

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

**І. В. Леонідова, Я. М. Біланчин**

**ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧНІ  
ОСОБЛИВОСТІ ҐРУНТОТВОРЕННЯ  
НА ОСТРОВІ ЗМІЇНИЙ**

*МОНОГРАФІЯ*

ОДЕСА  
ОНУ  
2017

УДК 631.48(477.74)(262.5)(210.7)

Л474

*Рекомендовано до друку Вченою Радою  
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова  
Протокол № 7 від 28.03.2017 р.*

**Рецензенти:**

**З. П. Паньків**, доктор географічних наук, професор кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка;

**Ю. Ю. Онойко**, кандидат географічних наук, викладач кафедри географії та геоєкології Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка;

**В. І. Михайлюк**, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри землеустрою і кадастру Одеського державного аграрного університету.

**Науковий редактор:**

**Я. М. Біланчин**, кандидат географічних наук, доцент

**Леонідова І. В.**

Л474      Географо-генетичні особливості ґрунтоутворення на острові Зміїний: монографія / І. В. Леонідова, Я. М. Біланчин (наук. ред.). – Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2017. – 198 с.  
ISBN9 978-617-689-236-6

Висвітлено результати дослідження процесів ґрунтоутворення на о. Зміїний, їхніх географо-генетичних особливостей та сучасних тенденцій. Встановлено загальну схему і стадійність ґрунтоутворення на щільних породах острова. З'ясовано географо-генетичні особливості і просторові відмінності процесів примітивного і чорноземного ґрунтоутворення та їхніх елементарних ґрунтових процесів. Встановлено тенденції сучасного ґрунтоутворення у напрямку незворотно-поступального посилення чорноземних властивостей і характеристик ґрунтів. Спрогнозовано два сценарії подальшого ґрунтоутворення на острові – екологічно оптимістичний за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності, та екологічно загрозливий на ділянках посилення антропогенного впливу.

Для фахівців в галузях ґрунтознавства і географії ґрунтів та охорони природи, науковців і студентів.

УДК 631.48(477.74)(262.5)(210.7)

ISBN 978-617-689-236-6

© Леонідова І. В., Біланчин Я. М., 2017

© Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2017

## ЗМІСТ

	стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ВЧЕННЯ ПРО ҐРУНТОТВОРЕННЯ ТА СТАН ЙОГО ВИВЧЕНОСТІ НА О. ЗМІЇНИЙ	9
1.1. Наукові основи теорії ґрунтотворення	9
1.2. Стан вивченості ґрунтів і процесів ґрунтотворення на острові	15
Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Теоретико-методичні засади організації і проведення досліджень ґрунтотворення на острові	18
2.2. Організація досліджень на ключових ділянках та ландшафтних профілях	22
Висновки до розділу 2	27
РОЗДІЛ 3. ПРИРОДНІ ЧИННИКИ ҐРУНТОТВОРЕННЯ НА ОСТРОВІ ТА ЇХНІЙ ҐРУНТОУТВОРЮВАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ	28
3.1. Геологічна будова і ґрунтоутворювальні породи	29
3.2. Кліматичні та атмосферно-хімічні умови	32
3.3. Рельєф поверхні, його роль у формуванні ландшафтно- і ґрунтово-геохімічного середовища	39
3.4. Біологічний чинник ґрунтотворення	44
3.4.1. Природні умови розвитку рослинності	46
3.4.2. Рослинність та біомаса степових трав'яних ценозів, ґрунтово-гідрологічні умови їх розвитку і формування та роль у ґрунтотворенні	49
3.5. Ґрунтоутворювальний потенціал природних чинників ґрунтотворення	61
Висновки до розділу 3	69
РОЗДІЛ 4. ПРОСТОРОВІ ВІДМІННОСТІ ҐРУНТОТВОРЕННЯ, ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ОСТРОВА	71
Висновки до розділу 4	80
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ, РЕЧОВИННО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ І ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ ОСТРОВА ТА ПРОЦЕСІВ ЇХ ФОРМУВАННЯ	81

5.1. Примітивні ґрунти	82
5.2. Чорноземні ґрунти	84
5.2.1. Морфогенетична характеристика	84
5.2.2. Гранулометричний і мікроагрегатний склади	91
5.2.3. Засоленість ґрунтів	101
5.2.4. Фізико-хімічні властивості	104
5.2.5. Гумусовий стан	113
Висновки до розділу 5	127
<b>РОЗДІЛ 6. ПРОЦЕСИ ҐРУНТОТВОРЕННЯ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ЕВОЛЮЦІЇ ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ОСТРОВА</b>	129
6.1. Загальна схема і стадійність ґрунтоутворення	129
6.2. Загальні та елементарні процеси ґрунтоутворення, їхні географо-генетичні особливості	132
6.2.1. Процес примітивного ґрунтоутворення	132
6.2.2. Чорноземоутворення на острові	136
6.3. Тенденції сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів і ґрунтового покриву острова, стратегія заходів щодо їх збереження	148
Висновки до розділу 6	163
<b>ВИСНОВКИ</b>	166
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	170
Додаток А. Результати визначення біомаси степової трав'яної рослинності о. Зміїний (липень 2009 р.)	188
Додаток Б. Морфологічні описи профілів чорноземних ґрунтів ключових ділянок досліджень	190
Додаток В. Мікроагрегатний склад ґрунтів о. Зміїний	193
Додаток Г. Результати аналізів водних витяжок із ґрунтів ключових ділянок досліджень (липень 2009 р.)	194

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГП – ґрунтовий покрив

ГРП – ґрунтово-рослинний покрив

ГРОПОЗ – ландшафтні (ґрунтово-рослинно-оролітологічні) профілі на о. Зміїний

ПВ – води підґрунтового стоку

ЛГС – ландшафтно-геохімічна система

ЕГП – елементарні ґрунтові процеси

ГВК – ґрунтовий вбирний комплекс

КВАГ – коефіцієнт відносної акумуляції гумусу

КПНГ – коефіцієнт профільного нагромадження гумусу

ГС – гумусовий стан

ГК – гумінові кислоти

ФК – фульвокислоти

НВ – найменша вологоємність

УГТ – Українське географічне товариство

УТГА – Українське товариство ґрунтознавців та агрохіміків

## ВСТУП

Острів Зміїний – єдиний куполоподібний останець палеозойського віку площею всього 20,5 га в межах північно-західного шельфу Чорного моря, рятівний клаптик суходолу серед моря для перелітних і мешкаючих тут птахів, головно чайок. Складений щільними силікатними (кислими) породами значної міцності, які повсюдно виходять на денну поверхню. Міжскельні ділянки поверхні на більшій частині території покриті практично незайманою степовою трав'яною рослинністю (не коситься, не випасається). Починаючи з XV століття, острів слугував воєнно-стратегічною базою на Чорному морі – спершу Османської, потім Російської імперій, королівської Румунії, а з 1944 р. – СРСР. З 1991 р. острів – територія України, нині у статусі загальнозоологічного заказника та геологічної пам'ятки, які мають особливу природоохоронну і наукову цінність.

Через відносну ізолюваність і тривалу закритість природні умови і ресурси острова до початку поточного століття залишались слабо вивченими, а ґрунти і ґрунтовий покрив та процеси їх утворення не вивчались зовсім. Лише з 2003 року науковцями кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (ОНУ імені І. І. Мечникова) за нашою участю в рамках комплексного дослідження унікальної екосистеми острова проводиться вивчення і картографування ґрунтів і ґрунтового покриву. Встановлено, що на міжскельних ділянках поверхні острова під покривом степової трав'яної рослинності на щебенювато-кам'янистому елювії та елюво-делювії щільних порід утворились специфічні чорноземні ґрунти – неповнорозвинені і короткопрофільні, незвично високогумусні (10-15% гумусу і більше), некарбонатні, кислі, різною мірою засолені і солонцюваті. А довкола виходів щільних порід і на ділянках залягання їх на глибині до 8-10 см невеликими контурами поширені примітивні сильнощебенювато-кам'яністі ґрунти.

Ґрунти і ґрунтовий покрив острова, умови, чинники та географія їх утворення у попередні роки були вивчені і схарактеризовані в наукових працях Я. М. Біланчина, П. І. Жанталая, М. Й. Тортика, А. О. Буяновського, І. В. Свідерської [1-10], дисертаційній роботі А. О. Буяновського [11], публікаціях інших дослідників природи і ґрунтів острова [12-19 та ін.]. Водночас процеси ґрунтоутворення вивчались побіжно, зокрема гумусоутворення і гумусонакопичення та чорноземоутворення загалом, осолонцювання ґрунтів, їхні географо-генетичні особливості та просторові відмінності в умовах острова. Актуальність і науково-практична необхідність означених досліджень визначається уже тим, що це незвичний випадок специфічного чорноземоутворення на невеликому острові в акваторії моря, на малопотужній корі вивітрювання щільних кислих порід. Заодно це унікальний полігон для вивчення інших елементарних ґрунтових процесів (ЕґП) в особливих природно-екологічних умовах кам'янистого острова.

Об'єкт наших досліджень – ґрунтоутворення на острові Зміїний. Предмет дослідження – ґрунтоутворювальний потенціал природних чинників ґрунтоутворення, сутність, географо-генетичні особливості, загальна схема і стадійність процесів утворення ґрунтів, тенденції сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів острова. Мета роботи – встановлення сутності та географо-генетичних особливостей ґрунтоутворення, і чорноземоутворення зокрема, з'ясування їх сучасних тенденцій та обґрунтування стратегії заходів щодо збереження унікального степового ландшафту, ґрунтів і ґрунтового покриву о. Зміїний.

Завдання за проблематикою дослідження:

- проаналізувати основи вчення про ґрунтоутворення, стан його вивченості на о. Зміїний та обґрунтувати науково-методичні підходи до дослідження ґрунтоутворення на острові;
- дослідити географо-генетичні особливості і ґрунтоутворювальний потенціал природних чинників ґрунтоутворення, першочергово степової трав'яної рослинності та її біомаси;

- вивчити просторові відмінності ґрунтотворення, особливості морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів острова та процесів їх формування;

- встановити загальну схему і стадійність ґрунтотворення на щільних кислих породах острова;

- дослідити географо-генетичні особливості процесів первинного (ініціального) та чорноземного ґрунтоутворення на острові і властивих їм комплексів і комплексів ЕГП;

- з'ясувати тенденції сучасного ґрунтотворення і еволюції ґрунтів та обґрунтувати стратегію заходів щодо збереження унікального степового ландшафту, ґрунтів і ґрунтового покриву о. Зміїний.

Дослідження і роботи виконано за постійної практичної допомоги і співпраці та цінних порад доцентів кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ імені І. І. Мечникова П. І. Жанталає, А. О. Буяновського і М. Й. Тортика, наукового співробітника ПНДЛ-4 ОНУ Л. М. Гошуренко, керівника Регіонального центру інтегрованого моніторингу природного середовища та екологічних досліджень ОНУ провідного наукового співробітника В. І. Медінця. Всім їм автори висловлюють щирю вдячність.

# РОЗДІЛ 1

## ОСНОВИ ВЧЕННЯ ПРО ҐРУНТОТВОРЕННЯ ТА СТАН ЙОГО ВИВЧЕНОСТІ НА О. ЗМІЙНИЙ

### 1.1. Наукові основи теорії ґрунотворення

Ґрунт і ґрунотворення – ключові поняття та об'єкти дослідження ґрунтознавчої науки. Вперше наукове визначення ґрунту та сутності процесів його утворення сформував фундатори ґрунтознавчої науки В. В. Докучаєв, П. А. Костичев, їх учні і послідовники М. М. Сибірцев, В. І. Вернадський, К. Д. Глінка, Б. Б. Полинов, В. Р. Вільямс, відомі зарубіжні вчені Г. Йенні, Ф. Дюшофур та ін. У подальшому розвитку теорії ґрунотворення важливу роль відіграли роботи І. В. Тюріна, Л. І. Прасолова, І. П. Герасимова, О. А. Роде, В. А. Ковди, В. В. Пономарьової та багатьох інших дослідників-ґрунтознавців.

Згідно із вченням В. В. Докучаєва, ґрунт – це особливе природно-історичне мінерально-органічне утворення на земній поверхні, результат складної і тривалої взаємодії чинників географічного середовища за визначальної ролі живих організмів [24, 34]. Відповідно ґрунотворення (*син. ґрунтоутворювальний процес*) – це складний природний процес утворення ґрунту із гірських порід земної поверхні, його подальшого розвитку, функціонування та еволюції під дією живих організмів, продуктів їх метаболізму і розкладу відмерлих решток на вихідну геологічну породу і продукти її вивітрювання в певних атмосферно-кліматичних умовах, умовах рельєфу, часу та антропогенного впливу. Включає різноманітні фізичні, хімічні, біологічні явища і процеси перетворення, переміщення та акумуляції речовин і енергії в межах ґрунтоутворювальної товщі. В результаті процесу ґрунотворення й формується той чи інший ґрунт з належними тільки йому будовою профілю, речовинно-хімічним складом, властивостями та рівнем родючості.

Згідно з докучаєвською формулою ґрунотворення "чинники →

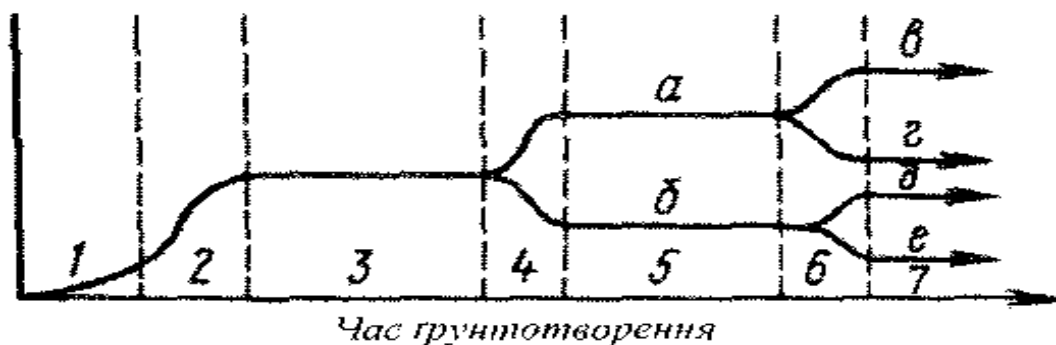
грунти", усі чинники ґрунтотворення є рівнозначними і незамінними, а ґрунт – функція їхньої взаємодії. У подальшому це вихідне докучаєвське положення було розвинено і доповнено І. П. Герасимовим за формулою "чинники ґрунтотворення → процеси ґрунтотворення → ґрунт (профіль, властивості)", відомою як новодокучаєвська парадигма генези ґрунтів [за 29, 34-36]. Недавно А. А. Кирильчуком [33] запропонована тетрадна формула ґрунтоутворення: "чинники → процеси функціонування → ЕґП → властивості ґрунтів". Сутність концепцій як І. П. Герасимова, так і А. А. Кирильчука зводиться до пізнання генетичної природи ґрунтів через специфіку режимів ґрунтотворення та ЕґП, які й формують певну будову їх профілю, речовинно-хімічний склад і властивості.

Водночас із докучаєвською концепцією рівнозначності чинників ґрунтотворення, починаючи з другої половини ХІХ ст., активно дискутується проблема провідного (основного) чинника ґрунтотворення. На перших етапах таким частіше вважали материнські породи (К. Д. Глінка, П. С. Коссович, Б. Б. Полинов, Ф. Фаллу, Г. Берендт, Р. Ріхтгофен). Однак, за результатами досліджень П. А. Костичева, В. І. Вернадського, В. Р. Вільямса, О. А. Роде, В. В. Пономарьової та інших вчених було встановлено і нині остаточно визнано, що провідним чинником ґрунтотворення є *біологічний*. Найбільш логічно цей висновок обґрунтовано у статті В. В. Пономарьової "Про суть і чинники ґрунтотворення" [28]. У публікації автор прямо вказує, що організми – головна причина і безпосередня рушійна сила ґрунтотворення, а клімат, породи, рельєф, гідрогеологія території – це умови протікання цього процесу. Єдиною і безпосередньою причиною утворення ґрунтів, пише автор (с. 49-50), є живі автотрофні організми – зелені рослини, які у своїй життєдіяльності не можуть обходитись без мінеральних елементів літосфери. Укорінюючись в її верхньому шарі, у процесі використання порід земної поверхні як джерела мінерального живлення і води, рослини у співжитті з мікроорганізмами й утворюють необхідний їм життєвий субстрат – ґрунт за матеріальної та енергетичної участі всіх інших компонентів природно-

географічного середовища. Оскільки утворення ґрунтів відбувається в різних природно-географічних умовах, які змінюють як самі рослинно-мікробні асоціації, так і дію останніх на мінеральну оболонку Землі, й формується величезне і закономірно змінюване різноманіття ґрунтів у природі. І чим краще розвинена рослинність – потужніші і розвиненіші ґрунти. За несприятливих умов і пригнічення біоти ослаблюються і процеси ґрунтоутворення. Організми концентрують і нагромаджують у верхніх горизонтах біофільні елементи із породи, Нітроген із атмосфери, гумус і глинні мінерали, яким властива висока вбирна та водоутримувальна здатність. Як пише насамкінець В. В. Пономарьова, характерні для ґрунтів хімічні, фізико-хімічні та фізичні властивості мають пересічно біогенне походження (с. 52).

Правомірність висновків В. В. Пономарьової про визначальну роль організмів у ґрунтоутворенні, і трав'яної рослинності зокрема, повною мірою підтверджується результатами досліджень В. А. Ковди [24, 37]. За його даними біомаса трав'яних ценозів варіює в межах від 250 до 1000 ц/га при середньому вмісті Нітрогену і зольних елементів у рослинних тканинах 5-7%. Щорічне поступання органічних речовин трав'яної рослинності в ґрунт з опадом сягає 45-100% від надземної фітомаси і 30-40% від ризомаси. Оскільки трав'яна рослинність залучає до біологічного колообігу значні кількості *C*, *N*, відносно рухомого *Si*, а також *Ca*, *Mg*, *K*, *F*, *S*, *Cu*, *Co*, *Fe* і *Al*, ними, як і значною кількістю гумусових речовин, збагачуються верхні горизонти ґрунтів. У середньому надземна біомаса трав містить 500-700 кг/га мінеральних речовин і елементів, корені – від 300-450 до 600-700 кг/га. А разом із Нітрогеном, прижиттєвими мінеральними виділеннями та коренями, які відмирили в процесі вегетації, трав'яна рослинність щорічно залучає в біообіг до 2000 кг/га хімічних елементів і речовин.

Загальна схема процесу ґрунтоутворення достатньо складна з вирізненням, як мінімум, трьох стадій генези ґрунту (рис. 1.1) – початкового ґрунтоутворення, розвитку ґрунту та стадії рівноважного функціонування (клімаксу) в умовах рівноважної близькості ґрунту з умовами навколишнього середовища [23, 30-32, 38].



**Рис. 1.1. Послідовність стадій і фаз ґрунтоутворення [за 30, с. 296]**

1 – початкове ґрунтоутворення; 2 – розвиток ґрунту; 3 – клімаксий стан I; 4 – еволюція ґрунту в напрямі *a* або *б*; 5 – клімаксий стан II (*a* або *б*); 6 – нова еволюція ґрунту в напрямі *в*, *г*, *д* або *е*; 7 – клімаксий стан III (*в*, *г*, *д* або *е*)

*Стадія початкового чи ініціального* за А. А. Кирильчуком [33] *ґрунтоутворення* (на щільних гірських породах її називають первинним ґрунтоутворювальним процесом [27, 31]) зазвичай співпадає з початком функціонування піонерних наземних екосистем в умовах одночасної і взаємопов'язаної дії всіх чинників ґрунтоутворення. Вже на цій стадії формується біологічний колообіг хімічних елементів і речовин з характерними для нього циклічними процесами продукування біомаси, її відмирання і часткового надходження органічної речовини у поверхневий шар ґрунтоутворювальної породи, розкладу органічних решток, вибіркоvim біологічним вбиранням елементів мінерального живлення рослин із вихідного мінерального субстрату та іншими процесами. Поряд з ними відбуваються й протилежно спрямовані процеси небіологічної природи: фізичні, фізико-хімічні, хімічні. Цю групу процесів називають мікропроцесами (за О. А. Роде [39]), або ЕПП першого порядку (за І. П. Герасимовим і М. А. Глазовською [27]). Характерною ознакою цієї стадії є наявність специфічних для ґрунтів процесів трансформації і міграції речовин, які протікають у межах біологічного колообігу. На заключному етапі стадії між процесами, які належать до біологічного колообігу, і абіотичними мікропроцесами відбувається узгодженість і взаємозв'язок. Починає

складатись біохімічний колообіг речовин та енергії, характерний для ґрунтів, хоча він малоємний через низьку біопродуктивність піонерних наземних екосистем. Ґрунтові мікропроцеси утворюють якісно нову групу процесів, що формують специфічні ґрунтові ознаки, з появою яких процес ґрунтотворення переходить у наступну стадію.

