{nm} \cdot n \cdot T_m = 10,8 \cdot n, \quad (5.12)$$

де q_{nm} - питомі витрати води на миття одного контейнера, м³, приймають 0,06 м³ на один контейнер;

n – кількість контейнерів, що мийються за добу;

T_m – кількість діб за рік, коли відбувається мийка (приймають 180 діб).

Валовий скид забруднювальних речовин (P), наведених в таблиці 5.8 визначається за формулою:

$$P = (C \cdot (Q_{\text{заг}} + Q_{\text{м}}) / 10^6) , \quad (5.13)$$

де C – концентрація забруднювальної речовини, мг/дм³ (г/м³).

5.6.2 Оцінка впливу викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від полігону складування ТПВ

В процесі мікробіологічного розкладу ТПВ відбувається інтенсивне виділення біогазу за перші 5-7 років, потім поступово знижується і протягом 20-30 років стабілізується. Якщо проектом передбачається утилізація біогазу з метою зниження антропогенного тиску на навколишнє середовище і економії енергетичних ресурсів, то на полігоні повинні забезпечуватись оптимальні умови для мінералізації та знезараження ТПВ.

Найбільш оптимальними умовами для виділення біогазу є: вологість -50-60%, температура в товщі ТПВ – 40-45°C, рН – 6-8. Збільшення вологості небажане, тому що це може привести до інтенсивного вилугування в фільтрат забруднювальних речовин, поступати кисень, понижуючи енергетичну цінність біогазу і зменшення його кількості.

При оптимальних умовах за 100 років виробляється 200-400 м³ біогазу з 1т ТПВ, в тому числі за перші 10 років більше 50%. Практично в систему утилізації може надходити 50% газу, що утворився. Біогаз містить метан -57,2 -61,5% об., CO₂ – 30,8-32,7, H₂ – 0,6-2,6, H₂S – 0,2-0,6, N₂ – 1,5-2,0, C_nH_m – 1,1-1,4 (за іншими джерелами біогаз може містити 40-60% метану, 30-45% вуглекислоти, 0,1-0,3% водню, азот і інші сполуки зі стійким специфічним запахом).

Зважаючи на неоднорідність морфологічного складу ТПВ різних міст такі розходження припустимі і при укрупнених розрахунках несуттєві.

Біогаз є цінним енергетичним ресурсом і після збору та очистки може використовуватись як паливо замість мазуту чи природного газу.

Кількість біогазу, що може надходити для утилізації, виходячи з річного накопичення ТПВ, можна оцінити за формулою:

$$Q_{\text{бг}} = (0,5 Q_p \cdot p \cdot q_{\text{бг}}) / 1000 , \text{ м}^3 \quad (5.14)$$

де Q_p – річна кількість ТПВ, що підлягає вивезенню на полігон, м³;

p – щільність ТПВ, кг/м³. (250-300 кг/м³);

$q_{\text{бг}}$ – питома норма надходження біогазу в процесі розкладу ТПВ, м³/т (для розрахунків 200-400 м³/т).

5.7 Розробка і обґрунтування заходів фіто меліорації

Рекультивация полігонів потребує виконання великої кількості підготовчих робіт:

- проведення комплексу екологічних досліджень (гідрогеологічних, геологічних, ґрунтових, дослідження атмосфери, перевірки відходів на радіоактивність і т.п.);
- вирішення питань з утилізації відходів, консервації фільтрату, використання біогазу, обладнання екранів і т.д.

Рекультивация проводиться по закінченні стабілізації закритих полігонів - процесу закріплення ґрунту, досягання ним постійного стійкого стану. Строки процесу стабілізації наведені в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9. - Строки стабілізації закритих полігонів для різних кліматичних зон

Вид рекультивации	Строки стабілізації закритих полігонів для різних кліматичних зон, рік		
	південна	середня	північна
Посів багаторічних трав, створення ріллі, сінокосів, газонів	1	2	3
Посадка чагарників, сіянців	2	2	
Посадка дерев	2	2	3
Створення міст, садків	10	10	15

Спрямування рекультивации визначає подальше цільове використання рекультивованої території.

Найбільш прийнятні для закритих полігонів сільськогосподарське, лісове, рекреаційне і будівниче спрямування рекультивации.