Основна причина переходу до другої стадії ґрунтотворення – *стадії формування (розвитку) ґрунту* (перфектної стадії удосконалення за [33]) полягає в тому, що різко зростає біопродуктивність наземних екосистем та об'єм біологічного колообігу. На цій стадії формується біогеохімічний колообіг, який поєднує в собі біологічні та абіотичні процеси трансформації і масопереносу речовини. Ґрунтові мікропроцеси, поєднуючись і взаємодіючи між собою, утворюють якісно нові процеси – мезо- і макропроцеси (за О. А. Роде [39]). Ґрунтові мезопроцеси, або ЕґП другого порядку за І. П. Герасимовим і М. А. Глазовською [27], формують специфічні окремі властивості ґрунтів (агрегація твердої фази, акумуляція гумусу, склад обмінно-увібраних катіонів та ін.), в результаті зароджуються різні ґрунтові горизонти. Певні поєднання ґрунтових мезопроеесів в умовах біогеохімічного колообігу хімічних елементів і речовин формують ґрунтові макропроцеси або власне процеси ґрунтотворення. Відбувається поступова профільна диференціація складення, речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів, а також просторова диференціація процесів, ознак і властивостей на агрегатному і горизонтному рівнях. Причиною профільної диференціації складення, речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів власне і є просторове розмежування по вертикалі ґрунтових мікро- і мезопроеесів міграції та акумуляції речовин, їх розчинення і осадження, процесів окиснення-відновлення, надходження опаду, гумусоутворення і гумусонакопичення.

Процес формування (розвитку) ґрунту відбувається у дві фази (див. рис. 1.1). У фазі прискореного розвитку кількісний рівень певних ознак і властивостей прогресивно зростає по увігнутій кривій відповідно до зростання масштабу біологічного колообігу. З часом

грунт поступово переходить у фазу сповільненого розвитку, для якої характерне зниження інтенсивності зростання масштабів біологічного колообігу, швидкості накопичення відповідних ґрунтових ознак, а крива розвитку ґрунту набуває випуклої форми. Розвиваються профілеутворювальні мікропроцеси при подальшому протіканні мікро-, мезо- і макропроцесів.

Стадія формування (розвитку) завершується відносною стабілізацією і динамічним відтворенням складу і властивостей ґрунтів відповідно до екологічних умов біогеоценозу, ґрунт переходить у наступну стадію – *стадію рівноважного функціонування або клімаксу (перманентну стадію* за [33]). Для цієї стадії характерним є біологічний колообіг елементів, кожен цикл якого приблизно повторює попередній. При цьому в колообіг залучаються сполуки й елементи, які раніше вже пройшли через цикл біологічного колообігу. Реалізуються всі групи ґрунтових процесів (мікро-, мезо- і макропроцеси). Біогеохімічний колообіг елементів відносно стабільний і сприяє відтворенню властивостей природних екосистем і ґрунту, зокрема. Таке відтворення забезпечує відносну стабільність більшості типодіагностичних ознак, складу і властивостей ґрунту, окрім тих, які піддаються сезонним змінам.

На певному етапі рівноважна (клімаксна) стадія ґрунтоутворення, як зазначають О. А. Роде [32], В. А. Ковда і Б. Г. Розанов [30], С. П. Позняк [31] та А. А. Кирильчук [33], змінюється *еволюцією ґрунту* (див. рис. 1.1) в результаті саморозвитку екосистеми (автометаморфоз), в яку він входить як один із її компонентів, або в результаті зміни одного чи декількох чинників ґрунтоутворення (параметаморфоз) – рослинності, характеру ґрунтового зволоження, впливу агроеліоративних заходів тощо. При цьому формується новий ґрунт із новою морфологією профілю, новим комплексом властивостей. У цьому разі новий ґрунт утворюється не безпосередньо із ґрунтоутворювальної породи, а з попереднього різновиду ґрунту.

Отже, процес ґрунтоутворення як результат складної і тривалої взаємодії чинників ґрунтоутворення при визначальній ролі організмів

(головно рослинності) призводить до формування того чи іншого ґрунту з певною морфологією профілю, речовинно-хімічним складом і властивостями, достатньою стійкістю морфологічних "слідів" прояву елементарних процесів ґрунтотворення. Ці морфологічні ознаки ґрунту як результат процесу ґрунтотворення й слугують основними (індикативними) показниками і критеріями діагностики його генетико-класифікаційної належності.

## **1.2. Стан вивченості ґрунтів і процесів ґрунтотворення на острові**

Острів Зміїний з унікальними природно-географічними умовами та спорудженим тут ще у VI ст. до н. е. храмом на честь давньогрецького бога Ахілла – героя троянського міфологічного циклу, з античних часів приваблював мореплавців, мандрівників, торговців та військових, пізніше археологів та істориків, а з XIX ст. – зоологів, геологів, ботаніків. Та вже з кінця XV і практично до кінця XX ст. острів стає важливим стратегічним військовим об'єктом на Чорному морі. Через відносну ізольованість та тривалу закритість острова до початку поточного століття його природні умови і ресурси залишались слабо вивченими, а фахівці-ґрунтознавці тут і не бували [40].

Вперше ґрунти острова візуально діагностував чорноземами капітан-лейтенант М. Д. Критський, який у 1823 р. виконав детальне топографічне знімання його території. У пояснювальній записці до плану о. Зміїний він писав: "Землі на острові дуже мало і вона ледь простирається на фут або на два в глибину, скрізь видно камінь, і на запалих місцях, які не можна назвати ні долинами, ні балками, її хоча трохи більше, але й там не більше, ніж два аршини. Орних місць тут немає. Ґрунт землі, де тільки вона є, – *чорнозем, найбільш жирний* (І. Л. – виділено нами), і це тому, що тут водиться багато чайок." [цит. за 40, с. 159].

Невдовзі після М. Д. Критського професор Рішельєвського ліцею (м. Одеса) О. Д. Нордман – перший дослідник природи

острова, також діагностував тамтешні ґрунти чорноземами. У представленому звіті "Поїздка на острів Левке або Фідонісі в 1841 році" він писав: "Поверхня острова покрита повсюдно *тучним чорноземом* (І. Л. – виділено нами, вміст гумусу за нинішньою класифікацією більше 9%), на якому, під час нашого там перебування, майже повсюдно проростало самосійне жито" [41, с. 553].

На добу незалежності України припадає усвідомлення унікальності о. Зміїний. Острів з прилеглою 500-метровою акваторією моря оголошений загальнозоологічним заказником і пам'яткою природи загальнодержавного значення та внесений до реєстру національного надбання. У 2002 р. було розроблено і затверджено Постановою Кабінету Міністрів України "Комплексну програму подальшого розвитку інфраструктури та провадження господарської діяльності на острові Зміїний і континентальному шельфі" та призначено Одеський національний університет імені І. І. Мечникова базовою організацією МОН України щодо виконання наукових досліджень на острові і прилеглому шельфі Чорного моря.

В рамках дослідження екосистеми о. Зміїний співробітниками кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ з 2003 р. започатковано вивчення і картографування ґрунтів і ГП його території. Впродовж 2003-2013 рр. вивчались умови і чинники ґрунтоутворення, морфологія, речовинно-хімічний склад і властивості ґрунтів, особливості ГП, створена ґрунтова карта острова. Встановлено, що на міжскельних ділянках малопотужного щебенювато-кам'янистого елювію чи елюво-делювію щільних силікатних порід під степовою трав'яною рослинністю сформувались чорноземні ґрунти неповнорозвинені і короткопрофільні. Генетичними особливостями цих ґрунтів є некарбонатність, кам'янистість-щебенюватість та кисла реакція, що посилюються донизу по профілю, аномально висока гумусність (10-15% гумусу у верхньому горизонті і більше), локальна засоленість та повсюдна солонцюватість [1, 2, 6-8, 10, 14, 42]. У 2014 р. за матеріалами досліджень захищена дисертаційна робота одного з одеських

"піонерів" ґрунтово-генетичних досліджень на острові А. О. Буяновського [11], сумісно з яким нами проводились дослідження і роботи у 2008-2013 рр.

Зазначимо, що спеціальних досліджень сутності та особливостей процесів ґрунтоутворення на острові до останніх років не проводилось. Це й визначило основну мету, об'єкт, предмет і завдання нашого дослідження особливостей чинників і умов та процесів ґрунтоутворення і чорноземоутворення, зокрема, тенденцій і направленості сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів острова.

## **Висновки до розділу 1**

1. За результатами вивчення, систематизації й аналізу літературних матеріалів схарактеризовано наукові основи теорії ґрунтоутворення. Акцентовано увагу на загальновизнаному положенні, що головним (визначальним) чинником ґрунтоутворення є біологічний, головню рослинність та продукти її життєдіяльності і розкладу відмерлих решток.

2. До початку поточного століття дослідження ґрунтів на острові не проводились. Лише починаючи з 2003 р., започатковано вивчення чинників ґрунтоутворення, ґрунтів і ГП його території. Встановлено, що на міжскельних ділянках острова під степовою трав'яною рослинністю на щебенювато-кам'янистому елювії чи елюво-делювії щільних порід утворились своєрідні незвично високогумусні (10-15% гумусу і більше) короткопрофільні чорноземні ґрунти. При цьому залишаються недостатньо вивченими процеси ґрунтоутворення на острові і чорноземоутворення, зокрема, їх сутності та географо-генетичних особливостей, що й визначило основну мету, об'єкт, предмет і завдання нашого дослідження.

## РОЗДІЛ 2

### ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Теоретико-методичні засади організації і проведення досліджень ґрунтотворення на острові

Зважаючи на унікальність природно-географічних умов о. Зміїний як чинників ґрунтотворення та практичну невивченість їхньої ґрунтоутворювальної ролі і потенціалу, сутності та особливостей процесів утворення ґрунтів і ГП, методологія наших досліджень базувалась на основах вчення В. В. Докучаєва про ґрунт і ґрунтотворення. Згідно із докучаєвською концепцією, ґрунт – це особливе природно-історичне утворення на поверхні Землі, продукт сукупної взаємодії умов природно-господарського середовища і результат процесу ґрунтотворення. При цьому ґрунтотворення трактується як довготривалий і складний природний процес утворення ґрунту із гірської породи, його подальшого розвитку, функціонування і еволюції під дією живих організмів та продуктів їх життєдіяльності і розкладу відмерлих решток на вихідну мінеральну породу в умовах певного атмосферно-кліматичного середовища, рельєфу, часу та антропогенного впливу. В результаті взаємодії чинників та процесів ґрунтотворення формується той чи інший тип ґрунту з належними тільки йому будовою профілю, речовинно-хімічним складом і властивостями та достатньою стійкістю морфологічних "слідів" попередніх ЕГП. Тобто, профіль ґрунту, як зазначає Г. С. Гринь [43], – найголовніший, найбільш значимий та інтегративний показник, в якому "фіксується" буквально все про ґрунт, включно з історією його утворення, сучасного функціонування та еволюцією.

У світлі висловленого вище, основним методом дослідження генетичної природи ґрунтів з часів В. В. Докучаєва був і залишається *профільно-морфологічний чи морфологічний (профільний за Докучаєвим) метод*, у т. ч. і при проведенні наших досліджень на о. Зміїний. Як зазначає В. А. Ковда [23], цей метод забезпечує

вивчення ґрунту з поверхні на всю товщину його профілю по генетичних горизонтах та погоризонтне співставлення властивостей і параметрів як між собою, так і з ґрунтоутворювальною породою. Сутність, практичні можливості та доцільність застосування цього методу достатньо лаконічно обґрунтував Г. С. Гринь [43], який вважав його потужним за практичними можливостями і строго науковим методом діагностики генетичної природи ґрунту. На думку вченого, вивчення профілю ґрунту, його морфології є необхідним етапом дослідження, оскільки в профілі, як у фокусі, концентрується вся інформація про генетичну і літологічну сутність ґрунту. Під генетичною сутністю ґрунту розуміється все те, що зумовлено чи створено у ґрунтоутворювальній товщі (ґрунтовому профілі) процесами ґрунтоутворення, всією історією генези ґрунту як природно-історичного утворення; під сутністю літологічною – все те, що успадковано ґрунтом від вихідної ґрунтоутворювальної породи, яка домінує як складова його маси.

Методологічно визначальним при організації і проведенні наших досліджень був *порівняльно-географічний метод (підхід)*, започаткований у ґрунтознавстві і географічних науках В. В. Докучаєвим. Детальна характеристика цього методу наведена у підручнику І. П. Герасимова і М. А. Глазовської [27]. Суть методу полягає у спорідненому вивченні ґрунтів і природно-господарських умов їх утворення, в ретельному аналізі змін у будові, складі, властивостях і географії ґрунтів залежно від змін комплексу умов або окремих чинників ґрунтоутворення. На початковому етапі наших досліджень на острові завдяки цьому методу було з'ясовано просторові відмінності умов ґрунтоутворення, ґрунтів і ГП його території в залежності, насамперед, від геоморфо-гіпсометричної і геологічної будови. В подальшому було організовано мережу із 9 репрезентативних ключових ділянок досліджень і 6 ландшафтних (ґрунтово-рослинно-оролітологічних) профілів (трансектів), які репрезентують умови різної геоморфо-гіпсометричної і геологічної будови, а відповідно й відмінності гідротермічного режиму, міграції хімічних елементів і речовин, умов розвитку і стану степової

трав'яної рослинності, утворення, саморозвитку та еволюції ґрунтів. Детальніше закладені ключові ділянки і ландшафтні профілі досліджень схарактеризуємо у наступному п. 2.2.

Для характеристики та аналізу результатів вивчення складу і властивостей ґрунтів, сутності і особливостей процесів ґрунтоутворення широко використано *порівняльно-аналітичний метод*. Суть його – у співставленні результатів вивчення морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей кожного із генетичних горизонтів профілю і ґрунтоутворювальної породи між собою, а також цих же показників і характеристик в ґрунтах, що сформувались в різних природно-агрогосподарських умовах.

Важливим при проведенні ґрунтово-генетичних досліджень на острові є *порівняльний морфоструктурно-аналітичний метод (підхід)*, впроваджений у практику досліджень В. О. Таргульяном і Ф. І. Козловським [35]. Особливістю його є повнота вивчення відношень у системі "морфологія – склад – властивості" на всіх рівнях організації ґрунту як особливого природного утворення: від елементарних часток до ґрунту в цілому і навіть рівня організації ГП (катен). Перспективність такого підходу до вивчення генези ґрунтів визначається різноманіттям і достатньою стійкістю морфологічних "слідів" проявів елементарних явищ і процесів ґрунтоутворення. Наявність подібних проявів, як правило, збільшує інформацію про сутність, специфіку і послідовність ЕГП, "зафіксованих" у морфології, складі і властивостях ґрунтів, які зазвичай слугують показниками діагностики генетико-класифікаційної належності ґрунтів. Нині цей метод широко використовується в практиці ґрунтово-генетичних досліджень [10, 29, 32, 33, 44-51 та ін.].

Реалізацію методології та перелічених вище методів ґрунтово-географічних і ґрунтово-генетичних досліджень на о. Зміїний здійснено з використанням конкретних методів польового і лабораторно-аналітичного вивчення умов і процесів утворення та просторового поширення ґрунтів, їх морфології, складу і властивостей. При польовому дослідженні і картографуванні ґрунтів використано апробовані методики і методи [52-55 та ін.], в т. ч. і

Держстандарти України [56, 57 та ін.]. При польовому вивченні ґрунтів та в лабораторних умовах визначались щільність їх будови, гранулометричний і мікроагрегатний склади, засоленість; вміст гумусу та його фракційно-груповий склад, оптичні властивості гумінових кислот; показники кислотно-основної та вбирально-обмінної характеристики ґрунтів; вміст рухомих форм азоту, фосфору, калію; із водно-фізичних властивостей – максимальна гігроскопічна вологість, вологість стійкого пов'язання, найменша та повна вологоємність, запаси продуктивної вологи. Лабораторні аналізи та дослідження виконувались за загальноприйнятими методиками і методами [58-63, 64, с. 491-498], атестованими згідно з вимогами Держстандарту України.

Зважаючи на сильну кам'янистість ґрунтів острова, високу збагаченість органікою, а інколи й оторф'янілість, при вивченні їхніх фізичних властивостей і ґрунтово-гідрологічних констант, зокрема, використано методичні розробки науковців кафедри фізики і меліорації ґрунтів Московського державного університету імені М. В. Ломоносова [65].

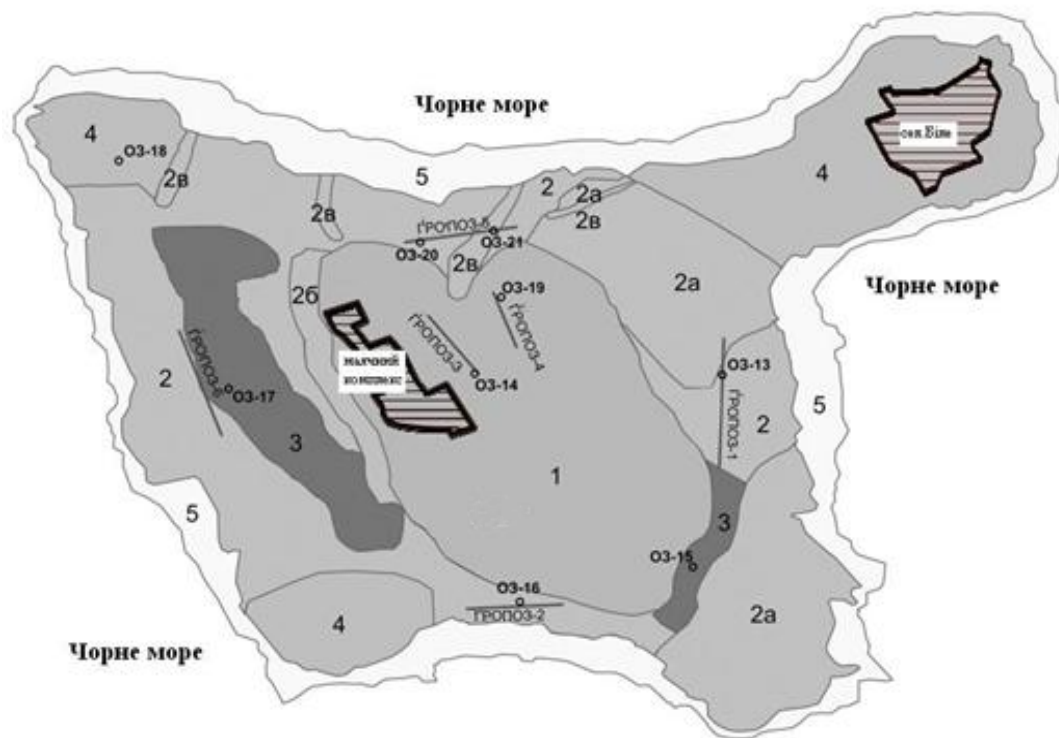
Проведено нами уперше вивчення біомаси степових трав'яних фітоценозів острова як визначального чинника ґрунто- і чорноземоутворення. На 9 ключових ділянках в межах різних геоморфо-гіпсометричних рівнів поверхні за загальноприйнятими методиками та вказівками [66-68] визначено надземну масу живих трав та їх нерозкладеного опаду, біомасу горизонтів степової повсті Нс та ґрунтової дернини Нд, ризомасу трав.

Систематизація та аналіз отриманих результатів як польових, так і лабораторних досліджень проводились з використанням комп'ютерної техніки та геоінформаційних технологій, що конкретніше розглянуто у відповідних наступних розділах роботи.

## **2.2. Організація досліджень на ключових ділянках та ландшафтних профілях**

Дослідження чинників і процесів ґрунотворення на о. Зміїний, їх особливостей та просторових відмінностей, як зазначалось вище, проводилось на 9 ключових ділянках та 6 ландшафтних (ґрунтово-рослинно-оролітологічних) профілях-трансектах (рис. 2.1; табл. 2.1 і 2.2). Ділянки закладено влітку 2009 р., а профілі – у 2011 р. в період експедицій на острів науковців кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ за нашої участі (доц. Тортик М. Й., аспіранти та студенти Буяновський А. О., Свідерська-Леонідова І. В., Орлик І. А.) під керівництвом завідувача кафедри доц. Біланчина Я. М. Сумісно було визначено місцеположення ділянок досліджень і трансектів, насамперед за геоморфо-гіпсометричною і схилово-експозиційною приуроченістю та геологічною будовою поверхні. На кожній із ділянок і в трансектах сумісно вивчались умови ґрунотворення та їх особливості, ґрунти і структура ґрунтових і неґрунтових утворень, стан природної степової рослинності та її біопродуктивність.

Оскільки в організації ключових ділянок і ґрунтово-рослинно-оролітологічних профілів та ґрунтово-генетичних досліджень на них брав участь аспірант, а в подальшому викладач кафедри А. О. Буяновський, загальна інформація про ділянки та профілі наведена і в його дисертаційній роботі "ґрунти і ґрунтовий покрив острова Зміїний" [11, с. 26-28 і 31], захищеній у 2014 р. У подальшому поглиблені дослідження умов і процесів ґрунотворення та ґрунтів ключових ділянок ОЗ-13...ОЗ-21 і трансектів виконувались нами самостійно. Згідно із завданнями роботи у 2009-2014 рр. авторкою проведено вивчення специфіки й особливостей чинників і процесів ґрунотворення, умов формування стану та біомаси степових трав'яних фітоценозів, морфології складу і властивостей ґрунтів, їх процесно-генетичних особливостей та просторових відмінностей, тенденцій сучасного ґрунотворення та еволюції ґрунтів і ґрунтового покриву. Отримані матеріали досліджень і робіт висвітлено і аналізуються в наступних розділах нашої монографії.



**Рис. 2.1. Карта-схема ключових ділянок досліджень та ландшафтних профілів (укладено з використанням [4, 11 і 118])**

*Умовні позначення:*

°OЗ-13...21 – ключові ділянки досліджень;

ГРОПОЗ-1...6 – ландшафтні (грунтово-рослинно-оролітологічні) профілі;

1...5 – геоморфо-гіпсометричні рівні (зони) поверхні острова (укладачі карти-схеми зонування Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик. А. О. Буяновський, І. В. Свідерська):

1 – рівень (зона) вершинно-вододільного гребенеподібного плато і привододільних спадистих схилів; 2 – рівень (зона) силових місцевостей ухилом до 3-5(6)<sup>0</sup>, в межах яких виділено: 2а – кам'янисто-схиліві урочища в південно-східній та північно-східній частинах, 2б – середня третина схилу західної експозиції ухилом до 5-6<sup>0</sup>, 2в – урочища улоговин на північному схилі; 3 – рівень (зона) делювіально-акумулятивних підніж схилів; 4 – рівень (зона) давніх морських терас; 5 – рівень (зона) узбережних крутосхилів і урвищ та фрагментарних ділянок сучасної морської тераси

Зазначимо, що більшість ключових ділянок досліджень та ландшафтних профілів закладено у заповідній зоні острова, де у відносно кращому стані вихідні природні умови і процеси ґрунтоутворення. В межах господарської частини території, яка значно порушена господарською діяльністю та військово-оборонним

використанням у попередні роки, ґрунтово-генетичні дослідження проводились у значно менших обсягах.

Таблиця 2.1

**Загальна характеристика ключових ділянок досліджень**  
(за матеріалами авторки і [11])

Ключові ділянки досліджень та закладені ґрунтові розрізи	Місцеположення, рельєф	Абс. висота, м	Порівняльна оцінка зволоження	Ґрунт*
<b><i>Геоморфо-ґіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</i></b>				
ОЗ-14	Південна частина вододільного плато, слабкий ухил південної експозиції	37	Атмосферне, менше середнього	Чк
ОЗ-19	Північна частина вододільного плато	38	Атмосферне, краще зберігається волога у ґрунті	Чн
<b><i>Геоморфо-ґіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5 (6)°</i></b>				
ОЗ-13	Східна частина острова, схил східної експозиції	24	Атмосферне, менше середнього	Чн
ОЗ-16	Південна частина, схил південної експозиції	28	Атмосферне, менше середнього	Чн
ОЗ-20	Північна частина острова, схил північної експозиції	32	Атмосферне, краще зберігається волога у ґрунті	Чк
<b><i>Геоморфо-ґіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніжж схилив та днищ улоговин</i></b>				
ОЗ-15	Південно-східна частина острова, виположений шлейф у підніжжі схилу	25	Оптимальне за рахунок поступання вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком	Чк
ОЗ-17	Західна частина, виположене підніжжя схилу	28	Атмосферне, вище середнього	Чк
ОЗ-21	Північна частина острова. Днище улоговини глибиною 2-3 м	30	Оптимальне за рахунок поступання вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком	Чл
<b><i>Геоморфо-ґіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</i></b>				
ОЗ-18	Північно-західна виположено-рівнинна частина острова	26	Атмосферне, вище середнього	Чн

\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

Особливо наголосимо на тому, що в умовах острова виразними є експозиційні ландшафтно- та ґрунтово-геохімічні відмінності схилів і частин його території, зумовлені головним чином впливом погодно-кліматичних та атмосферно-хімічних чинників. Західна частина острова та схили західної експозиції приймають дещо більшу кількість опадів, у північній частині краще зберігається волога у ґрунтах [13, 69]. В результаті краще вологозабезпечені західна і північна частини острова та схили відповідних експозицій (ключові ділянки ОЗ-18, 19, 20), в межах яких вологість ґрунту на 1-3, до 4% більша, ніж на схилах східної і особливо південної частин території. Тут відносно потужніша кора вивітрювання щільних порід, краще розвинений ГРП, особливо на виположених делювіально-акумулятивних підніжжях схилів (ОЗ-17) та днищах улоговин (ОЗ-21). Відносно ксероморфніші східна і південна частини території острова та схили відповідних експозицій (ключові ділянки ОЗ-13, 14, 16), ГРП тут у суттєво гіршому стані порівняно із західною і північною краще вологозабезпеченими частинами території.

На делювіально-акумулятивних підніжжях схилів (ОЗ-15) зволоження оцінюється як оптимальне за рахунок поступання додаткової вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком з гіпсометрично вищих рівнів поверхні, локально потужніша тут і ґрунтово-підґрунтова товща під багатою лучно-степовою рослинністю.

Для з'ясування ролі рельєфу, порід геологічної будови та потужності і кам'янистості кори їх вивітрювання у формуванні і диференціації ГРП та процесів ґрунтоутворення на острові, крім ключових ділянок досліджень, як зазначалось вище, закладено 6 ландшафтних (ґрунтово-рослинно-оролітологічних) профілів (ГРОПОЗ) – 2 в межах вододільного рівня території і 4 на схилових місцевостях різних експозицій (рис. 2.1 і табл. 2.2). Профілі репрезентують різною мірою відмінні умови оролітологічної будови поверхні та гідротермічного режиму, стану і продуктивності рослинного покриву, а в результаті – різні умови, направленість та інтенсивність процесів утворення і еволюції ґрунтів та формування ґрунтового покриву.

**Загальна характеристика ландшафтних профілі**  
(за матеріалами авторки і [11 та 118])

Профілі	Місце закладення, рельєф	Напрямок орієнтації профілю	Довжина профілю, м	Відмітки висот початку і кінця профілю, м	Загальна оцінка стану рослинного покриву
ГРОПОЗ-1	Східна частина острова, схил східної експозиції ухилом від 1-3 до 4-5°, ускладнений мікрошлейфами та слабовираженими мікропониженнями	Пн-Пд	105	26,0-25,0	Степова трав'яна рослинність у задовільному стані. Початок літньо-посушливої діапаузи розвитку
ГРОПОЗ-2	Південна частина острова, схил південної експозиції ухилом 1-3, до 4°	Сх-Зх	55	32,0-29,0	Трав'яний покрив у гіршому стані порівняно із ділянкою ГРОПОЗ-1. Період літньо-посушливої діапаузи розвитку
ГРОПОЗ-3	Центральна частина вододільного плато, слабовиражений ухил поверхні південно-східної експозиції	ПдСх-ПнЗх	60	39,5-39,0	Високотравна степова рослинність у доброму стані
ГРОПОЗ-4	Північно-східна частина вододільного плато, привододільний схил поверхні східної експозиції	ПнПнЗх-ПдПдСх	45	38,0-36,0	Потужна високотравна степова рослинність у доброму стані
ГРОПОЗ-5	Північна частина острова, схил північної експозиції ухилом 2-4°, ускладнений улоговинами глибиною від 1,0-3,0 до 5,0-7,0 м	СхПнСх-ЗхПдЗх	65	28,5-36,0	Потужна, а по днищах улоговин багата високотравна лучно-степова рослинність відповідно у доброму і відмінному станах
ГРОПОЗ-6	Західна частина острова, схил західної експозиції ухилом від 1-2 до 3-4° та ділянка делювіально-аккумулятивного підніжжя схилу	ПнПнЗх-ПдПдСх	92	31,0-26,0	Ділянки високотравної степової рослинності доброго стану змінюються ділянками задовільного стану рослинності на схилах ухилом 3-4° з менш потужним ГП

## Висновки до розділу 2

1. Теоретико-методологічною основою організації і проведення наших досліджень слугувала докучаєвська концепція ґрунтотворення, згідно з якою ґрунтотворення – це довготривалий і складний природний процес утворення ґрунту із вихідної гірської породи денної поверхні, його подальшого розвитку, функціонування та еволюції під дією живих організмів, продуктів їх життєдіяльності і розкладу відмерлих решток та антропогенного чинника в умовах певного рельєфу місцевості, погодно-кліматичних та атмосферно-хімічних умов і часу.

2. Основними методами дослідження природних чинників і процесів ґрунтотворення, ґрунтів острова та їх географо-генетичних особливостей були порівняльно-географічний з організацією мережі з 9 ключових ділянок і 6 ландшафтних (ґрунтово-рослинно-оролітологічних) профілів-трансектів на різних геоморфогіпсометричних та експозиційно-схилових рівнях поверхні, профільно-морфологічний, порівняльно-аналітичний та порівняльний морфоструктурно-аналітичний методи.

3. Реалізацію методології досліджень здійснено з використанням методів і методик польового і лабораторно-аналітичного вивчення чинників і процесів ґрунтотворення та ґрунтів острова, їх просторових відмінностей та процесно-генетичних особливостей морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей. Проведено визначення біомаси степових трав'яних фітоценозів та дослідження їх ролі у ґрунтотворенні і чорноземоутворенні, зокрема, оптичних властивостей гумінових кислот гумусу чорноземних ґрунтів як діагностичних ознак їх генетичної природи.

### РОЗДІЛ 3

## ПРИРОДНІ ЧИННИКИ ҐРУНТОТВОРЕННЯ НА ОСТРОВІ ТА ЇХНІЙ ҐРУНТОУТВОРЮВАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Острів Зміїний (світл. 3.1) – унікально-особливий об’єкт природи та ґрунтово-генетичних досліджень з огляду на місцезнаходження у відкритій акваторії північно-західної частини Чорного моря, складеність поверхні щільними силікатними (*кислими*) породами значної міцності палеозойської давнини (біля 400 мільйонів років), які повсюдно виходять на денну поверхню та по скелясто-урвищних берегах висотою до 20-27 м. З акваторії моря на його поверхню практично цілорічно поступають солі, головню хлориди і сульфати натрію. Острів слугує рятівним клаптиком суходолу для перелітних і мешкаючих тут птахів – до мільйона особин в окремі роки [13, 70]. Вони залишають на його поверхні, особливо в місцях скупчення в узбережній зоні, доволі значну масу посліду, що детальніше буде схарактеризовано у п. 3.4 нашої роботи.



Світл. 3.1. Острів Зміїний (аерознімок) [14, обкладинка]

Згідно із схемою природно-географічного районування України [71] острів знаходиться на широті підзони південного степу. За

висловом дослідника його природи ландшафтознавця В. М. Пашенка [13] та результатами наших досліджень [9, 72 та ін.] – це унікальний куточок південностепової підзони північночорноморського степу в межах невеликого за площею скелястого острова в акваторії Чорного моря. Його природні наземні ландшафти мають риси справжнього різнотравно-злакового степу на некарбонатних короткопрофільних щепенювато-кам'янистих чорноземних ґрунтах різного ступеня засоленості і солонцюватості.

Як нашими дослідженнями, так й іншими авторами [1, 9, 13, 14, 72-74 та ін.] констатується низка особливостей природно-географічних і ландшафтно-геохімічних умов території острова, суттєво відмінних від умов материкового степу карбонатно-лесового Подунав'я на цій же широті. Особливості природних умов, безперечно, обумовлюють і певні особливості та специфіку ландшафто- і ґрунтотворення на острові, а в результаті – і географо-генетичні особливості ґрунтів та ГП його території. Наведемо основні результати вивчення природних умов острова як чинників та умов ґрунтотворення, акцентуючи увагу на географо-генетичних особливостях їхньої природи, складу і властивостей та потенціалі ґрунтотворення.

### **3.1. Геологічна будова і ґрунтоутворювальні породи**

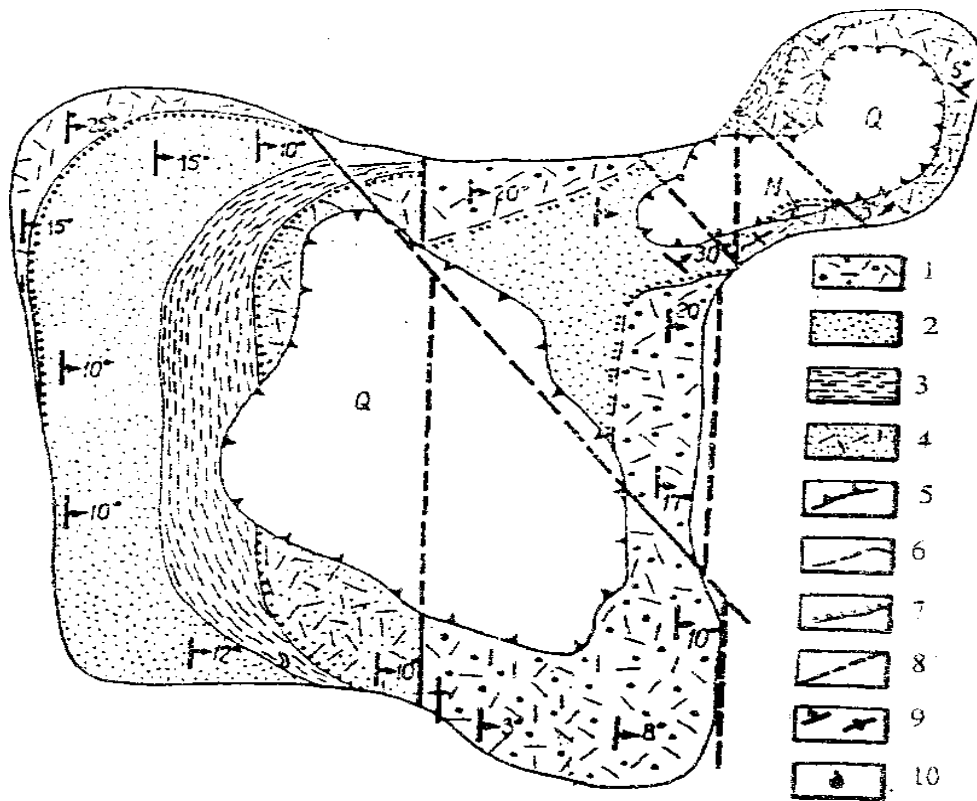
Геологія о. Зміїний відносно добре вивчена завдяки проведенню тут в останні 50 років геолого-розвідувальних і пошукових робіт, дослідженню стратиграфії і літології порід геологічної товщі та гідрогеології території [73-79].

В тектонічному відношенні острів вважається дуже давнім останцем девон-юрського періоду, східної частини герцинської структури масиву Добруджа [74, 77]. Складений давніми (палеозойськими) силікатними породами значної міцності – конгломерато-брекчіями з прошарками піщанико-кварцитів, рідше алевролітів, які відслонюються у берегових урвищах. В результаті впродовж 200 мільйонів років геологічної історії острова переважала

порівняно слабка континентальна денудація [13]. Кора вивітрювання тут малопотужна (зазвичай до 25-40, рідко до 50-70 см), сильнокам'янисто-щебенювата, з практично повсюдними виходами на денну поверхню щільних скельних порід та їх грубоуламкових розсипів сумарною площею від 5-10 до 30-50% і більше.

Вивчення порід геологічної будови острова [73] показало, що представлені вони щільними конгломерато-брекчіями, у підпорядкованій кількості присутні конгломерати, пісковики і глини. В цілому товщу можна характеризувати як флішеподібну грубоуламкову, в якій ритмічно чергуються конгломерато-брекчії з шарами конгломератів, рідше пісковиків і глин. Метаморфічні породи зустрічаються у вигляді кварцитів в пісковиках і гальки молочно-сірого кварцу. Геологічну карту-схему острова Зміїний (рис. 3.1) наводимо за її першою публікацією [77].

Як засвідчують результати силікатного аналізу порід острова (табл. 3.1), вміст Силіцію в породах сягає 96-98% їх маси. За цим показником це *супер- чи екстракислі породи*, оскільки кислими вважаються [80, с. 144] породи уже із вмістом  $\text{SiO}_2$  більше 65%. Встановлено [30], що в сіалітних ненасичених ( $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3 > 2$ ) породах і ґрунтах на них у ґрунтового розчині та ґрунтово-вбиральному комплексі (ГВК) домінують пересічно Al- і H-іони, які є джерелом кислотності як сформованих тут ґрунтів, так і всього геохімічного ландшафту. В. М. Пащенко [13] резонно вважає, що саме від силікатних порід успадкована геохімічна належність ландшафтних комплексів острова до класу кислих. Водночас у валово-хімічному складі порід містяться у мізерній кількості, а часто й відсутні зовсім лужні та лужноземельні хімічні елементи. Так, повністю відсутній Натрій, а часто і Кальцій. Фоновий вміст Кальцію і Магнію в породах на рівні сотих часток відсотка, причому вміст Магнію частіше більший. Дещо підвищений у породах валовий вміст Алюмінію і Феруму, а часто і Фосфору, зокрема у конгломерато-брекчіях, на яких головню й утворюються ґрунти острова.



**Рис. 3.1. Геологічна карта-схема о. Зміїний [77]**

1 - конгломерато-конгломератобрекчієва товща; 2 - конгломерато-пісковикова товща; 3 - строкатоколірна глиниста товща; 4 - пісковикова-конгломератова товща; 5 - границя поширення кайнозою; 6 - нормальна стратиграфічно узгоджена межа, достовірна і передбачувана; 7- неузгоджена стратиграфічно межа, достовірна і передбачувана; 8- розривні порушення, достовірні і передбачувані під наносами; 9 – нахилене і горизонтальне залягання шарів; 10- місця знахідок викопної фауни

Ґрунтоутворювальними породами на острові, як зазначалось у вступному розділі нашої роботи, слугують кам'янисто-щебенюватий елювій та елюво-делювій щільних силікатних (кислих) порід геологічної будови. Дрібнозем цих відкладів піщано-легкосуглинкового і піщано-супіщаного гранулометричного складу. Вміст щебенювато-кам'янистого скелету тут зазвичай збільшується з глибиною до 50-70, а інколи й 80% маси зразка [3]. На ділянках виходів порід на поверхню примітивне (первинне) ґрунтоутворення протікає безпосередньо на виходах цих порід та їхніх грубоуламкових розсипах.

**Результати силікатного аналізу порід о. Зміїний [за 78]**

Зразок	Порода	Вміст елементів, %									
		<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Al</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>P</i>
12-5	Кварцит	96,0	0,07	1,16	0,82	0,01	0,04	0	0	0,31	0,01
12-11	Пісковик кварцито-вий	95,6	0,08	2,28	0,49	0,01	0,2	0,1	0	0,5	0,11
12-8	Пісковик	97,5	0,05	1,05	1,55	0,01	0,07	0	0	0,17	0,06
13-12	Кварцит	98,3	0,05	0,74	0,04	0,01	0,08	0,09	0	0,24	0,09
13-1	Конгло-брекція	97,1	0,04	0,86	0,53	0,01	0,02	0,38	0	0,11	0,58

Встановлено [21, 27, 29, 34 та ін.], що ґрунтоутворювальними і підстильними породами значною мірою обумовлюються специфіка інтенсивність ґрунтоутворення, просторові відмінності та класифікаційна належність сформованих на них ґрунтів. Водночас від речовинно-хімічного складу і властивостей порід визначально залежать потужність профілю, гранулометричний, хімічний і мінералогічний склад, фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості утворених на них ґрунтів. Детальніше ґрунтоутворювальну роль і потенціал порід поверхні острова охарактеризуємо у п. 3.5 нашої роботи.

### **3.2. Кліматичні та атмосферно-хімічні умови**

Клімат – це атмосферно-космічний чинник формування ландшафтно-географічного середовища, умов та процесів ґрунтоутворення на поверхні Землі. Через атмосферу та з атмосфери завдяки складним процесам і явищам, які там відбуваються, включаючи і процеси атмосферно-повітряної міграції речовин і хімічних елементів, на земну поверхню поступають променева сонячна енергія, волога, різноманітні хімічні елементи і речовини, які суттєво впливають на ландшафто- і ґрунтоутворення.

Панівним є уявлення про клімат та атмосферно-хімічні умови як один із важливих чинників ґрунтоутворення. Із кліматичних показників, суттєво значимими для процесу утворення ґрунтів, є [за 23, 29, 31, 34 та ін.]:

- *променева енергія сонця*, як джерело енергії для фотосинтезу і чинник формування теплового режиму фітогеосфери;

- *кількість опадів*, які визначають водний режим педосфери та умови розвитку організмів;

- *газовий склад атмосфери та вміст в ній завислих часток і речовин*, які визначають хімічний склад атмосферних опадів та атмосферних сумарних (сухих і вологих) відкладень на земну поверхню, сумарну масу колоїдно-дисперсних часток і речовин в атмосферних опадах і відкладеннях.

Тобто, погодно-кліматичні та атмосферно-хімічні умови визначають особливості гідротермічного режиму території, направленість та інтенсивність ландшафтно-геохімічних, біотичних і ґрунтоутворювальних процесів, специфіку формування речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів, а часто геохімічного ландшафту загалом [23, 29].

Вивчення кліматичних і метеорологічних умов північно-західної частини акваторії Чорного моря започатковано у п'ятдесяті роки минулого століття, однак акцент на дослідження екосистеми району о. Зміїний почав робитися з 1995 р. З грудня 2001 р. щоденні метеорологічні спостереження тут проводяться фахівцями Державної гідрометслужби України, а з 2003 р. – ще й вахтовими групами науково-дослідної станції "Острів Зміїний" Центру інтегрованого моніторингу природного середовища ОНУ імені І. І. Мечникова.

У контексті дослідження умов і процесів ґрунтоутворення на о. Зміїний науковцями кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ за нашою участю з 2009 р. також вивчається хімічний склад атмосферних опадів та вод підґрунтового стоку з території острова. Дослідження виконуються за загальноприйнятими методиками аналізу хімічного складу природних вод [81], результати їх висвітлено у недавній публікації [82].

Клімат району о. Зміїний характеризується як помірно континентальний з тривалим жарким літом і короткою м'якою зимою [9, 13, 14, 82-85 та ін.]. Впродовж року переважає циклонічна циркуляція континентальних і морських повітряних мас помірних широт. Район вирізняється значними тепловими ресурсами та тривалим періодом (більше 200 днів) активних біологічних процесів. За даними Центру інтегрованого моніторингу ОНУ [83], середньомісячні значення сумарної сонячної радіації на поверхню острова складають 0,60-0,80 кВт/м<sup>2</sup> у весняно-літній період і 0,20-0,40 кВт/м<sup>2</sup> в осінньо-зимові місяці. Середньорічні температури повітря у 2004-2007 рр. від 11 до 15 °С. Середньомісячні температури липня біля 22 °С, січня – близько -2 °С. Річні суми температур повітря вище 10 °С сягають 3400-3500 °С. Через повну відкритість островів вирізняється високими швидкостями вітру, в період з листопада по березень часто більше 20, і навіть до 40 м/с. Переважають вітри північного і південного напрямків. В результаті на поверхню острова практично цілорічно з атмосферними опадами та атмосферними відкладеннями, а також безпосередньо з моря (імла, бризки, піна) поступають солі, а також біофільні елементи і речовини [82, 84].