Сільськогосподарські рекультивации закритих полігонів здійснюються у випадку розташування полігону в зоні землекористування того чи іншого сільськогосподарського підприємства. Воно має на меті створення, на порушених в процесі заповнення полігону землях, орних і сінокосно-пасовищних угідь, площ для поливного високопродуктивного овочевництва, колективного садівництва. При здійсненні сільськогосподарського напряму рекультивации вирощування овочів і фруктів, а також колективне садівництво допускається через 10-15 років, створення сінокісно-пасовищних угідь - через 1-3 роки після закриття полігону.

Лісогосподарський напрям рекультивації - створення на порушених полігонами землях лісових насаджень різного типу. Лісорозведення передбачає створення і вирощування лісових культур меліоративного, протиерозійного, пожезахисного, ландшафтно-озеленювального призначення.

Будівничий напрям рекультивації закритих полігонів - приведення території закритого полігону в стан, що придатний для промислового і цивільного будівництва. Здійснюється двома способами: будівництво об'єктів на території закритого полігону без вивозу звалищного ґрунту і з вивезенням звалищного ґрунту.

Питання про капітальне будівництво на закритих полігонах без вивезення звалищного ґрунту вирішується після проведення відповідних досліджень.

При проведенні фіто меліорації необхідно враховувати, що ґрунти полігону малопридатні, а іноді зовсім непридатні для вирощування рослинності.

Основою біологічної рекультивації виступає біоценотичний принцип, який відбивається в доборі видів рослин, здатних в конкретній екологічній обстановці до найвищої продуктивності та нейтралізації шкідливих наслідків.

При підготовці земель під сіножаті та пасовища рекомендується перші 10 років використовувати їх тільки під сіножаті (без використання зібраної трави).

Лісонасадження створюються для оздоровлення середовища, метою може бути розвиток лісового фонду, створення водозахисних та ґрунтозахисних смуг. Підбір порід дерев проводиться в узгодженні з якістю ґрунтосуміші (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

№ п/п	Переважаючий тип ґрунтосуміші	Лісові породи
1	нетоксичні	Дуб, сосна, береза бородавчаста, тополя
2	малотоксичні	Сосна, тополя, береза бородавчаста
3	середньотоксичні	Тополя, береза, вільха
4	сильнотоксичні	-

Для сільськогосподарського використання рекультивуємих земель необхідно проводити внесення добрив, землювання ґрунтом, а також перші 5 років висівати бобово-злакові суміші багаторічних трав з їх скошуванням.

Для використання під складські майданчики необхідно сформувати верхній шар з мілкового будівничого сміття, щебінь та тощо.

Для використання в якості гір для лижних спусків необхідно засівати травосуміші, у разі необхідності проводити землювання.

Приклад розрахунку

Завдання: Скласти проект полігону з урахуванням чисельності населення, ступеня благоустрою та призначення будівель, визначити на місцевості місце його розташування, об'єкти моніторингу впливу на стан навколишнього середовища та призначити заходи при закритті полігону.

Вихідні дані:

Чисельність населення – 50 тис. чол.;

Ступінь благоустрою житлового фонду – середнього благоустрою без відбору харчових відходів;

Для вивезення сміття використовується «незмінна» система контейнерів;

Термін складування – 50 років;

Переважаючий напрям вітру- північний.

1. Визначити накопичення ТПВ з урахуванням норм накопичення у вигляді таблиці:

Таблиця 5.10. – Розрахунок накопичення ТПВ від житлових будинків населеного пункту з чисельністю 50 тисяч чоловіків

№п/п	Житлові будинки	Число жителів	Норми накопичення ТПВ		Накопичення	
			Середньо-добова, л	Середньо-річна, м ³	Середньо-добове, м ³	Середньо-річне, м ³
1	середнього благоустрою без відбору харчових відходів	50 000	2,33	0,850	116,5	42500
2						
3						
4						
5						
У загальному обліку					116,5	42500

Таблиця 5.11. – Розрахунок накопичення ТПВ від об'єктів суспільного призначення

№п/п	Об'єкти утворення відходів	Одиниця виміру	кількість		Норми накопичення ТПВ		Накопичення	
			Об'єктів	Одиниць об'єкту	Середньо-добова, л	Середньо-річна, м ³	Середньо-добове, м ³	Середньо-річне, м ³
1	лікарня	ліжко	1	85	2,33	0,850	0,198	72,25
2	готель	місце	1	20	2,16	0,79	0,043	15,8
3	школа	учень	8	500	1,18	0,95	4,72	3800
4	кафе	блюдо	5	500	0,17	0,3	0,450	750
5	пляж	1м ²	1	300	0,11	0,16	0,033	48,0
У загальному обліку							5,444	4686,05

Таблиця 5.12. – Розрахунок накопичення ТПВ в населеному пункті з чисельністю 50 тисяч чоловіків

№ п/п	Об'єкти накопичення відходів	Число жителів	Накопичення	
			Середньодобове, м ³	Середньорічне, м ³
1	Об'єкти житлового фонду	50 000	116,5	42500
2	Об'єкти суспільного призначення		5,444	4686,05
	Всього по місту		121,944	47186,05

2. Визначення числа контейнерів при «незмінюваній» системі відбувається за формулою (5.1):

$$n_n = \frac{121,944 \cdot 1,25 \cdot 1,05 \cdot 1}{0,75 \cdot 0,9} = 237.$$

3. Кількість контейнерів, що підлягають розстановці на ділянці, яка обслуговується при «незмінюваній» системі (Бн.с.) можна розрахувати за формулою (5.2):

$$n_n = \frac{47186,05 \cdot 1 \cdot 1,25}{365 \cdot 0,75} = 215$$

4. Кількість сміттевозів (шт.) автогосподарства встановлюють для кожного типу за формулою(5.5):

$$C = 47186,05 / (365 \cdot 20 \cdot 0,8) = 8$$

5. Вибрати місце під розташування полігону з використанням карти (масштаб 1: 500000) та додержанням правил та умов (п. 5.3).

6. Місткість полігону розраховується на підставі чисельності населення, показників складування відходів терміну експлуатації за формулою (5.6). Причому:

$$H_2 = 1,2 \cdot H_1 = 60\ 000 \text{ чол.};$$

$$Y_1 = 47186,05 / 50000 = 0,943 \text{ , м}^3 \text{ .}$$

За умов щорічного зростання обсягів накопичення на 5%:

$$Y_2 = 0,943 \cdot (1,05)^{50} = 10,81$$

$$E_m = \frac{(0,943 + 10,81) \cdot (50000 + 60000) \cdot 50 \cdot 1,2}{4 \cdot 3,0} = 6,46 \text{ млн м}^3 \text{ .}$$

K_1 – коефіцієнт (табл.5.4);

K_2 – коефіцієнт за таблицею 5.5.

7. З урахуванням таблиці 5.6:

Висота складування – 30 м;

Площа ділянки під складування – 16.7 га;

Довжина - 480 м;

Ширина – 350 м.

Необхідну площу ділянки складування (Φ_c) визначають за формулою (5.7):

$$\Phi_c = (3 \cdot 6460000) / (30 \cdot 10000) = 64,6 \text{ , га}$$

Необхідну площу полігону (Φ) визначають за формулою (5.8):

$$\Phi = 1,1 \cdot 64,6 + 6 = 77,1 \text{ , га}$$

Фактичну місткість полігону можна визначити також в залежності від обраної ділянки на місцевості (площа байраку чи яру, відпрацьованого кар'єру і т.п.).

7. За рекомендаціями таблиці 5.7 провести конструювання захисних смуг з урахуванням рівня іонізації повітря, газостійкості та газопоглинання, а також можливості міжвидового існування дерев та кущів.

Таким чином, рекомендуються такі породи для санітарно-захисної смуги: дуб черешчатий, акація біла, береза пушиста, вірба біла, липа

крупно листа.

8. Загальні витрати води $Q_{заг}$ на зволоження ТПВ можна визначили за формулою 5.11:

$$Q_{заг}=(10 \cdot 121,944 \cdot 120)/1000 = 1,2 \cdot Q_{доб}, = 146,3 \text{ м}^3/\text{доб};$$

Витрати води на миття контейнерів визначили за формулою 5.12:

$$Q_m=0,06 \cdot 50 \cdot 180 = 10,8 \cdot n = 540 \text{ м}^3,$$

Валовий скид азоту амонійного (табл. 5.8) визначили за формулою 5.13:

$$P = (1400 \cdot (146,3 + 540))/10^6 = 0,961 \text{ т.}$$

9. Кількість біогазу, що може надходити для утилізації, виходячи з річного накопичення ТПВ, можна оцінити за формулою 5.14:

$$Q_{бг}=(0,5 \cdot 47186,05 \cdot 250 \cdot 200)/1000= 2,36 \text{ млн м}^3$$

10. Рекультивация полігонів потребує виконання великої кількості підготовчих робіт:

- проведення комплексу екологічних досліджень (гідрогеологічних, геологічних, ґрунтових, дослідження атмосфери, перевірки відходів на радіоактивність і т.п.);
- вирішення питань з утилізації відходів, консервації фільтрату, використання біогазу, обладнання екранів і т.д.