Район о. Зміїний характеризується мінімальною кількістю опадів в Україні – лише 213 мм в середньому за 1959-1961 і 294 мм у 2004-2007 рр. [83]. Виразно прослідковується середземноморська ритміка їх випадання. Випаровуваність за рік сягає 800-1000 мм [18], що в 2,5-3,5 рази більше річної кількості опадів. Низькі суми опадів пояснюються домінуванням у теплий період року антициклональної погоди та бризовими інверсіями. У літні місяці дощі частіше зливового характеру, зумовлені виходами на цей район середземноморських циклонів [83, 85].

Атмосферні опади – єдине джерело вологозабезпечення на острові, оскільки горизонт підґрунтових вод тут відсутній через сильну кам'янистість ґрунтів та тріщинуватість підстильних щільних порід. Завдяки атмосферним опадам формується поверхневий і внутрішньогрунтово-підґрунтовий стік, локально проявляються делювіальні, а на ділянках порушеної поверхні – інколи й ерозійні

процеси. Однак, через незначну кількість опадів, дуже високу водопроникність ґрунтово-підґрунтової товщі та високу здатність степової трав'яної рослинності утримувати й акумулювати атмосферну вологу у горизонтах наземної степової підстилки і ґрунтової дернини [9], ці процеси швидкоплинні та малоінтенсивні. За нашими спостереженнями, підґрунтовий стік тут зазвичай формується через 20-30 (35) годин після танення снігу та випадання рясних дощів. Уже через 2-3 доби після появи підґрунтовий стік з території острова припиняється.

За результатами аналізів хімічного складу атмосферних опадів на поверхню острова (табл. 3.2) значення водневого показника (рН) в опадах 2009-2012 рр. в межах 5,0-6,8, у травні 2012 р. – 7,2. Середнє значення рН за ці роки –  $6,10 \pm 0,22$  [86]. У 2003-2007 рр. середнє значення рН опадів складало  $4,9 \pm 0,3$  [84]. Очевидне зниження ступеня кислотності атмосферних опадів в останнє десятиріччя від середнього до слабкого.

Мінералізація та хімічний (іонний) склад атмосферних опадів на поверхню о. Зміїний суттєво різняться у залежності від сезону року. У весняно-літні місяці, коли переважає антициклональна погода, мінералізація опадів зазвичай менше  $0,1 \text{ г/дм}^3$ . І лише у дні з штормовим вітром мінералізація опадів більше  $0,1 \text{ г/дм}^3$  (див. табл. 3.2), що зумовлено суттєвим збільшенням в ці дні поступання морських солей. В осінньо-зимовий період мінералізація опадів зазвичай перевищує  $0,1$ , і навіть  $0,2 \text{ г/дм}^3$ , що спричинено суттєвим посиленням у ці місяці швидкостей вітру та збільшенням поступання солей з акваторії моря. Стабільно типовим для іонного складу атмосферних опадів є хлоридно-натрієвий тип хімізму, практично ідентичний хімізму морської води. Причому з посиленням швидкостей вітру, особливо в осінньо-зимові місяці, вміст і частка  $\text{Cl}^-$  і  $\text{Na}^+$  іонів в атмосферних водах різко зростає. На другому місці за величиною у хімічному складі опадів  $\text{SO}_4^-$  і  $\text{Mg}$ -іони. Різке домінування в атмосферних опадах острова хлоридів і сульфатів натрію

Таблиця 3.2

**Хімічний (іонний) склад атмосферних опадів на о. Зміїний  
у 2009-2012 рр. [за 82]**

Дата відбору проби води	рН	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Мін-ція, г/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
		ммоль/дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>								мг/дм <sup>3</sup>		
08.07.2009	5,50	<u>0,02</u> 1,2	<u>0,36</u> 12,8	<u>0,16</u> 7,7	<u>0,04</u> 0,08	<u>0,12</u> 1,5	<u>0,36</u> 8,3	<u>0,02</u> 0,8	0,03	0,65	0,36	0,30
19.10.2009	5,28	<u>0,02</u> 1,2	<u>0,32</u> 11,4	<u>0,22</u> 10,6	<u>0,02</u> 0,4	<u>0,12</u> 1,4	<u>0,40</u> 9,2	<u>0,02</u> 0,8	0,04	1,00	0,60	0,50
15.12.2009	5,55	<u>0,24</u> 14,6	<u>1,68</u> 59,6	<u>0,32</u> 15,4	<u>0,08</u> 1,6	<u>0,36</u> 4,4	<u>1,72</u> 39,6	<u>0,08</u> 3,1	0,14	0,80	0,16	0,00
29.09.2010	6,40	<u>0,32</u> 19,5	<u>1,56</u> 55,4	<u>0,16</u> 7,7	<u>0,24</u> 4,8	<u>0,40</u> 4,9	<u>1,34</u> 30,8	<u>0,06</u> 2,3	0,12	0,40	0,20	0,00
26.11.2010	5,60	<u>0,04</u> 2,4	<u>0,80</u> 28,4	<u>0,48</u> 23,0	<u>0,04</u> 0,8	<u>0,52</u> 6,3	<u>0,75</u> 7,3	<u>0,01</u> 0,4	0,08	0,40	0,13	0,00
04.05.2011*	6,30	<u>0,22</u> 13,4	<u>2,44</u> 85,4	<u>0,30</u> 14,4	<u>0,12</u> 2,4	<u>0,88</u> 10,6	<u>1,88</u> 43,2	<u>0,08</u> 3,1	0,17	1,00	3,80	1,10
09.05.2011*	6,15	<u>0,18</u> 11,0	<u>2,04</u> 71,4	<u>0,26</u> 12,5	<u>0,24</u> 4,8	<u>0,64</u> 7,8	<u>1,52</u> 35,0	<u>0,08</u> 3,1	0,14	0,95	3,12	1,10
26.06.2011*	6,35	<u>0,28</u> 17,1	<u>2,00</u> 71,0	<u>0,26</u> 12,5	<u>0,12</u> 2,4	<u>0,82</u> 9,8	<u>1,50</u> 34,5	<u>0,10</u> 3,9	0,15	0,67	3,50	0,80
09.10.2011*	6,54	<u>0,40</u> 24,4	<u>3,12</u> 110,8	<u>0,50</u> 24,0	<u>0,20</u> 4,0	<u>1,64</u> 20,0	<u>2,08</u> 47,8	<u>0,10</u> 3,9	0,23	0,80	3,80	0,00
19.12.2011	6,25	<u>0,24</u> 14,6	<u>1,36</u> 48,3	<u>0,44</u> 21,1	<u>0,12</u> 2,4	<u>0,68</u> 8,3	<u>1,20</u> 27,6	<u>0,04</u> 1,6	0,12	0,80	0,50	0,00
21.05.2012	7,20	<u>0,20</u> 12,2	<u>0,12</u> 4,2	<u>0,08</u> 3,8	<u>0,16</u> 3,2	<u>0,12</u> 1,4	<u>0,11</u> 2,5	<u>0,01</u> 0,4	0,03	0,80	1,50	0,00
25.05.2012*	6,65	<u>0,03</u> 1,8	<u>2,40</u> 84,0	<u>0,30</u> 14,4	<u>0,16</u> 3,2	<u>0,44</u> 5,4	<u>2,08</u> 47,8	<u>0,05</u> 2,0	0,16	0,80	0,50	0,20
29.05.2012	6,80	<u>0,56</u> 34,2	<u>0,28</u> 9,8	<u>0,12</u> 5,8	<u>0,40</u> 8,0	<u>0,24</u> 2,9	<u>0,22</u> 5,1	<u>0,10</u> 3,9	0,07	1,60	6,00	3,00
10.12.2012*	5,05	<u>0,02</u> 1,2	<u>2,12</u> 75,3	<u>0,26</u> 12,5	<u>0,08</u> 1,6	<u>0,36</u> 4,4	<u>1,90</u> 43,7	<u>0,06</u> 2,3	0,14	1,40	0,15	0,00

\*Примітка: Проби дощової води відібрано під час і зразу після буревію

та магнію засвідчує загалом їх морське походження. Встановлено [86] зростання у 2009-2012 рр. мінералізації опадів у 1,4 – 1,8 разів, порівняно із 2003-2008 рр.

З атмосферними опадами на поверхню острова, як зазначалось вище, поступають також біофільні елементи та сполуки *НРК* (див. табл. 3.2). За даними Центру інтегрованого моніторингу ОНУ, усереднений вміст цих елементів в опадах 2009-2012 рр. становить: нітратів –  $2,99 \pm 3,40$ , амонію –  $1,23 \pm 2,46$ , фосфатів –  $0,51 \pm 2,14$  і калію –  $1,35 \pm 1,77$  мг/дм<sup>3</sup> [86].

Із сумарними (сухими і вологими) атмосферними відкладеннями на поверхню о. Зміїний, як засвідчили результати досліджень Центру

інтегрованого моніторингу ОНУ [84], поступають переважно іони морських солей (Cl, Na, SO<sub>4</sub>, Mg, Br), у значній кількості і біогени – NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, K та PO<sub>4</sub>. Максимальна інтенсивність їх випадання у весняно-літні та осінні місяці із шквальними вітрами. Найбільш інтенсивно поступають з атмосферними відкладеннями Cl- і Na-іони, тобто солі морської води – 51,2±31,8 і 22,6±14,7 мг/м<sup>2</sup>/добу відповідно у середньому за 2003-2007 рр. Інтенсивність атмосферних відкладень інших іонів складала ці роки у середньому: SO<sub>4</sub> – 10,1±6,3, Mg – 3,9±2,4, NO<sub>3</sub> – 2,95±1,83, NH<sub>4</sub> – 1,43±0,89, K – 1,38±0,83 і PO<sub>4</sub> – 0,95±0,55 мг/м<sup>2</sup>/добу. Встановлено [83] збільшення в 1,9-2,6 разів інтенсивності сумарних відкладень нітратів і сульфатів на поверхню острова у 2003-2007 рр., порівняно із попередніми 1990-1992 роками.

Атмосферні опади і відкладення на поверхню о. Зміїний та ґрунти і породи підґрунтя його території, як засвідчують дані табл. 3.3, є визначальними чинниками формування вод підґрунтового стоку (ПВ) з острова та їх хімічного складу. Так, значення рН ПВ зазвичай у межах 3,1-4,4, що ідентично значенням рН нижніх горизонтів ґрунтів і порід підґрунтя [82]. У хімічному складі ПВ різко домінують Cl- і Na-іони, у меншій кількості присутні SO<sub>4</sub>- і Mg-іони, тобто морські солі, які поступають на острів з атмосферними опадами і відкладеннями. Результати наших досліджень підтверджують висновок В. В. Добровольського [87] і В. О. Таргульяна [88] про атмосферний масосолеперенос з океанів і морів на їхні прибережжя і острови в різних природно-кліматичних зонах планети. Мінералізація ПВ у весняно-літні місяці відносно спокійної погоди в межах 1,1-1,6 г/дм<sup>3</sup>, в осінньо-зимовий період шквально-вітряної погоди зростає до 2-3 г/дм<sup>3</sup>, переважно за рахунок збільшення вмісту Cl- і Na-іонів. Констатується різке збільшення у ПВ острова, починаючи з травня 2012 р., значень їхньої мінералізації до 6-8 г/дм<sup>3</sup> та вмісту Cl- і Na-іонів у 6-8 разів порівняно із попереднім періодом. Тенденцію до збільшення значень названих показників у цей період відмічено і в атмосферних опадах (див. табл. 3.3), а за інформацією Центру інтегрованого

Таблиця 3.3

**Результати хімічного аналізу вод підґрунтового стоку о. Зміїний 2009-2012 рр. [за 82]**

Дата відбору проби ПВ	Місце відбору проби ПВ на території острова	рН	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
			ммоль/дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>								мг/дм <sup>3</sup>		
12.07.2009	Пд-Сх частина	3,35	<u>0,00</u> 0,0	<u>17,14</u> 599,9	<u>4,80</u> 230,4	<u>1,32</u> 26,4	<u>2,52</u> 30,2	<u>17,40</u> 400,2	<u>0,70</u> 27,3	1,31	54,00	1,20	28,34
20.10.2009	Пд-Зх частина	4,01	<u>0,04</u> 2,4	<u>36,68</u> 1283,8	<u>9,92</u> 476,2	<u>3,56</u> 71,2	<u>6,08</u> 73,0	<u>35,60</u> 818,8	<u>1,40</u> 54,6	2,78	9,00	1,40	50,00
17.12.2009	Східна частина	4,29	<u>0,04</u> 2,4	<u>49,24</u> 1723,4	<u>6,66</u> 319,7	<u>3,36</u> 67,2	<u>10,68</u> 128,2	<u>40,80</u> 938,4	<u>1,10</u> 42,9	3,22	0,50	1,00	11,50
10.10.2010	Східна частина	4,24	<u>0,02</u> 1,2	<u>9,09</u> 318,2	<u>8,77</u> 421,0	<u>1,10</u> 22,0	<u>3,44</u> 41,3	<u>12,60</u> 289,8	<u>0,74</u> 28,8	1,12	1,80	1,40	38,00
21.12.2010	Східна частина	3,80	<u>0,00</u> 0,0	<u>17,80</u> 623,0	<u>6,14</u> 294,7	<u>1,34</u> 26,8	<u>4,16</u> 49,9	<u>17,60</u> 404,8	<u>0,84</u> 32,8	1,44	0,00	0,00	65,00
14.05.2011*	Пн-Зх частина	3,65	<u>0,00</u> 0,0	<u>23,40</u> 819,0	<u>4,92</u> 236,2	<u>2,72</u> 54,4	<u>8,12</u> 97,4	<u>16,80</u> 386,4	<u>0,68</u> 26,5	1,62	28,00	0,80	170,00
14.05.2011*	Пд-Зх частина	3,20	<u>0,00</u> 0,0	<u>16,00</u> 560,0	<u>11,08</u> 531,8	<u>2,52</u> 50,4	<u>10,12</u> 121,4	<u>13,40</u> 308,2	<u>1,04</u> 40,6	1,61	30,00	9,50	270,00
28.06.2011*	Північна частина	3,34	<u>0,00</u> 0,0	<u>26,28</u> 919,8	<u>6,72</u> 322,6	<u>4,36</u> 87,2	<u>6,42</u> 77,0	<u>21,40</u> 492,2	<u>0,82</u> 32,0	1,93	25,00	0,77	200,00
20.10.2011	Північна частина	4,18	<u>0,00</u> 0,0	<u>25,48</u> 891,8	<u>4,42</u> 212,2	<u>1,05</u> 21,0	<u>10,39</u> 124,7	<u>18,00</u> 414,0	<u>0,46</u> 17,9	1,68	21,40	0,74	240,00
22.05.2012	Пд-Зх частина	3,28	<u>0,00</u> 0,0	<u>15,20</u> 532,0	<u>11,28</u> 541,5	<u>0,00</u> 0,0	<u>10,92</u> 131,0	<u>14,40</u> 331,2	<u>1,16</u> 45,2	1,58	64,0	14,6	320,00
24.05.2012	Північна частина	4,43	<u>0,16</u> 9,8	<u>42,12</u> 1474,6	<u>10,42</u> 500,2	<u>0,44</u> 8,8	<u>14,16</u> 169,9	<u>37,10</u> 853,3	<u>1,00</u> 39,0	3,06	18,00	1,26	175,00
26.05.2012*	Там же	3,93	<u>0,00</u> 0,0	<u>101,12</u> 3539,2	<u>16,28</u> 781,4	<u>7,20</u> 144,0	<u>19,20</u> 230,4	<u>89,00</u> 2047,0	<u>2,00</u> 78,0	6,82	14,00	0,86	58,00
30.05.2012	Там же	3,34	<u>0,00</u> 0,0	<u>93,76</u> 3281,6	<u>11,92</u> 572,1	<u>9,80</u> 196,0	<u>21,48</u> 257,8	<u>73,00</u> 1679,0	<u>1,40</u> 54,6	6,04	18,00	1,00	135,00
12.12.2012*	Північна частина	3,38	<u>0,00</u> 0,0	<u>131,56</u> 4604,6	<u>12,25</u> 588,0	<u>7,00</u> 140,0	<u>26,52</u> 318,2	<u>108,00</u> 2484,0	<u>2,29</u> 89,3	8,22	5,00	0,90	63,00
12.12.2012*	Пд-Зх частина	4,06	<u>0,00</u> 0,0	<u>108,56</u> 3799,6	<u>0,59</u> 28,3	<u>11,60</u> 232,0	<u>23,84</u> 286,1	<u>71,00</u> 1633,0	<u>2,71</u> 105,7	6,08	2,30	1,50	38,00

\*Примітка: Проби вод підґрунтового стоку відібрано на 2-3-й день після буревію та зливових дощів

моніторингу ОНУ – і в атмосферних відкладеннях на поверхню острова. Охарактеризовані вище результати аналізів хімічного складу атмосферних опадів і відкладень та ПВ острова дають підстави стверджувати, що ландшафтно- і ґрунтово-геохімічна роль атмосферних опадів у значній мірі тут зводиться до виносу солей, які поступають на поверхню, за межі ґрунтово-підґрунтової товщі. Інакше кажучи – до ролі природного знесолювального меліоратора ландшафту острова. Засолення ж ґрунтів тут найбільш вірогідне в періоди бездощів'я [7, 9].

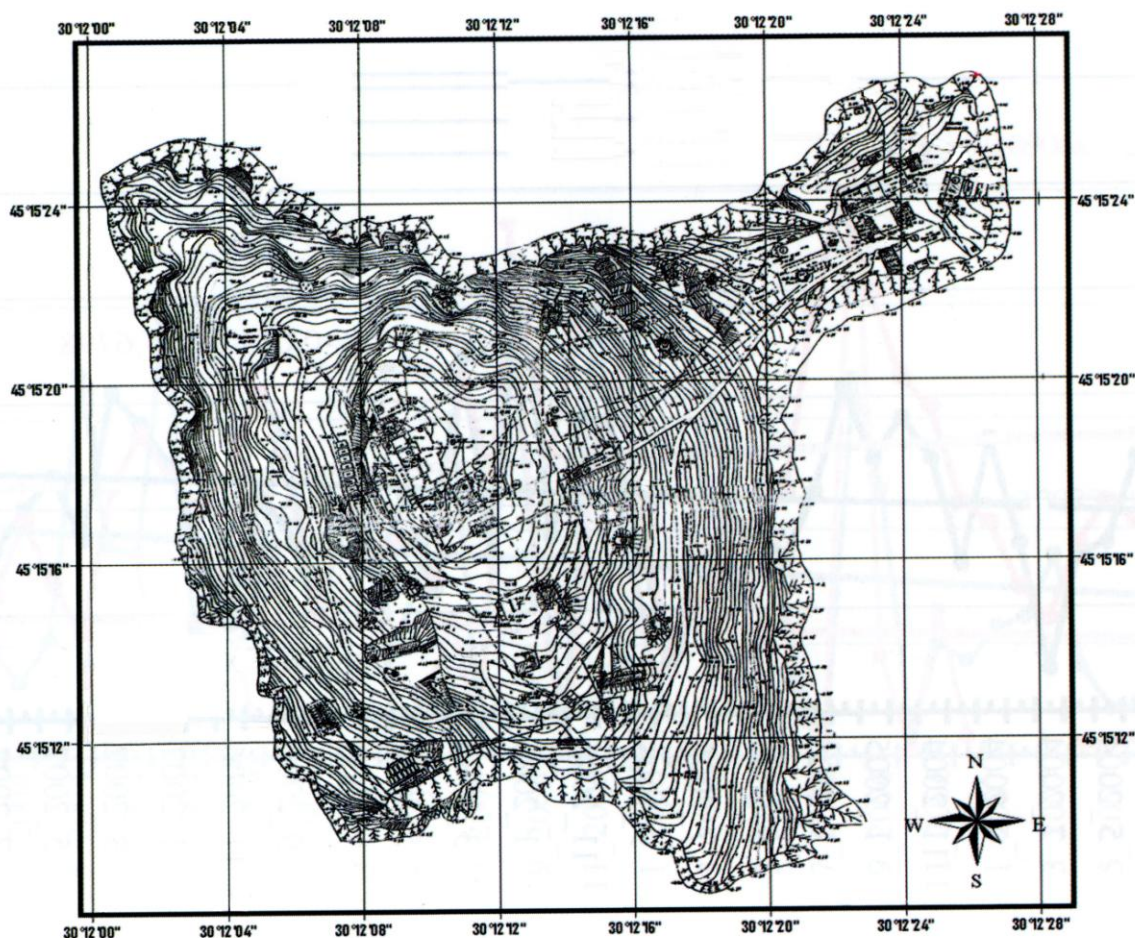
Із наведених у табл. 3.3 результатів хімічного аналізу ПВ варті уваги доволі високий вміст у водах Нітрогену і Калію, і дуже високий (до 200-300 мг/дм<sup>3</sup> і навіть більше) Фосфору, вміст яких суттєво збільшується після рясних опадів. Очевидно, мінеральні сполуки *НРК* атмосферою вологою легко вимиваються із кислих ґрунтів острова, де вміст *НРК* також високий і дуже високий (див. табл. 3.4 у п. 3.4.1), і поступають на підґрунтовий стік. А по тріщинах у щільних породах геологічної будови острова вимиті із ґрунтів солі та біофільні елементи у значній кількості поступають і в горизонти глибинних ґрунтових вод. Так, у воді із артезіанської свердловини № 1 на острові глибиною 38 м (статичний рівень води у свдловині 28,95 м) станом на 06.11.2012 р. лабораторією Центру інтегрованого моніторингу ОНУ виявлено [за 82]: Cl<sup>-</sup> – 756, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 242, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 200, N- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – 204, K<sup>+</sup> – 146, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> – 527 мг/дм<sup>3</sup>.

### **3.3. Рельєф поверхні, його роль у формуванні ландшафтно- і ґрунтово-геохімічного середовища**

Рельєф поверхні як чинник [за 29, 28, 31, 34 та ін. – умова] ландшафтно- і ґрунтоутворення слугує ретранслятором природних умов середовища. Завдяки рельєфу відбувається перерозподіл вологи і тепла, а в результаті – перерозподіл речовин і хімічних елементів, продуктів вивітрювання і ґрунтоутворення на земній поверхні. Це зумовлює просторову неоднорідність ландшафтно-геохімічних умов, а відповідно й умов ґрунтоутворення, що спричинює неоднорідність, а

часто і строкатість ҐП території.

Острів Зміїний характеризується певною неоднорідністю рельєфу території. Із наведеного на рис. 3.2 топоплану його поверхні



**Рис. 3.2. Топографічний план о. Зміїний** (вихідний масштаб знімання 1:2000, горизонталі проведені через 0,5 м) [за 14, с. 148а]

видно, що найвищою є центральна вершинно-вододільна зона гребенеподібного плато (максимальні висоти 35-41 м [14] в районі маякового комплексу), яка має загальний ухил поверхні з північного заходу на південний схід і південь. Схили східної експозиції широкопротяжні, менш протяжні схили західної експозиції, порівняно неширокі схили північної експозиції і найменш виражені у рельєфі схили південної експозиції.

Для встановлення ролі рельєфу в утворенні та поширенні ґрунтів і ҐП острова, просторових відмінностей їх речовинно-хімічного складу і властивостей у 2008-2009 рр. за нашою участю проведено геоморфо-гіпсометричне зонування поверхні о. Зміїний [4,

5]. Використано методологічні підходи та методику зонування території за геоморфно-гіпсометричною будовою в практиці вивчення і картографування ґрунтових ландшафтів, запропоновані В. М. Корсуновим та Є. Н. Красехою [45]. При проведенні зонування поверхні, крім геоморфно-гіпсометричних її відмінностей, враховувались також геологічна будова території і стан ГРП, використана ландшафтна карта острова, укладена В. М. Пашенком та Ю. М. Фаріоном [13, с. 58-60].

Виділено п'ять геоморфно-гіпсометричних рівнів (зон) поверхні острова (див. рис. 2.1), які достатньо повно охарактеризовано у наукових звітах про результати експедиційних ґрунтово-генетичних досліджень на острові за нашого співавторства [4, 5], дисертаційній роботі А. О. Буяновського [11] та нашій публікації [9]. Тут наведемо узагальнену характеристику виділених рівнів поверхні з акцентом на ролі геоморфно-гіпсометричного чинника у формуванні та просторовій диференціації умов і процесів ландшафто- і ґрунтоутворення, складу і властивостей ґрунтів.

***Рівень (зона) вершинно-вододільного гребенеподібного плато і привододільних спадистих схилів.*** Це рівень гіпсометрично найвищої континентально-денудаційної поверхні острова [за 13] з малопотужною кам'янисто-щебенюватою корою вивітрювання, що перекриває щільні скельні породи, з численними виходами останніх та їх грубоуламкових розсипів на денну поверхню сумарною площею 10-20%. Територія покрита різнотравно-злаковою степовою рослинністю, дещо кращого стану у північній частині.

***Рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5(6)°.*** Це геоморфно-гіпсометричний рівень (зона) поверхні гіпсометрично нижче вершинно-привододільного рівня території. В межах цього рівня досить відмінні між собою схили різних експозицій. Схили західної і північної експозицій краще вологозабезпечені, тут багатші степові трав'янисті місцезростання порівняно із ксероморфнішими схилами східної, й особливо південної експозицій. Схили західної експозиції дещо крутіші, тут менше виходів щільних порід. На схилах північної експозиції виділяються декілька невеликих улоговин з

ознаками структурного закладення [13] та добре розвинутою різнотравно-злаковою рослинністю на чорноземах намитих лучнуватих. Схили південної експозиції представлені переважно кам'янисто-схилувими степовими урочищами з виходами скельних порід та їх грубоуламкових розсипів.

***Рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів.*** Це рівень виположених делювіально-аккумулятивних підніж схилів. Найбільшу площу займають вони у західній та східній частинах острова. В цю зону з гіпсометрично вищих вододільно-вершинної і схилової частин поверхні з поверхневим і підґрунтовим стоком поступає додаткова волога, органо-мінеральний дрібнозем, хімічні сполуки і елементи ландшафтно-геохімічної міграції. В результаті на підніжжях схилів сформувались відносно потужніші та краще вологозабезпечені делювіально-елювіальні товщі, тут найменше виходів щільних порід та їх грубоуламкових розсипів. Різнотравно-злакова степова рослинність добре розвинена, часто з поверхневим шаром слабооторф'янілої повсті (підстилки).

***Рівень (зона) давніх морських терас.*** В. М. Пащенко [13] відносить до цього геоморфо-гіпсометричного рівня поверхні північно-східний півострівець висотою 10-14 м, терасоподібні виположення схилів на північному заході (рівень поверхні вище 20-22 м) та на південному заході острова (рівень 20-23 м). Перелічені терасоподібні фрагменти поверхні, на думку В. М. Пащенка, мають структурні і структурно-тектонічні зумовлення. Тут домінують кам'янисто-степові різнотравно-злакові урочища.

***Рівень (зона) узбережних крутосхилів і урвищ та фрагментарних ділянок сучасної морської тераси.*** Це рівень узбережних денудаційно-аккумулятивних крутосхилів та скельних урвищних кліфів висотою до 20-27 м. Тут досить часті суцільні нагромадження кам'яних брил на підніжжях берегових обривів та у смузі прибою. Зустрічаються поодинокі фрагменти кам'янисто-щебенюватих курумоземів і грубоуламкових розсипів щільних порід та степової пригніченої галофітної рослинності на первинно-примітивних (ініціальних) кам'янисто-щебенюватих ґрунтах.

Матеріали аналізу геоморфо-гіпсометричної будови о. Зміїний, її експозиційно-схилкових відмінностей та значною мірою зумовлених ними відмінностей компонентів природних ландшафтів і ГРП як їх складової послужили підставою для ідеї-гіпотези щодо ролі рельєфу у формуванні ландшафтно- і ґрунтово-геохімічної ситуації та ГП, особливостей речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів [4, 5, 9]. Висловлена думка, що в геоморфо-гіпсометричному та ландшафтно-геохімічному відношенні територія острова – це єдиний в його межах водозбірний, а відповідно і солезбірний басейн, що локально підноситься над акваторією моря. Вершинно-вододільні, схиліві, делювіально-акумулятивні, давніх морських терас та узбережно-крутосхиліві елементарні ландшафтно-геохімічні системи (ЛГС) в межах його території, споріднені водами поверхневого і латерально-підґрунтового стоку, є структурними частинами єдиного геохімічного ландшафту [за 89-91] о. Зміїний. Серія елементарних геохімічних ландшафтів від вододільного плато до місцевих депресій рельєфу, катенарно поєднаних стоком поверхневих і латерально-підґрунтових вод і розчинених в них хімічних речовин і елементів, утворює ландшафтно-геохімічну арену або каскадну ЛГС [90].

Очевидно, особливості структури та функціонування цієї ЛГС визначальною мірою залежать від рельєфу – його геоморфо-гіпсометричного рівня та експозиції, будови і форми схилів. Геоморфо-гіпсометричними та експозиційно-схилівими відмінностями рельєфу обумовлюється геохімічна автономність чи підпорядкованість елементарних ландшафтів, просторові відмінності їх формування і функціонування, відмінності гідротермічного режиму, умов міграції та акумуляції хімічних елементів і речовин, а в результаті – просторові відмінності умов і процесів ґрунотворення. Тобто, рельєф у цій природній системі слугує не тільки як важливий чинник утворення ґрунтів і ГП, а й як чинник формування ландшафтно- і ґрунтово-геохімічної ситуації загалом. Саме завдяки рельєфу формується певна ландшафтно- і ґрунтово-геохімічна упорядкованість, яка прослідковується у залежності між геоморфо-гіпсометричним рівнем території, експозицією і формами схилів та

хімізмом поверхневих і латерально-підґрунтових вод, станом степової трав'яної рослинності, особливостями ґрунтоутворювальних порід, морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей сформованих на них ґрунтів [4, 5, 7-9, 11, 72 та ін.].

Зазначимо при цьому, що схили східної і південної експозицій отримують на 5-10 до 15-20% сонячного тепла більше, тут більші витрати ґрунтової вологи на евапотранспірацію порівняно із схилами північної та західної експозицій [69, с. 16]. В результаті, як засвідчують наші та В. М. Пащенко [13] дослідження, схили північної і західної експозицій краще вологозабезпечені, з потужнішим, як буде показано в наступних розділах нашої роботи, ГРП порівняно із відносно ксероморфнішими схилами південної і східної частин його території. Практично аналогічні результати вивчення вологозабезпеченості і морфології чорноземів звичайних на схилах різних експозицій у 1994 р. наведено у доповіді П. І. Лазаренко і Р. М. Бовсуновського на IV з'їзді ґрунтознавців і агрохіміків України [92].

Отже, охарактеризовані геоморфо-гіпсометричні та експозиційно-схилі відмінності рельєфу поверхні о. Зміїний є основним чинником просторового перерозподілу тепла і вологи, продуктів вивітрювання і ґрунтоутворення, формування поверхневого і підґрунтового стоку та ландшафтно- і ґрунтово-геофімічного середовища загалом. В результаті ними зумовлюються й просторові відмінності умов і процесів утворення ґрунтів, а відповідно й формування їх морфології, речовинно-хімічного складу, властивостей і біопродуктивності, певних їх особливостей та просторових відмінностей в межах цього невеликого за площею острова.

### **3.4. Біологічний чинник ґрунтоутворення**

Згідно з теорією ґрунтоутворення, основним (провідним) чинником утворення ґрунтів є живі організми, продукти їхньої життєдіяльності та розкладу відмерлих решток. За В. В. Пономарьовою [28], живі організми – це головна причина і безпосередня рушійна сила ґрунтоутворення. Вони долучають до

процесу ґрунтотворення променевої енергії Сонця, концентрують у верхніх горизонтах зольні елементи із породи та Нітроген, є джерелом органічної складової та спричинюють глибокі перетворення мінеральної маси ґрунту і значною мірою визначають направленість ґрунтоутворювального процесу. Основними являються автотрофні організми – зелені рослини та їх біомаса, разом з тим надзвичайно важлива роль ґрунтової біоти та мікроорганізмів.

В умовах о. Зміїний структура і ґрунтоутворювальна роль біологічного чинника вирізняються певними особливостями. Острів – це рятівний клаптик суходолу для перелітних і проживаючих тут птахів, головно чайок. Їхня їжа – це виключно морська риба, багата, як відомо, Фосфором. В окремі роки, за підрахунками доцента кафедри зоології ОНУ імені І. І. Мечникова А. І. Корзюкова [70 та усне повідомлення 2012 р.], чисельність проживаючих на острові перелітних птахів сягає мільйона особин. Вочевидь, значною є маса пташиного посліду на поверхні острова, особливо в узбережній зоні скупчення птаства. Про це опосередковано можна зробити висновок із матеріалів відповідних досліджень на Сейшельських островах [93]. Тут щорічно на поверхню поступає до 7 ц/га екскрементів. На таких ділянках потужніший гумусований профіль ґрунтів, в ньому суттєво зростає вміст Нітрогену і Фосфору. Безперечно, орнітофауна – важливий чинник формування умов розвитку трав'яної рослинності на острові (джерело Нітрогену і Фосфору в ґрунтах), а вірогідно гумусо- і ґрунтотворення [7, 87]. Саме на цьому, як зазначалось раніше, акцентував увагу ще перший дослідник природи острова М. Д. Критський у 1823 р. [40, с. 159].

Основним же чинником ґрунтотворення на острові, безперечно, є степова трав'яна рослинність, якою покрито 75,5% його поверхні [17]. На більшій частині території не коситься, не випасається. Більш чи менш густа трав'яна рослинність проростає на міжскельних ділянках острова, де товщина кам'янисто-щебенюватої кори вивітрювання більше 10-12 см, тут й утворюються короткопрофільні (зазвичай потужністю до 25-45 см) чорноземні ґрунти. Останні майже 25% території – це виходи щільних скельних порід та їх

грубоуламкові розсипи із зрідженою трав'яною рослинністю у пригніченому стані і лишайниками, а часто й за їхньої відсутності. Формуються на таких ділянках примітивні кам'янисто-щебенюваті ґрунти.

Наводимо результати проведеного нами вивчення умов розвитку та біомаси степової трав'яної рослинності острова.

### **3.4.1. Природні умови розвитку рослинності**

Розвиток рослин та рівень їх біопродуктивності залежить від багатьох факторів. Найважливішими серед них є кліматичні та едафічні (ґрунтові) умови природного середовища. До кліматичних належать світло, тепло, зволоження, вітрова діяльність, а до едафічних – речовинно-хімічний склад, фізичні, фізико-механічні, хімічні та фізико-хімічні властивості ґрунтів [94-96].

Кількість атмосферних опадів на о. Зміїний, як зазначалось у п. 3.2 роботи, невелика – біля 300 мм за рік. Відповідно й вологозабезпеченість рослин за рахунок атмосферних опадів явно недостатня. Зважаючи на виключно важливу роль води у житті рослин [94, 96 та ін.], можна зробити висновок, що стан рослинності острова та обсяг утворюваної фітомаси у визначальній мірі залежить від ступеня зволоження. При цьому через досить виразні ознаки середземноморської ритміки атмосферних опадів (максимум весною-на початку літа, мінімум – з другої половини літа і восени), сезонно вираженими будуть і відмінності стану природної рослинності. Як відмічає В. М. Пащенко, весняний степ на острові добре зволожений, зелений і квітучий, різнотрав'ям із бобовими і злаками нагадує північний лучний степ, а не південний сухостеповий за кількістю опадів [13, с. 40]. А вже під час літньо-осінньої посушливої діпаузи у серпні-жовтні травостої приземкуваті з бурувато-палевим відтінком підсихаючого листя і стебел та досить часто із біло-солом'яним відтінком засохлих трав. Із кліматичних чинників несприятливою для розвитку рослин на острові є також сильна вітрова діяльність.

Щодо ґрунтів острова як едафічного середовища розвитку степової трав'яної рослинності та формування її біомаси зазначимо, що степова трав'яна рослинність належить до кальцієфільної [17, 97]. У ґП острова, як відмічалось раніше, домінують чорноземні ґрунти на ділянках між виходами щільних порід, невелику площу займають примітивні ґрунти на ділянках близького (до 10-12 см від поверхні) залягання щільних порід. ґрунти щебенювато-кам'янисті, ступінь кам'янистості посилюється вниз по профілю, що зумовлює буквально провальну водопроникність та низьку вологоємність ґрунтів. Суттєво важливими, однак несприятливими едафічними факторами розвитку рослинності, є некарбонатність ґрунтів, кисла, а часто і сильнокисла їх реакція, практично цілорічне поступання на поверхню солей з акваторії моря, пересічно хлоридів і сульфатів натрію. Разом з тим ґрунти острова, згідно із держстандартом якості за показниками родючості [98], вирізняються незвично високою гумусністю (до 10-15% і більше) та практично повсюдним дуже високим вмістом як валового нітрогену, так і доступних рослинам мінеральних форм *NPK* (табл. 3.4).

Відомо [94-96 та ін.], що основним природним джерелом нітрогену в ґрунті є рослинні рештки і гумус, діяльність азотфіксуючих мікроорганізмів, а певною мірою – надходження Нітрогену з атмосферними опадами і відкладеннями [84]. До 95-99% ґрунтового Нітрогену міститься в органічній речовині, включно з гумусом. У ґрунтах острова кількість валового *N* повсюдно більше 1% від маси дрібнозему. Максимальні його значення у верхніх горизонтах ґрунтів вододільного та привододільно-схилового рівня поверхні (табл. 3.4, розрізи ОЗ-13, 19, 20), з глибиною кількість дещо зменшується. У ґрунтах на делювіально-аккумулятивних шлейфах підніж схилів та днищах улоговин (ОЗ-15, 21), оптимально зволужуваних за рахунок надходження додаткової вологи з підвищених рівнів поверхні, валовий вміст Нітрогену зростає з глибиною, що, вірогідно, зумовлено елююванням його сполук із верхніх горизонтів з низхідними токами вологи.

Таблиця 3.4

### Вміст Нітрогену валового та доступних форм *НРК* у ґрунтах о. Зміїний

Розріз, ґрунт*	Генетич. горизонт	Глибина, см	Nвал., %	Доступні рослинам			
				N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
						За Чириковим	
мг/100 г дрібнозему							
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</b>							
ОЗ-14, Чк	Нq	6-16	не визн.	4,5	2,23	380,0	77,0
	Нpq	21-30	-//-	4,0	0,62	140,0	61,0
	Phq	30-39	-//-	2,5	0,27	160,0	41,0
ОЗ-19, Чн	Нq	5-15	1,20	3,2	1,11	180,0	62,0
	Нpq	16-24	1,20	4,0	0,38	150,0	41,0
	Phq	24-34	1,00	2,6	0,05	230,0	24,0
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5°</b>							
ОЗ-13, схил східн. експ.; Чн	Нq	4-14	1,35	4,5	0,94	120,0	24,0
	Нpq	14-23	1,30	4,0	0,20	100,0	16,0
	Phq	23-32	не визн.	2,5	0,10	100,0	18,0
ОЗ-16, схил півд. експ.; Чн	Нq	5-15	не визн.	3,7	1,65	110,0	39,0
	Нpq	17-24	-//-	1,0	0,32	110,0	34,0
ОЗ-20, схил півн. експ.; Чк	Нq	9-19	1,30	2,6	0,57	106,0	25,0
	Нpq	27-37	1,20	2,0	0,13	106,0	24,0
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин</b>							
ОЗ-15, підніжжя схилу; Чк	Нtq	7-17	1,10	3,1	1,25	210,0	56,0
	Нq	20-30	1,25	1,6	0,19	126,0	33,0
	Нpq	33-44	1,10	1,4	0,15	104,0	31,0
	Phq	44-52	не визн.	1,0	0,05	100,0	28,0
ОЗ-17, підніжжя схилу; Чк	Нq	6-16	-//-	2,2	0,85	228,0	40,0
	Нpq	20-30	-//-	1,0	0,30	400,0	31,0
	Phq	40-50	-//-	1,4	0,15	422,0	26,0
ОЗ-21, днище улоговини; Чл	Н	6-15	1,00	13,2	0,85	290,0	77,0
	[Н]	20-30	1,00	2,5	0,27	240,0	43,0
	[Н]	40-50	1,20	1,0	0,13	150,0	32,0
	Нpqgl	60-70	не визн.	1,0	0,05	116,0	31,0
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>							
ОЗ-18, Чн	Нq	2-12	не визн.	2,5	0,34	70,0	38,0
	Нpq	12-19	-//-	1,0	0,05	86,0	29,0
	Phq	19-29	-//-	1,0	0,03	130,0	25,0

\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

Загальна сума аміачного і нітратного мінерального Нітрогену у верхніх гумусових горизонтах ґрунтів острова максимальна по профілю і складає 3-5(до 7), а в лучно-південночорноземному намитому ґрунті на днищі улоговини (ОЗ-21) – 14 мг/100 г ґрунту. Причому кількість аміачного Нітрогену домінує над нітратним. Ймовірно, в умовах кислої реакції процеси мінералізації-нітрифікації органічних решток і гумусу в ґрунтах острова пригнічуються і завершуються частіше на стадії утворення аміаку [94, 95, с. 187].

Надзвичайно високий у характеризованих ґрунтах вміст рухомого Фосфору – пересічно 100-200, а інколи й 300-400 мг/100 г ґрунту. Такі значення мінімум на порядок вищі порівняно із відповідними значеннями у чорноземах півдня України на лесових породах. Дуже високий у досліджуваних ґрунтах і вміст рухомого Калію – від 24 до 77 мг/100 г ґрунту. З глибиною по профілю вміст Калію дещо знижується, але залишається найчастіше на рівні 20-30(до 40) мг/100 г ґрунту.

На нашу думку, високий вміст у ґрунтах острова доступних рослинам мінеральних форм *NPK* є результатом прогресуючої акумуляції цих елементів у процесі біоколообігу речовин та надходження на поверхню з послідом численної орнітофауни при малоінтенсивному їх біоспоживанні. Не виключається також привнесення цих елементів з атмосферними опадами та відкладеннями [84, 99]. За даними Центру інтегрованого моніторингу ОНУ щорічно на поверхню тут поступає з атмосфери  $650 \pm 27$  кг/км<sup>2</sup> *N* у формі NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> і NO<sub>2</sub> та  $41,5 \pm 2,5$  кг/км<sup>2</sup> *P* у формі PO<sub>4</sub> [84].

### **3.4.2. Рослинність та біомаса степових трав'яних ценозів, ґрунтово-гідрологічні умови їх розвитку і формування та роль у ґрунтоутворенні**

Відносна ізолюваність і тривала закритість о. Зміїний значною мірою сприяли збереженню природної рослинності на більшій частині його території. Перший дослідник тутешньої флори і ґрунтів професор Рішельєвського ліцею (м. Одеса) О. Д. Нордман у 1841 р.