Рекультивация проводиться по закінченні стабілізації закритих полігонів - процесу закріплення ґрунту, досягання ним постійного стійкого стану. Строки процесу стабілізації (табл. 5.9.) для південної зони складатимуть 1 рік для Посів багаторічних трав, створення ріллі, сінокосів, газонів.

Контрольні питання

1. Як формуються побутові відходи?
2. Як визначається розмір полігону ТПВ?
3. Як визначається число контейнерів для збору відходів?
4. Які системи збору відходів використовують?
5. Від яких чинників залежить число сміттевозів?
6. Як проводиться вибір ділянки під полігон?
7. Які етапи рекультивации полігонів?
8. Як оцінюється кількість фільтрату з полігону ТПВ?
9. Як проводяться фітомеліорації полігону при закритті?

Завдання для практичної роботи

Скласти проект полігону з урахуванням чисельності населення, ступеня благоустрою та призначення будівель, визначити на місцевості місце його розташування, об'єкти моніторингу впливу на стан навколишнього середовища та призначити заходи при закритті полігону. Для розробки проекту меліоративних заходів для полігону використати вихідні дані таблиці 5.12.

Таблиця 5.12. – Вихідні дані

№ ваіранту	Ступінь благоустрою	Кількість населення, тис. чол.	Обсяг відходів, що зволожуютьс я, м ³ /доб	Кількість контейнер-рів, що миються за добу	Нап-рям вітру	Токсин-ність верхнього шару ґрунту
1	1	100	0,2	20	Півн.	Нетокс.
2	2	200	0,3	21	ПвС	Малотокс.
3	3	150	0,4	22	ПдС	Середньотокс.
4	4	420	0,1	32	С	Сильнот.
5	1	300	0,15	35	З	Нетокс.
6	2	165	0,25	10	ПвЗ	Малоткс.
7	3	245	0,15	35	ПдЗ	Середньотокс.
8	4	478	0,31	40	Під.	Сильнот.
9	1	751	0,22	60	Півн.	Нетокс.
10	2	621	0,17	55	ПвС	Малотокс.
11	3	321	0,2	23	ПдС	Середньотокс.
12	4	423	0,2	22	С	Сильнот.
13	1	156	0,3	12	З	Нетокс.
14	2	125	0,4	10	ПвЗ	Малотокс.
15	3	145	0,1	16	ПдЗ	Середньотокс.
16	4	50	0,15	10	Під.	Сильнот.
17	1	1225	0,25	80	Півн.	Нетокс.
18	2	681	0,15	65	ПвС	Малотокс.
19	3	200	0,31	25	ПдС	Середньотокс.
20	4	100	0,22	15	С	Сильнот.

Перелік посилань

1. Справочник по проектированию инженерной подготовки застраиваемых территорий/ Под ред. В.С. Нищука./ - К.: Будівельник, 1983. – 192 с.
2. Дудник С.П., Закржевский Н.А., Штекель А.С. Освоение пойменных территорий Днепра в районе Киева для строительства. – Строительство и архитектура, 1971, № 12, с. 16-17.
3. Субботин А.С. Основы гидротехники – Л.: Гидрометеиздат, 1983. –т 317 с.
4. Альштуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1987. – 414 с.
5. Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоемов. Гидроэкологические аспекты. Учебное пособие. – Харьков: Бурун Книга, 2009. – 240 с.
6. Швобс Г.И. Теоретические основы эрозиоведения. - Киев-Одесса: Высшая школа, Главное узд-во, 1981. – 224 с.
7. Методичні вказівки до виконання практичних завдань і курсової роботи на тему «Система очистки міста від ТПВ з використанням високонавантажуваних полігонів»/ М.Я. Берещук – Харків: ХНУ, 2001. – 44 с.