побував на острові у складі експедиції і написав достатньо ємний звіт про поїздку та проведені дослідження [41]. У рослинному покриві острова ним виявлено 13 видів однорічних трав. На початку ХХ ст. рослинність острова вивчали румунські натуралісти [100, 101 та ін.]. З травня 2003 р. дослідження рослинного покриву систематично проводяться науковцями ОНУ імені І. І. Мечникова [12, 15, 16, 102 та ін.]. Розділи з характеристики рослинного покриву острова наведено у монографіях В. М. Пащенко [13] та колективу науковців Таврійського національного університету [18]. У серпні 2008 р. обстеження і картографування рослинного покриву проведено науковцями Інституту ботаніки НАН України [17].

На думку дослідників останніх років [13, 15, 17 та ін.], едафічні і кліматичні умови острова вкрай несприятливі для розвитку дерев і чагарників. Нині тут представлена виключно степова різнотравно-злакова рослинність [17]. Домінують кореневищно-злакові угруповання. Через виходи на поверхню щільних порід рослинний, а відповідно і ґґ несучільний. Трав'яною рослинністю покриті міжскельні ділянки поверхні з чорноземними ґґнтами. Рослинність посухо-, а часто і солестійка, з переважанням мезо- і ксерофітів. Основний період їх вегетації – весна-початок літа, час розквіту ефемерів і ефемероїдів. Травостої пересічно приземкуваті, сірувато-зелені весною, під час літньо-осінньої діпаузи з бурувато-палевим та біло-солом'яним відтінком сухих злаків. На примітивних ґґнтах з близьким заляганням (до 10-12 см від поверхні) щільних порід домінують ефемерно-галопетрофітні низькорослі угруповання у пригніченому стані. На кам'янистих субстратах досить часті лишайникові покриви за участю низькорослих ефемерних посухостійких злаків. У районі забудов природний рослинний покрив порушений, переважають забур'янені ділянки.

Науковцями ОНУ імені І. І. Мечникова у сучасній флорі острова вивчено 197 видів насінних рослин із 136 родів, 46 родин, трьох класів, двох відділів та один вид папоротей [12, 15, 16]. У травостої домінують із злакових: пирій лучний (*Elytrigia repens*), війник (*Calamagrostis*), анізанта покривельна (*Anisanta tectorum* (L.) Nevski),

ячмінь мишачий (*Hordeum murinum* L.), свинорий пальчастий (*Cenodon dactylon* (L.) Pers.), бромус м'який (*Bromus mollis* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.); із представників інших асоціацій – ромашка лікарська (*Matricaria recutita* (L.) Rauchert), триреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip), лобода біла (*Chenopodium album* L.), горошок мишачий (*Vicia cracca* L.), грабельки звичайні (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), хандрила ситникова (*Chondrilla juncea* L.), стелюшок середній (*Spergularia media* (L.) Presl.) і стелюшок солончаковий (*Spergularia salina* J. Presl & S. Presl.) та інші. Локально зустрічаються осока (*Carex*), очерет звичайний (Trin. ex. Steud), мальва лісова (*Malva sylvestris* L.). Констатується тенденція до мезофітизації степових фітоценозів, що проявляється у суттєвому збільшенні пирієвих асоціацій, особливо на краще вологозабезпечених делювіально-аккумулятивних підніжжях схилів та днищах улоговин. Аналогічний процес мезофітизації степової трав'яної рослинності і раніше констатували Т. Л. Бистрицька і В. В. Осичнюк на території Хомутовського заповідного степу Приазов'я [103] та А. І. Кривульченко в межах сухостепової підзони Причорномор'я і Приазов'я [104].

На щільних породах, що виходять на денну поверхню о. Зміїний, та на грубоуламкових продуктах їх розрушення виявлено 71 вид, 33 роди, 20 родин та 10 порядків літофільних лишайників [102].

За густотою і проективним покриттям травостої – від розріджених пригніченого стану на ділянках близького залягання щільних порід та антропогенного порушення до найбагатших з потужною високотравною рослинністю на ділянках кращого вологозабезпечення та потужнішої чорноземно-грунтової високогумусної товщі суглинкового складу. Найгустіша, зазвичай, високотравна рослинність на делювіально-аккумулятивних виположених підніжжях схилів та днищах улоговин і понижень, а також на краще вологозабезпечених схилах західної і північної частин острова.

Під покривом природної трав'яної рослинності у верхній частині профілю ґрунтів формується горизонт дернини (Nd), який більш як наполовину складається із густопереплетених живих коренів і кореневищ. Потужність, а певною мірою і щільність дернини зростає на краще розвинених (потужніших) ґрунтах, особливо в умовах кращого вологозабезпечення (ключові ділянки ОЗ – 15, 17, 19-21). На горизонт ґрунтової дернини щорічно накладається опад відмерлої надземної фітомаси (45-100% її маси [37]), утворюючи шар (горизонт) наземної трав'яної підстилки – степової повсті (Hc). Горизонт Hc мульчує поверхню ґрунту, сприяє накопиченню вологи та уповільненню випаровування води з ґрунту [25, 97, 103, 105]. Маса повсті поступово ущільнюється і з часом розкладається. Якщо верхній її шар – це зазвичай слабзорозкладений опад, то в середньому шарі (шарі ферментації [за 30, 65]) опад уже розрушений і лише частково зберігає свою форму. А нижній (наземний) шар повсті на горизонті дернини (шар гуміфікації) – це уже однорідна органо-мінеральна маса без видимих рослинних решток. Як шар гуміфікації, так певною мірою й шар ферментації активно освоюються коренями трав. В результаті горизонт ґрунтової дернини поступово "товщає" догори, залучаючи до свого складу шари ферментації-гуміфікації наземної повсті. З плином часу поступово формується поверхневий органогенний горизонт Hc+Nd, потужність якого також наростає догори, що, безперечно, інтенсифікує процеси гумусо- і чорноземоутворення, а в результаті – і потовщення профілю тутешніх ґрунтів. Під потужнішою високотравною рослинністю на понижених ділянках органогенний горизонт Nd+Hc найпотужніший – до 8-10 і навіть 12 см, часто з ознаками оторфування.

Ще з праць фундаторів ґрунтознавства Докучаєва та Костичева [21, 22, 105], публікацій дослідників наступних років [23, 25, 29, 68, 103 та ін.] відомо, що суттєво важливими біочинниками ґрунтоутворення під степовою трав'яною рослинністю, і чорноземоутворення зокрема, є сумарна біомаса степових ценозів. Це запаси надземної фітомаси живих трав, біомаса коріння (ризомаса), опад відмерлої надземної рослинності та її коренів. Важлива також

грунтотворна роль прижиттєвих виділень активних коренів рослин [106, 107 та ін.]. Однак, визначення біомаси степових трав'яних ценозів на острові дотепер не проводилось.

З метою визначення біомаси трав'яних фітоценозів острова, розподілу надземної і кореневої її складових, просторових відмінностей біопродуктивності залежно від ґрунтового-гідрологічних умов території, ролі та потенціалу степової трав'яної рослинності у ґрунтоутворенні вперше на острові у липні 2009 р. нами проведено фітоценотично-ґрунтові дослідження на 9 ключових ділянках в межах чотирьох геоморфно-гіпсометричних рівнів поверхні. Визначено надземну масу живих трав та їх нерозкладеного опаду, біомасу горизонтів степової повсті Нс + ґрунтової дернини Нд, ризомасу трав у гумусово-аккумулятивному Н чи Нq і гумусово-перехідному Нрq і Рhq горизонтах ґрунтів. Загальні відомості про рослинний покрив ділянок досліджень та умови його розвитку наведено у табл. 3.5, а результати визначення біомаси трав'яних фітоценозів – у додатку А та ілюстративно на рис. 3.3 по тексту. Матеріали проведених фітоценотично-ґрунтових досліджень висвітлено у двох наших публікаціях [108, 109].

Отримані результати засвідчують, що стан трав'яної рослинності острова та рівень її біопродуктивності у визначальній мірі залежать від вологозабезпеченості, потужності ґрунтового субстрату та його гранулометричного складу. Найсприятливіші умови для розвитку рослинності на виположених делювіально-аккумулятивних підніжжях схилів (ОЗ-15) та днищах понижень (ОЗ-21), куди з поверхневим і підґрунтовым стоком поступає додаткова (до атмосферної) волога. Відносно кращі умови для розвитку трав'яної рослинності і на вологозабезпеченіших схилах західної і північної експозицій (ОЗ-17, 19, 20), порівняно із ксероморфнішими схилами східної і південної експозицій (ОЗ-13, 14, 16). Зазначимо, що на ділянках кращого вологозабезпечення потужніша товща високогумусного ґрунтового субстрату суглинкового гранулометричного складу, потужніший покрив трав'яної рослинності

Таблиця 3.5

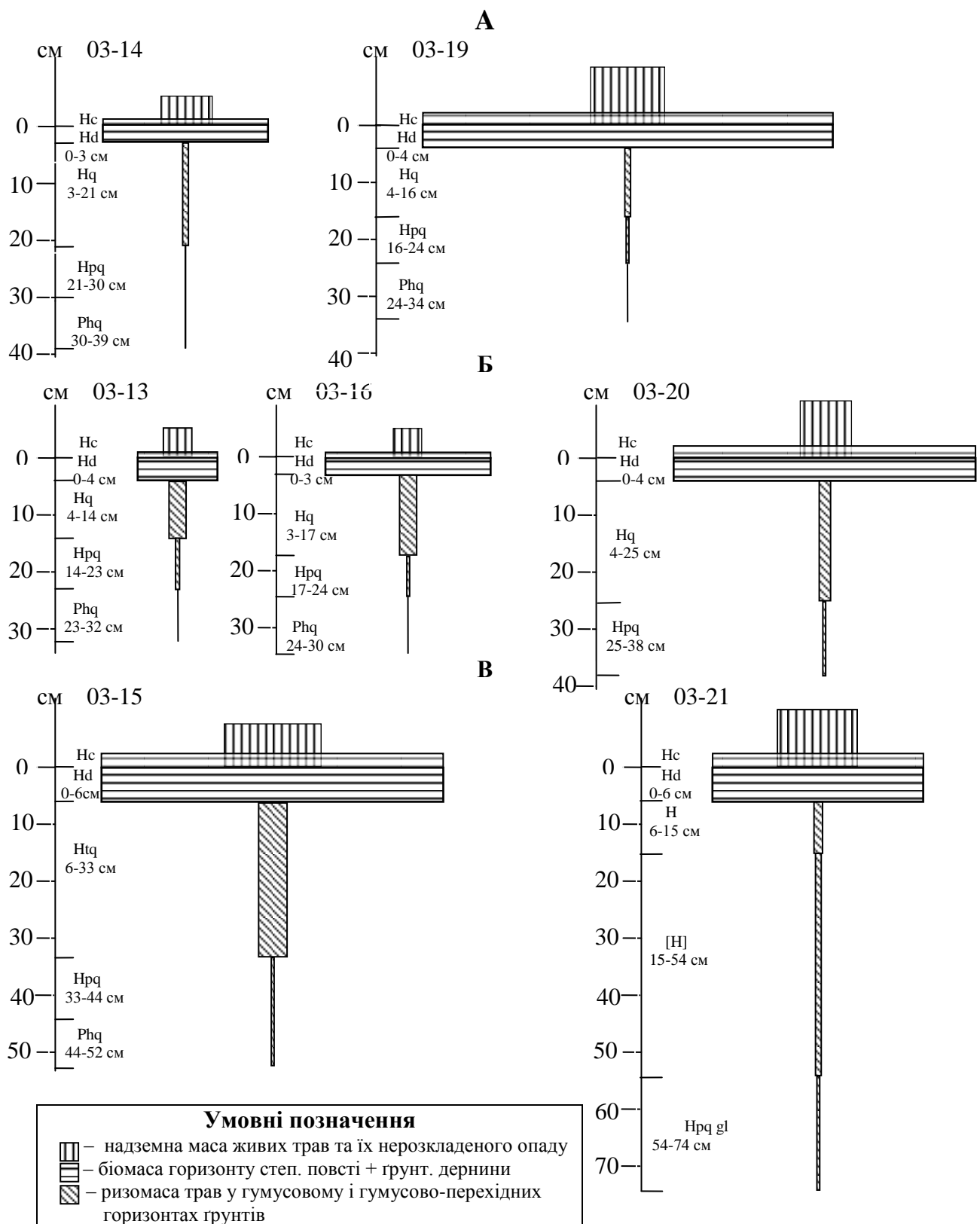
### Загальна характеристика рослинного покриву ключових ділянок досліджень та умов його розвитку

Ключові ділянки	Місцеположення, рельєф	Порівняльна оцінка зволоження	Ґрунт*	Загальна характеристика рослинного покриву	Висота травостою, см: <u>середня</u> межі варіювання	Нижня межа профілю ґрунту та обліку ризомаси трав, см
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</b>						
ОЗ-14	Південна частина вододільного плато, слабкий ухил південної експозиції	Атмосферне, менше середнього	Чк	Добре сформований, домінують свинорій пальчастий, ячмінь мишачий, грабельки звичайні, мальва	<u>30</u> 25-33	39
ОЗ-19	Північна частина вододільного плато	Атмосферне, краще зберігається волога у ґрунті	Чн	Потужна високотравна степова рослинність із домінуванням пирію лучного	<u>84</u> 74-87	38
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5 (6)°</b>						
ОЗ-13	Східна частина острова, схил східної експозиції	Атмосферне, менше середнього	Чн	Рослинний покрив гірший порівняно із вододільним плато. Домінують у травостої свинорій пальчастий, астра, хандрила ситникова	<u>25</u> 23-30	32
ОЗ-16	Південна частина острова, схил південної експозиції	Атмосферне, менше середнього	Чн	Травостій розріджений, домінують свинорій пальчастий, анізанта покрівельна, хандрила ситникова	<u>25</u> 22-40	34
ОЗ-20	Північна частина острова, схил північної експозиції	Атмосферне, краще зберігається волога у ґрунті	Чк	Потужна високотравна степова рослинність із домінуванням злакових – пирій лучний, війник, свинорій пальчастий	<u>84</u> 74-87	38
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин</b>						
ОЗ-15	Південно-східна частина острова, виположений шлейф у підніжжі схилу	Оптимальне за рахунок поступання додаткової вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком	Чк	Потужна лучно-степова рослинність із домінуванням злакових - пирій лучний, свинорій пальчастий, війник	<u>44</u> 38-53	52

Ключові ділянки	Місцеположення, рельєф	Порівняльна оцінка зволоження	Грун*	Загальна характеристика рослинного покриву	Висота травостою, см: <u>середня</u> межі варіювання	Нижня межа профілю ґрунту та обліку ризомаси трав, см
ОЗ-17	Західна частина острова, виположена шлейфово-акумулятивна смуга у підніжжі схилу	Атмосферне, вище середнього	Чк	Високотравна степова рослинність, дещо антропогенно змінена, із домінуванням злакових – пирій лучний, ячмінь мишачий	<u>85</u> 76-100	51
ОЗ-21	Північна схилова частина острова. Днище улоговини глибиною 2-3 м	Оптимальне за рахунок поступання додаткової вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком	Чл	Багата високотравна рослинність із домінуванням злакових – війник, пирій лучний, свинорій пальчастий	<u>72</u> 60-95	74
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</i></b>						
ОЗ-18	Північно-західна виположено-рівнинна частина острова	Атмосферне, вище середнього	Чн	Рослинність у середньому стані, дещо антропогенно змінена, із домінуванням злакових – свинорій пальчастий, фестука валійська	<u>25</u> 17-33	29

\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

та більша її сумарна біомаса. Середня висота травостою тут складає 75-80 см проти 25-30 см у східній і 116 т/га. В умовах же ксероморфніших східної і південної частин острова (ОЗ-13, 14, 16) сумарна біомаса трав'яної рослинності у 3-4 (5) разів менше. Порядку 60-70% сумарної біомаси трав зосереджено у горизонті ґрунтової дернини Nd та наземному шарі степової повсті Нс. В абсолютних величинах – це пересічно 45-65 до 76 т/га під потужною високотравною рослинністю на ділянках кращого південній частинах острова гіршої вологозабезпеченості та менш потужної ґрунтової товщі. Сумарна біомаса трав'яних фітоценозів на краще вологозабезпечених ділянках сягає 70-85, а на ділянці ОЗ-15 – вологозабезпечення і лише 10-20 т/га в умовах відносно ксероморфніших



**Рис. 3. 3. Розподіл надземної та підземної маси степових трав'яних фітоценозів о. Зміний, липень 2009 р. (масштаб –  $1\text{см}^2=15\text{ т/га}$  біомаси)**

**Місцезоналення ключових ділянок:**

**А** – рівень вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів (ОЗ-14 і ОЗ-19)

**Б** – рівень схилових місцевостей: східної (ОЗ-13), південної (ОЗ-16) та північної (ОЗ-20) експозицій

**В** – рівень делювіально-аккумулятивних підніж схилів (ОЗ-15) та днищ улоговин (ОЗ-21)

східної і південної частин острова. При цьому під високотравною рослинністю на ділянках кращого вологозабезпечення маса органогенного горизонту Nd+Ns зазвичай вологіша, часто з ознаками оторфування. Надземна маса живих трав та їх нерозкладеного опаду також суттєво різниться залежно від ступеня вологозабезпечення – 3-7 т/га на ксероморфніших схилах східної і південної експозицій і 13-21 т/га в умовах кращого вологозабезпечення. Це складає пересічно 14-25, максимум 28% сумарної біомаси трав'яних фітоценозів (див. додаток А).

Маса коріння трав у гумусово-акумулятивному і перехідних горизонтах ґрунтів ділянок досліджень відносно невелика – від 2-7 до 20 т/га на ділянці ОЗ-15, що зазвичай складає 9-18% (в умовах гіршого зволоження 21-26%) сумарної біомаси трав'яних фітоценозів. Ймовірна причина порівняно невисокої частки ризомаси трав'яної рослинності острова у величині її сумарної біомаси – короткопрофільність ґрунтів, висока їх кам'янистість, особливо в нижній частині профілю, що безперечно є перешкодою для формування потужної кореневої системи. В результаті основна маса коренів трав зосереджена у верхньому періодично зволожуваному та більш гумусованому і менш кам'янистому гумусово-акумулятивному горизонті Нq (Н) до глибини пересічно 15-25 см. Причому потужність горизонту максимального вмісту коренів прямо залежить від потужності профілю ґрунтів: чим потужніший ґрунт, тим потужніший і його максимально кореневмісний горизонт. Виразно це ілюструється на прикладі ділянок ОЗ-15 і ОЗ-21 з найбільш потужною ґрунтово-підґрунтовою товщею – 52 і 74 см відповідно. Як бачимо із рис. 3.4 і додатка А, потужність максимально кореневмісного горизонту на ділянці ОЗ-15 складає 33 см, а на ОЗ-21 на днищі улоговини – 54 см. На більшій же частині території острова потужність максимально кореневмісного горизонту 12-18 см [108, 109]. Практично аналогічний характер розподілу надземної і підземної складових сумарної біомаси степових трав'яних фітоценозів і зосередженості більшої частини біомаси у приповерхневому горизонті ґрунтової дернини + наземному шарі

степової повсті раніше встановлено і в Хомутовському заповідному степу [103] та на Кримській яйлі [68].

Проведені нами фітоценотично-грунтові дослідження засвідчили також, що навіть за слабкого антропогенного впливу погіршується стан трав'яної рослинності та суттєво зменшується її біопродуктивність (див. табл. 3.5 і додаток А, ОЗ-17 і 18). При цьому сумарна біомаса трав'яних ценозів знижується у 2-3(4) рази порівняно з ділянками незайманого степу. Найбільше при цьому зменшення надземної маси живих трав і цього річного їхнього опаду та маси приповерхнево-наземного органогенного горизонту ґрунтової дернини + степової повсті, суттєво зменшується також ризомаса трав. Аналогічні тенденції зміни степово-трав'яних ценозів і приблизно такі ж рівні зменшення їх біопродуктивності раніше були встановлені для умов пасовищного і сінокісного використання трав'яних фітоценозів Хомутовського степу [103]. В умовах же інтенсивної змінності-перетвореності ділянок поверхні о. Зміїний об'єктами забудови, господарської інфраструктури та оборонного призначення частіше констатується повна деградація як природних трав'яних фітоценозів, так значною мірою і сформованих тут ґрунтів [108, 109].

У світлі викладених вище результатів фітоценотично-ґрунтових досліджень з констатацією високої сумарної біомаси степових трав'яних фітоценозів острова, зосередженості її в органогенному горизонті ґрунтової дернини + наземної степової повсті, надземній масі трав та максимально кореневмісному гумусово-акумулятивному горизонті ґрунту до глибини пересічно 15-25 см постає питання щодо вологозабезпечення рослинності за умов недостатнього атмосферного зволоження і кам'янистості ґрунтового субстрату. Тобто, питання гідрологічної (водно-фізичної) характеристики ґрунтів острова як основної передумови розвитку трав'яної рослинності та формування її біомаси. За відправну позицію з'ясування цього питання нами обрано висновок В. А. Ковди [24] про те, що під покривом трав'яної рослинності промивний режим ґрунту послаблюється і панівним стає транспіраційно-випаровувальний водний режим. При цьому більша частина вологи атмосферних опадів (до 80-90%) утримується ґрунтом

та наземною підстилкою і надалі витрачається на транспірацію рослин і випаровування.

З метою оцінки забезпеченості рослин острова вологою в ґрунтах ділянок наших досліджень визначено наступні гідрологічні характеристики (константи за [65]): максимальну гігроскопічну вологість, вологість стійкого пов'язання рослин, найменшу вологоємність та запаси продуктивної вологи. Дослідження проведено за загальноприйнятими методиками [58, 62] в модифікації науковців Московського університету [65]. Ґрунтово-гідрологічні константи визначено у горизонтах ґрунтової дернини Hd та гумусово-акумулятивних горизонтах Hq чи H (табл. 3.6). Саме в цих горизонтах, як зазначалось вище, зосереджена основна маса коренів трав, через які й здійснюється вологозабезпечення рослин. Результати досліджень висвітлено в нашій статті [9].

Результати проведеного нами визначення ґрунтово-гідрологічних констант [109]. засвідчили надзвичайно високу здатність степових трав'яних фітоценозів, і зокрема їх органогенного горизонту ґрунтової дернини + наземної підстилки та верхніх високогумусних горизонтів ґрунтів запасати й утримувати вологу. Показними в цьому відношенні є значення найменшої вологоємності (НВ). Так, у горизонтах ґрунтової дернини НВ на рівні 270-330%, що близько до значень повної вологоємності в органогенних горизонтах [65]. Відповідно у кожному з цих горизонтів дернини потужністю 3-6 см може утримуватися від 18 до 54 мм атмосферної вологи, з них від 16 до 48 мм вологи продуктивної (див. табл. 3.6). У верхніх гумусово-акумулятивних горизонтах ґрунтів, які зазвичай співпадають із горизонтами максимально кореневмісними, значення НВ також високі – на рівні 40-50, до 60%, відповідно й високі її величини у міліметрах. В результаті приповерхневі горизонти дернини та гумусово-акумулятивні горизонти ґрунтів острова потужністю до 15-25 см можуть утримувати від 70 до 90-128 мм атмосферної вологи, з них 57-103 мм продуктивної. Із збільшенням потужності кореневмісного горизонту до 33 см в умовах ділянки ОЗ-15 на делювіально-акумулятивному підніжжі схилу в ньому може

Таблиця 3.6

## Гідрологічні характеристики ґрунтів ключових ділянок досліджень

Ключові ділянки	Горизонт	Глибина, см	Максимальна гігроскопічна вологість		Вологість стійкого пов'язання рослин		Найменша вологоємність		Запаси продукт. вологи, мм	
			%	мм	%	мм	%	мм		
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</i>										
ОЗ-14	Hd	0-3	22,89	1,51	30,67	2,02	276,61	18,26	16,24	
	Hq	3-21	7,34	12,51	9,84	16,77	39,53	67,38	50,61	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-21 см								<b>85,64</b>	<b>66,85</b>	
ОЗ-19	Hd	0-4	18,74	2,17	25,11	2,91	230,30	26,71	23,80	
	Hq	4-16	7,95	8,14	10,65	10,90	46,38	47,47	36,57	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-16 см								<b>74,18</b>	<b>60,37</b>	
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5 (6)°</i>										
ОЗ-13	Hd	0-4	26,30	2,84	35,24	3,80	326,17	35,23	31,43	
	Hq	4-14	6,08	4,03	8,15	5,40	47,63	31,58	26,18	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-14 см								<b>66,81</b>	<b>57,61</b>	
ОЗ-16	Hd	0-3	27,27	1,80	36,54	2,41	321,97	21,25	18,84	
	Hq	3-17	8,90	11,21	11,93	15,03	41,30	52,04	37,01	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-17 см								<b>73,29</b>	<b>55,85</b>	
ОЗ-20	Hd	0-4	24,88	2,89	33,34	3,87	270,35	31,36	27,49	
	Hq	4-25	8,08	16,34	10,83	21,90	48,18	97,43	75,53	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-25 см								<b>128,79</b>	<b>103,02</b>	
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин</i>										
ОЗ-15	Hd	0-6	25,49	4,59	34,16	6,15	301,14	54,20	48,05	
	Htq	0-17	8,97	7,23	12,02	9,69	41,95	33,82	24,13	
	Разом у верхньому шарі ґрунту 0-17 см								<b>88,02</b>	<b>72,18</b>
	Hq	17-33	8,97	12,01	12,02	16,10	57,30	76,74	60,64	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-33 см								<b>164,76</b>	<b>132,82</b>	
ОЗ-21	Hd	0-6	23,52	4,09	31,52	5,48	303,16	52,75	47,27	
	H	6-15	12,52	10,56	16,78	14,15	64,64	54,51	40,36	
	Разом у верхньому шарі ґрунту 0-15 см								<b>107,26</b>	<b>87,63</b>
	[H]	15-54	8,36	35,08	11,20	47,00	75,96	318,76	271,76	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-54 см								<b>426,02</b>	<b>359,39</b>	
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</i>										
ОЗ-18	Hd	0-2	19,36	0,97	25,94	1,30	328,88	16,44	15,14	
	Hq	2-12	5,78	4,52	7,74	6,06	21,30	16,68	10,62	
Разом у верхньому шарі ґрунту 0-12 см								<b>33,12</b>	<b>25,76</b>	

утримуватись 165 мм вологи, з них 133 мм продуктивної, а в умовах ділянки ОЗ-21 на днищі улоговини із потужністю кореневмісного горизонту 54 см – відповідно 426 і 359 мм вологи.

Приблизно такого ж порядку значення показників гідрологічних характеристик ґрунтів острова отримано і науковцями Дніпропетровського національного університету [19].

Викладені результати проведених нами досліджень дають підстави стверджувати, що під степовою трав'яною рослинністю о. Зміїний волога атмосферних опадів акумулюється переважно у верхніх горизонтах дернини і степової повсті та гумусово-акумулятивних горизонтах ґрунтів, де зосереджена основна маса коренів трав. Акумуляовану в цих горизонтах вологу рослини витрачають виключно на транспірацію і формування біомаси, в результаті поверхневий, і особливо підґрунтовий стік води малоінтенсивні і зазвичай швидкоплинні. Очевидно, розвиток ерозійних процесів тут маловірогідний, що встановлено і для інших степових територій з покривом трав'яної рослинності багатьма дослідниками, починаючи з класиків ґрунтознавчої науки [17, 21, 25, 103, 105 та ін.].

### **3.5. Ґрунтоутворювальний потенціал природних чинників ґрунтотворення**

Як зазначалось у першому розділі нашої роботи, ґрунт – це особливе природно-історичне утворення, результат складної і тривалої взаємодії клімату, ґрунтоутворювальної породи (підґрунтя), рослинних і тваринних організмів та рельєфу впродовж віку (часу) ґрунтотворення. Нині до цих п'яти природних чинників долучено чинник антропогенного впливу на процес ґрунтотворення, ґрунт і ГП території. Відповідно кожен із перелічених чинників характеризується здатністю сумісно з іншими утворювати ґрунт. При цьому кожному з них належить певна частка вкладу в матеріальну основу та динаміку процесу утворення, функціонування і еволюції ґрунту. З метою оцінки здатності чинника утворювати ґрунт, частки

вкладу його в матеріальну основу та динаміку ґрунотворення В. О. Таргульян у 1982 р. [110], а в подальшому із співавторами [111, 112], М. А. Глазовська та О. М. Геннадієв [113] запропонували поняття "ґрунтоутворювальний потенціал природних чинників ґрунотворення", під яким розуміється здатність (можливість) чинника формувати ґрунт і ґрунтовий покрив з будь-якого твердофазного субстрату. Авторами оцінено у загальних рисах ґрунтоутворювальний потенціал клімату і біоти (flux-factors), ґрунтоутворювальних порід як вихідного субстрату (site-factor) та рельєфу місцевості (site-factor). Розглянуто різні варіанти реалізації потенціалу ґрунотворення природних чинників: профільно-горизонтний (результат поєднання часткових потенціалів формування морфологічної структури і властивостей ґрунту), мінералого-трансформаційний (за ступенем трансформації мінералогічного і гранулометричного складу вихідної породи), орґано-профільний (реалізація орґано-акумулятивної функції ґрунтів) та ємнісно-сорбційний (співставлення величини ємності катіонного обміну ґрунтів з теоретично можливою).

В. І. Михайлюк у 2004 році [114] запропонував концепцію ґрунтоутворювального режиму території (ГРТ), яка дозволяє аналізувати і моделювати не тільки окремі процеси або дії чинників природно-географічного середовища на процеси і ґрунти, але й цілісно функціонуючу їхню систему. ГРТ є комплексом ґрунтоутворювальних потенціалів чинників ґрунотворення, ґрунтоутворювальних процесів та ґрунтових часових катен території, якими зумовлюється комплекс ЕґП, структура ҐП, тренд розвитку окремих ґрунтів і структури ҐП, парагенез компонентів системи і підсистем тощо.

У світлі схарактеризованих вище напрацювань з оцінки ґрунтоутворювального потенціалу природних чинників ґрунотворення і наведеної вище характеристики природних умов о. Зміїний та їх географо-генетичних особливостей нами уперше здійснено спробу оцінити роль та потенціал природних умов острова як чинників утворення тутешніх ґрунтів і ґрунтового покриву [115].

Загальновідомо, що ґрунтотворення – це тривалий і складний природний процес утворення ґрунту із гірської породи земної поверхні під впливом (дією) живих організмів, продуктів їх життєдіяльності та розкладу і гуміфікації відмерлих органічних решток в певних умовах природно-географічного середовища. Зі сказаного випливає, що геологічний і біологічний чинники вносять найбільший субстантивний вклад у процес ґрунтотворення. При цьому логічно постає питання про співставимість вкладів цих двох чинників у матеріальну основу ґрунтотворення. Адже маса органічної речовини у декілька разів менше маси геологічної породи, та й зосереджена суттєво більша частина маси органіки у верхній частині профілю ґрунту. Ймовірно, оцінювати рівень вкладу цих матеріальних компонентів природного середовища тільки за співвідношенням їхніх мас у певний момент процесу ґрунтотворення неправомірно. Справа в тому, що мінеральні геологічні речовини поверхні Землі досить інертні, в процесі ґрунтотворення їх маса частіше не збільшується. В той же час маса щорічно продукованої організмами речовини, навпаки, регулярно поступає в ґрунт і динамічно наростає та обновлюється, найбільшою мірою – у верхній частині ґрунтового профілю та горизонті (шарі) наземної підстилки. Цим зумовлюється найвищий вміст гумусу та органічного детриту саме у верхніх горизонтах ґрунтів, збагаченість їх Нітрогеном та зольними елементами, в т. ч. *Ca*, *Mg*, *K*, *P* та ін. З плином часу інтенсивнішає ґрунтоутворювальна роль і вплив органічного чинника на морфологію, склад і властивості утворюваного під його дією ґрунту [21-25, 29, 34 та ін.].

Острів Зміїний з доволі специфічними природно-географічними умовами середовища може слугувати ілюстрацією визначальної ролі біологічного чинника у ґрунтотворенні, навіть за умови близького залягання від поверхні щільних порід та малопотужної кам'янистої кори їх вивітрювання. Як зазначалось вище, ділянки поверхні між виходами щільних порід покриті степовою трав'яною рослинністю достатньо високої сумарної біомаси, основна частка якої (60-70%) зосереджена у верхній частині ґрунтового профілю та наземному

шарі степової повсті. Після відмирання біомаса трав розкладається, а в значній кількості і трансформується у гумусові речовини, що й зумовлює утворення незвично високогумусних (до 10-15% гумусу і більше) чорноземних ґрунтів, потужність яких з плином часу наростає догори. І чим кращі умови для розвитку трав'яної рослинності за ступенем вологозабезпеченості і потужністю ґрунтового субстрату, тим більша біомаса трав'яних фітоценозів, очевидніше збільшення гумусності і потужності чорноземних ґрунтів.

При розкладі трав'яного опаду вивільняються елементи живлення рослин (зокрема *Ca*, *K*, *N*, *P*, *Mg* та ін.), які систематично поступають у ґрунт і залучаються до біологічного колообігу речовин. З часом вміст їх у ґрунті, як і гумусу, поступово збільшується. Можна зробити висновок, що незвично високий вміст у чорноземних ґрунтах острова гумусу і біофільних елементів є результатом прогресуючої їх акумуляції в процесі функціонування системи "трав'яна рослинність – ґрунт". Рослини тут є активним учасником колообігу речовин та першопричиною інтенсифікації процесу гумусо- і чорноземоутворення, біогенізації профілю, речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів. У протіканні цих процесів певна роль належить і посліду численної мешкаючої на острові і транзитної орнітофауни [7, 10, 41 та ін.], а можливо і біофільним елементам, які поступають на поверхню з атмосферними опадами і відкладеннями [82, 84, 9].

Вищі зелені рослини впливають на ґрунт і ґрунтотворення не тільки відмерлими органічними рештками. Ще при житті вони продукують в ґрунт через активну частину коренів різні органічні і мінеральні компоненти – органічні кислоти, іони  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , амінокислоти, ферменти, гелеподібні виділення тощо [96, 106, 107 та ін.]. За підрахунками І. М. Гоголева [107], на створення 1 г органічної речовини трав'яні рослини поглинають з ґрунту від 0,95 до 2,00 ммоль катіонів, а отже, стільки ж протонів  $\text{H}^+$  десорбують у ґрунт, які й активно змінюють його мінеральну основу.

Виходячи із визначення сутності ґрунтотворення, наведеного на початку цього підрозділу, гірські породи земної поверхні – другий за значенням (після біологічного) чинник ґрунтотворення. Це

матеріальна основа ґрунту та процесу його утворення. В процесі ґрунтоутворення породи піддаються прямому чи опосередкованому впливу (дії) рослинних, тваринних і мікроорганізмів, клімато-гідрологічних і атмосферно-хімічних чинників, що призводить до їх трансформації у горизонти ґрунтового профілю та педосфери [23, 29, 34, 113 та ін.]. І, безперечно, щільність, характер складення, речовинно-хімічний склад і властивості ґрунтоутворювальних порід накладають відбиток на процес утворення і морфолого-генетичні особливості сформованих на них ґрунтів. Від вихідних гірських порід ґрунти успадковують гранулометричний, хімічний і мінералогічний склад, від них значною мірою залежать фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості утворених на цих породах ґрунтів. І ґрунтоутворювальний потенціал вихідної гірської породи (підґрунтя), за визначенням В. О. Таргульяна і співавторів [110-112], оцінюється здатністю породи трансформуватися у нове орґано-мінеральне утворення з новим складом і властивостями, нові структури, утворювані в процесі педогенези.

*Конкретніше щодо ґрунтоутворювальної ролі і потенціалу ґрунтоутворювальних порід в умовах о. Зміїний.* Вихідними (материнськими) породами для ґрунтоутворення, як відмічалось раніше, тут слугує малопотужний щебенювато-кам'янистий елювій чи елюво-делювій щільних силікатних порід значної міцності. Мала потужність ґрунтоутворювального субстрату є природною перепорою для формування потужної кореневої системи рослин, а відповідно й повнопрофільних ґрунтів. Тут утворилися чорноземні *неповнорозвинені* і *короткопрофільні* ґрунти із потужністю гумусованого профілю до 25 і 26-45 см відповідно [за 116, с. 34]. А на ділянках близького залягання від поверхні (до 5-10 см) щільних порід утворились / утворюються ґрунти *примітивні* [117]. Особливостями складу і властивостей ґрунтоутворювальних порід зумовлено ряд географо-генетичних особливостей морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей утворених на них ґрунтів, які аналізуватимуться у двох наступних розділах нашої роботи.

У плані оцінки впливу вихідних гірських порід острова на утворення ґрунтів і ГП відмітимо ще наступне. У зв'язку із повсюдними виходами на денну поверхню щільних порід та їхніх грубоуламкових розсипів ГРП острова локально-фрагментарний із різною просторовою потужністю ґрунтових профілів залежно від глибини залягання порід [118]. Сильна кам'янистість кори вивітрювання і сформованих на ній ґрунтів зумовлює дуже високу їх водопроникність та швидку зміну поверхневого стоку води на підґрунтовий. В результаті, як зазначалось у п.п. 3.2 і 3.4 нашої роботи, делювіальні процеси на острові під покривом трав'яної рослинності малоінтенсивні, а процеси ерозії ґрунтів малоімовірні.

Клімат та атмосферно-хімічні умови території впливають на ґрунт і ґрунтоутворення як безпосередньо, зумовлюючи рівень енергетичного забезпечення і гідротермічний режим ґрунту, так й опосередковано, впливаючи на інші чинники ґрунтоутворення і ландшафтно-геохімічну ситуацію загалом (процеси міграції хімічних елементів і речовин, ґрунтоутворювальні і підстильні породи та їх вивітрювання, рослинність і життєдіяльність організмів тощо). Із кліматичних та атмосферно-хімічних умов (див. п. 3.2 роботи) важливими для ландшафто- і ґрунтоутворення є променева енергія сонця, кількість атмосферних опадів та їх хімічний склад, маса та хімічний склад атмосферних відкладень на земну поверхню. І ґрунтоутворювальний потенціал клімато-атмосферно-хімічного чинника, у світлі наукових ідей та висновків В. О. Таргульяна і співавторів [110, 111 та ін.], визначається здатністю цього чинника через процеси вивітрювання і ґрунтоутворення, міграції хімічних елементів і речовин перетворювати вихідну гірську породу в повнорозвинений ґрунт певних речовинно-хімічного складу, властивостей і рівня родючості.

В умовах о. Зміїний кліматичний та атмосферно-хімічний чинник ландшафто- і ґрунтоутворення, як зазначалось у п. 3.2 роботи, вирізняється рядом специфічних особливостей. Перш за все, атмосферні опади – це єдине джерело вологозабезпечення на острові, оскільки горизонт підґрунтових вод тут відсутній. Річна кількість

опадів у районі острова менше 300 мм, виразна середземноморська ритміка їх випадання. Тобто, вологозабезпеченість території за рахунок атмосферних опадів явно недостатня при високій забезпеченості тепловими ресурсами. Щорічна сезонна змінюваність вологого і посушливого періодів сприятлива для процесів гумусоутворення і гумусонакопичення під степовою трав'яною рослинністю та формування на острові ґрунтів саме чорноземного типу. В оптимально вологий і теплий весняно-ранньолітній період достатньо інтенсивні процеси мінералізації та гуміфікації опадів трав'яної рослинності. В період літньо-осінньої посушливої погоди процеси гуміфікації органічних решток уповільнюються, а новоутворені гумусові речовини дегідратуються, коагулюють і накопичуються у верхніх горизонтах ґрунтів.

По-друге, на поверхню острова, як зазначалось раніше, практично цілорічно з атмосферними опадами та атмосферними відкладеннями, а також безпосередньо з моря (імла, бризки, піна) поступають морські солі (головно хлориди і сульфати натрію), а також біофільні елементи. В результаті ґрунти острова різною мірою засолені і солонцюваті, особливо у періоди бездощів'я. У період же зволоження дощовими чи сніготалими водами солі, а в значній кількості і біофільні елементи, як засвідчили результати наших досліджень (див. п. 3.2 роботи), з низхідними токами атмосферної вологи виносяться з ґрунту за межі ґрунтово-підґрунтової товщі. Тобто, ландшафтно- і ґрунтово-геохімічна роль вод атмосферних опадів значною мірою тут зводиться і до ролі природного знесолювального меліоратора ландшафтів і ґрунтів включно.

І нарешті про ґрунтоутворювальний потенціал рельєфу острова – перерозподілювача вологи і тепла та продуктів вивітрювання і ґрунтоутворення – що оцінюється здатністю створювати максимальне різноманіття ґрунтових властивостей, горизонтів і профілів, тобто максимально різноманітний у просторі ГП в певних біокліматичних умовах та неоднорідності ґрунтоутворювальних порід [29, 111, 112]. Як зазначалось у п. 3.3 роботи, в рельєфі острова вирізняються п'ять геоморфо-гіпсометричних рівнів (зон) поверхні – вершинно-

вододільного плато, схилових місцевостей ухилом до 3-5(6)°, делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин у північній частині, давніх морських терас, узбережних крутосхилів та урвищ висотою до 20-27 м. Рівнево-геоморфні та експозиційно-схиліві відмінності поверхні є причиною просторового перерозподілу вологи, формування поверхневого і підґрунтового стоку, а відповідно міграції та акумуляції хімічних елементів і речовин від гіпсометрично вищих до нижчих рівнів поверхні. Відповідно просторово диференціюється ландшафтно-геохімічне і ґрунтоутворювальне середовище, що спричинює диференціацію ГРП, речовинно-хімічного складу, властивостей і біопродуктивності ґрунтів [118].

Найкращі за рельєфом умови для розвитку трав'яної рослинності і утворення чорноземних ґрунтів на делювіально-аккумулятивних підніжжях схилів та днищах улоговин і виположених понижень, куди додатково до атмосферної поступає волога із гіпсометрично вищих рівнів поверхні. Тут і найпотужніші чорноземні ґрунти в межах острова – до 45-55, а на днищах улоговини – до 65-75 см. Відносно потужніший ГРП і на краще вологозабезпечених схилах західної і північної експозицій порівняно із східною, й особливо південною відносно ксероморфнішими частинами території острова. Сказане наочно ілюструють наведені на рис. 4.2 і охарактеризовані у наступному розділі нашої роботи ландшафтні (ґрунтово-рослинно-оролітологічні) профілі ГРОПОЗ 4...6 на схилах північної і західної експозицій з відносно потужнішим ГРП і профілі 1, 2 на ксероморфніших схилах східної і південної експозицій, де ГРП суттєво гіршого стану.

На закінчення розгляду питання про ґрунтоутворювальний потенціал природних чинників ґрунтоутворення на о. Зміїний висловимо наступне міркування. Нами наведено оцінку ґрунтоутворювальної ролі і потенціалу лише зовнішніх (за В. І. Михайлюком [114]) чинників ґрунтоутворення – оролітології поверхні, біологічного чинника, клімату та атмосферно-хімічних умов території. Важливими є також внутрішні чинники

грунтотворення, в першу чергу речовинно-хімічний склад і властивості ґрунтів (гранулометричний, хімічний і мінералогічний склад, гумусовий стан, засоленість, склад ГВК тощо). В процесі ґрунтотворення відбувається їх інтегративна взаємодія, результатом якої є комплекс зовнішніх і внутрішніх чинників ґрунтових (елементарних ґрунтових) процесів та особливості їх прояву в умовах конкретної території [114].

### **Висновки до розділу 3**

1. Природні умови о. Зміїний як чинники ґрунтотворення вирізняються низкою географо-генетичних особливостей:

1.1. Поверхня острова складена щільними силікатними палеозойськими породами значної міцності (конгломерато-брекчії з прошарками піщанико-кварцитів, рідше алевроліти), які повсюдно виходять на денну поверхню, займаючи від 5-10 до 30-50% території, а місцями і більше. Кора вивітрювання і утворені на ній ґрунти малопотужні (зазвичай до 25-40, рідко 50-70 см), некарбонатні, сильнокам'янисто-щебенюваті, чим обумовлюється висока їх водопроникність.

1.2. Район острова характеризується незначною кількістю опадів (біля 300 мм за рік), високими ресурсами тепла та швидкостями вітру. На поверхню з атмосферними опадами і відкладеннями та безпосередньо з моря практично цілорічно поступають солі (головно хлориди і сульфати натрію) та біофільні елементи. Як солі, так у значній кількості і біофільні елементи низхідними токами атмосферної вологи виносяться з ґрунту за межі ґрунтового-підґрунтової товщі.

1.3. Рівнево-експозиційні відмінності рельєфу поверхні спричиняють просторовий перерозподіл гідротермічних умов, продуктів вивітрювання і ґрунтотворення. В результаті просторово диференціюються ландшафтно-геохімічні умови території, чинники та процеси ґрунтотворення, речовинно-хімічний склад, властивості та біопродуктивність утворених тут ґрунтів.

1.4. Ділянки поверхні між виходами щільних порід покриті практично незайманою (не коситься, не випасається) степовою різнотравно-злаковою рослинністю. Найсприятливіші умови для розвитку рослинності, а відповідно для ґрунто- і чорноземоутворення, на делювіально-акумулятивних підніжжях схилів та днищах понижень, куди поступає додаткова (до атмосферної) волога, а також в межах краще вологозабезпечених західної і північної частин території. Сумарна біомаса трав'яних степових фітоценозів на ділянках кращого вологозабезпечення сягає 70-85, до 110 т/га, в межах ксероморфніших східної і південної частин території вона у 3-4(5) разів менша. Порядку 60-70% біомаси трав зосереджено у горизонті ґрунтової дернини Nd і наземному шарі степової повсті Hc. З плином часу поверхневий органогенний горизонт Nd+Hc поступово "товщає" догори, в результаті поступово наростає догори і потужність профілю утворюваних тут примітивних і чорноземних ґрунтів.

1.5. Встановлено надзвичайно високу здатність степових трав'яних фітоценозів острова, і зокрема поверхневого органогенного горизонту Nd+Hc та верхніх високогумусних горизонтів ґрунтів, акумулювати й утримувати атмосферну вологу, яку рослини витрачають виключно на транспірацію і формування біомаси. В результаті поверхневий і, особливо, підґрунтовий стік води на ділянках з покривом трав'яної рослинності малоінтенсивні і зазвичай швидкоплинні, розвиток процесів ерозії ґрунтів тут малоімовірний.

2. З'ясовано ґрунтоутворювальний потенціал клімату і атмосферно-хімічних умов, ґрунтоутворювальних порід та рельєфу острова, біологічного чинника ґрунтоутворення – степової трав'яної рослинності та посліду численної орнітофауни. Потенціал біологічного чинника є основним (провідним) у ґрунтоутворенні, і чорноземоутворенні зокрема. Впливом же щільних кислих порід та малопотужної кам'янистої кори їх вивітрювання зумовлюється специфічність морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей утворених тут примітивних і чорноземних ґрунтів.

## РОЗДІЛ 4

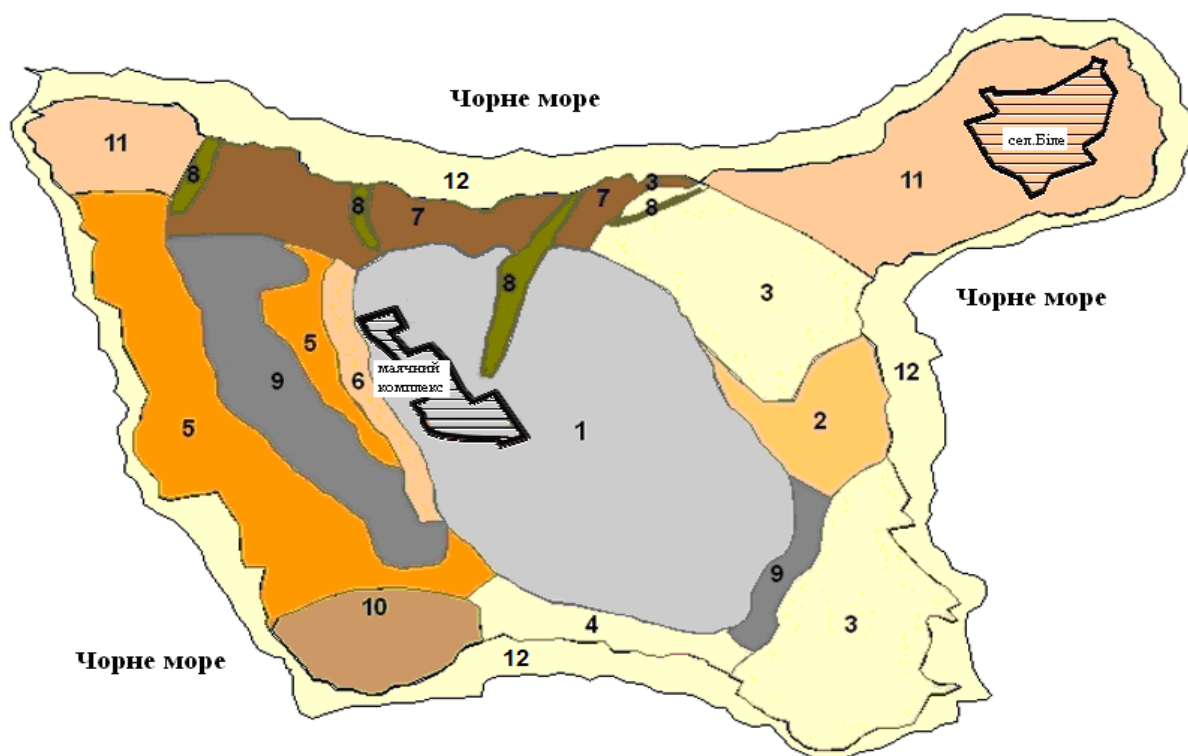
### ПРОСТОРОВІ ВІДМІННОСТІ ҐРУНТОТВОРЕННЯ, ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ОСТРОВА

Утворення ґрунтів та їх просторово-часові поєднання і відмінності є результатом складної взаємодії чинників і процесів ґрунотворення та формування ҐП на глобальному (планетарному), регіональному і локальному (місцевому) рівнях. Дослідженнями В. В. Докучаєва, І. П. Герасимова, Г. В. Добровольського, М. А. Глазовської та ін. встановлено наступні основні закономірності ґрунотворення і географії ґрунтів: *горизонтальної (широтної чи біокліматичної) зональності, вертикальної зональності (поясності), фаціальності-провінціальності, літогенної диференціації, топогенно-геохімічної спорідненості* та ін. [27, 113, 119-121]. Згідно із схемою ґрунтово-географічного районування кол. СРСР та України [119, 120] територія о. Зміїний та суміжного суходолу Подунав'я належить до зони степу з чорноземами звичайними і чорноземами південними.

Зважаючи на невелику площу острова (20,5 га), можна говорити лише про певні просторові відмінності та закономірності ґрунотворення у межах його території на локальному (місцевому) рівні залежно від рельєфу та літології поверхні. Такі відмінності ґрунтів і ҐП невеликих територій, обумовлені оролітологією поверхні, В. В. Докучаєв відносив до поняття "топографія ґрунтів" і пов'язував їх з впливом "геологічних і рельєфних (ситуаційних) умов" [122, с. 308]. Як зазначалось у п. 3.3 нашої роботи, рельєф як перерозподілювач вологи та продуктів вивітрювання і ґрунотворення на земній поверхні є визначальним чинником формування неоднорідності ҐП та його структури, морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів. При цьому геоморфо-гіпсометрична та експозиційно-схилова диференціація ҐП може посилюватись чи ослаблюватись впливом геологічних порід поверхні залежно від їх щільності, ступеня вивітрілості, мінералогічного, хімічного і гранулометричного складу [29, 31, 120 та ін.].

Вивчення умов і чинників утворення ґрунтів і ГП о. Зміїний, їхніх просторових відмінностей проводилось фахівцями кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ імені І. І. Мечникова з 2003-2005 рр., з 2008 р. за нашою участю [1, 4, 7, 9 та ін.]. Встановлено загальні закономірності утворення ґрунтів і формування ГП у залежності, насамперед, від геоморфо-геологічної будови його поверхні. У 2009 р. науковцями ОНУ вперше створено карту-схему ґрунтів острова масштабу 1:2000 (рис. 4.1), інформація про яку доповідалась і обговорювалась на VIII з'їзді ґрунтознавців і агрохіміків України у 2010 р. [8]. Картографічною основою для створення ґрунтової карти слугувала карта-схема зонування території острова за рівнями (зонами) геоморфно-гіпсометричної і геологічної будови, станом ГРП та антропогенної зміненості і перетвореності території [4, 5].

Як видно із карти-схеми, фон ГП острова утворюють *чорноземі неповнорозвинені і чорноземні короткопрофільні ґрунти* із потужністю гумусованого профілю до 25 і 26-45 см відповідно [57]. Ці види чорноземних ґрунтів просторово поєднуються у різних відсоткових співвідношеннях за практичної відсутності видимої межі між ними на поверхні в контурах суміжного утворення і поширення. Найоднорідніший ГП делювіально-акумулятивних підніж схилів, куди з поверхневим і підґрунтовим стоком із гіпсометрично вищих рівнів поверхні додатково поступають волога та продукти вивітрювання і ґрунтоутворення. На потужнішій елювіально-делювіальній товщі відкладів під покривом високотравної рослинності тут утворюються переважно чорноземні короткопрофільні ґрунти, а чорноземні неповнорозвинені ґрунти та виходи щільних порід займають лише до 10% площі кожний. Відносно висока також частка чорноземних короткопрофільних ґрунтів під потужнішим покривом трав'яної рослинності у західній і північній краще вологозабезпечених частинах, а також на вершинно-вододільному плато. В межах же ксероморфніших східної, й особливо південної частин острова у ГП різко домінують чорноземні неповнорозвинені ґрунти.



**Рис. 4.1. Грунтова карта-схема острова Змійний [5, 8, 11]**  
 (укладачі – Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик, А. О. Буяновський,  
 І. В. Свідерська)

*Умовні позначення*

***Рівень (зона) вершинно-вододільного гребенеподібного плато і привододільних спадистих схилів***

**1** Чорноземи короткопрофільні в поєднанні з чорноземами неповнорозвиненими 30-50% та виходами щільних порід і їх грубоуламкових розсипів до 10-20%

***Рівень (зона) схилових місцевостей***

*Схили східної, північно-східної та південно-східної експозиції*

**2** Чорноземи неповнорозвинені в поєднанні з чорноземами короткопрофільними до 30% слабозмиті\* з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів 20-30%

**3** Чорноземи неповнорозвинені з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів більше 50%

*Схили південної експозиції*

**4** Чорноземи неповнорозвинені слабозмиті\* з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів 10-20%

*Схили західної експозиції*

**5** Чорноземи неповнорозвинені в поєднанні з чорноземами короткопрофільними до 20% слабозмиті\* з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів 10-20%

**6** Чорноземи неповнорозвинені середньозмиті\* з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів до 20-30%

*Схили північної експозиції*

**7** Чорноземи короткопрофільні в поєднанні з чорноземами неповнорозвиненими 30-50% слабозмиті\* з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів 20%

**8** Чорноземи намиті лучнуваті по днищах улоговин

## Закінчення умовних позначень до карти-схеми

### *Рівень (зона) делювіально-аккумулятивних місцевостей підніж схилів*

9

Чорноземи короткопрофільні в поєднанні з чорноземами неповнорозвиненими 10% з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів біля 10%

### *Рівень (зона) давніх морських терас*

10

Чорноземи короткопрофільні в поєднанні з чорноземами неповнорозвиненими 30-50% з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів біля 10%

11

Чорноземи неповнорозвинені локально слабоеродовані\* з виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів 30-50%

### *Рівень (зона) узбережних крутосхилів та урвищ*

12

Виходи щільних порід та їх грубоуламкових розсипів із фрагментами примітивних ґрунтів на кам'янисто-щебенюватому субстраті

\* **Примітка:** Прояв ерозії вірогідний при порушенні чи зведенні покриву степової трав'яної рослинності

Важливим чинником ускладнення ГП острова є також виходи на поверхню щільних порід. Їх частка змінюється на різних ділянках від 5-10 до 30-50% площі, а інколи й більше. Відносно вищий відсоток виходів порід у межах південної і східної ксероморфніших частин території, де у ГП зростає частка примітивних і чорноземних неповнорозвинених ґрунтів за істотного зменшення частки чорноземних короткопрофільних ґрунтів [117, 118].

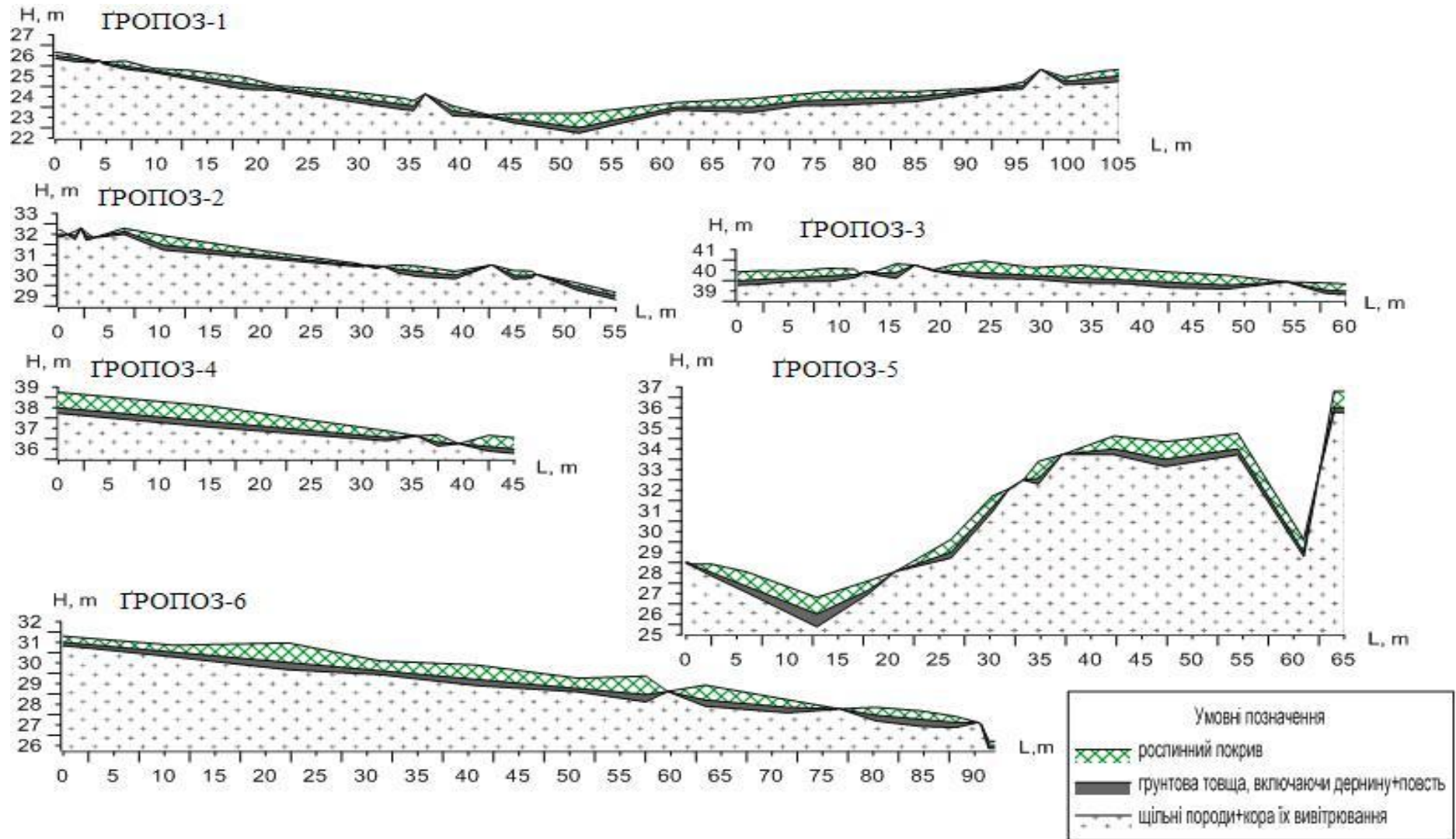
*Примітивні ґрунти* – дуже малопотужні (до 5-9 см) в умовах острова ґрунти, профіль яких безпосередньо підстиляються щільною породою. Приурочені найчастіше до ділянок виходу порід на денну поверхню. Від суміжних зональних чорноземних ґрунтів вирізняються більшою кам'янистістю уже з поверхні, сильно зрідженою і пригніченою трав'яною рослинністю висотою 3-5 (до 10) см, а інколи й без такої. В останньому випадку кам'яниста поверхня інколи фрагментарно покрита літофільними лишайниками [117].

Контури примітивних ґрунтів зазвичай ясно чи навіть різко виділяються смугами шириною від 0,3-0,6 до 1,0-2,0 (рідко 2,5-3,0) м довкола виходів на поверхню щільних порід. Рідше контури цих ґрунтів зустрічаються серед чорноземних на ділянках, де щільні породи залягають на глибині до 5-10 см від поверхні. Площа контурів від 2-3 до 5-10, рідко 20-50 м<sup>2</sup>. Частіше примітивні ґрунти зустрічаються в межах ксероморфніших східній і південній частинах

острова, де частка їх сягає 6-9% поверхні. В умовах вологозабезпеченіших західної і північної частин території контури цих ґрунтів поодинокі і площа їх сумарно не перевищує 1-2, рідко до 3-4% поверхні, часто до виходів щільних порід тут безпосередньо примикають контури чорноземних ґрунтів [117].

У 2011 році ґрунтознавцями Одеського університету за нашою участю проведено дослідження ролі рельєфу, потужності і кам'янистості кори вивітрювання щільних порід поверхні в утворенні та просторовій диференціації ГРП острова. Дослідження, як зазначалось у п. 2.2 роботи, виконано на 6 ландшафтних (ґрунтово-рослинно-оролітологічних) профілях- ГРОПОЗ в межах домінуючих за площею вододільного плато та схилових місцевостей. Профілі репрезентують різною мірою відмінні умови оролітологічної будови поверхні, її зволоження, розвитку і стану природної рослинності. За протяжності профілів в межах виділених контурів ґрунтів визначались стан і висота надземної трав'яної рослинності, потужність ґрунтово-підґрунтової товщі (в т. ч. горизонту наземної степової повсті Нс + горизонту ґрунтової дернини Нd), ступінь кам'янистості поверхні та ґрунтово-підґрунтової товщі. Результати досліджень по кожному із профілів, створених з використанням комп'ютерної програми «Grapher 8.0», в узагальненому виді представлено на рис. 4.2, наведено у табл. 4.1 і висвітлено у нашій сумісній публікації [118].

Отримані результати ґрунтово-рослинно-оролітологічних досліджень засвідчили, перш за все, локальність-фрагментарність ГРП у зв'язку із виходами на денну поверхню щільних порід і певні відмінності співвідношень ґрунтових і неґрунтових утворень залежно від частоти виходів порід та їх грубоуламкових розсипів. Очевидні просторові відмінності потужності профілів ґрунтів (в умовах острова ідентично потужності ґрунтово-підґрунтової товщі [7, 10]) залежно від глибини залягання щільних порід від поверхні. Прослідковується пряма залежність розвиненості і стану ГРП від ступеня природного зволоження експозиційно різних схилів та різних форм мезо- і мікрорельєфу. Краще вологозабезпечені схили західної і північної



**Рис. 4.2.** Ландшафтні (грунтово-рослинно-оролітологічні) профілі о. Зміїний [за 11, 118]  
 (масштаб горизонтальний 1:500, масштаб вертикальний 1:200)

Таблиця 4.1

**Показники структури ґрунтового-рослинного покриву в межах ландшафтних профілів о. Зміїний [за 118]**

Показники структури ГРП	Профілі					
	ГРОПОЗ-1	ГРОПОЗ-2	ГРОПОЗ-3	ГРОПОЗ-4	ГРОПОЗ-5	ГРОПОЗ-6
Ґрунтови: неґрунтови утворення, %	97,8:2,2	91,2:8,8	90,4:9,6	96,1:3,9	82,6:17,4	98,2:1,8
Частка чорноземів короткопрофільних, % від протяжності профіля	18,4	2,0	19,3	26,7	36,6	38,5
Частка примітивних ґрунтів, % від протяжності профіля	8,9	5,6	7,4	-	3,5	0,3
<i>Середньозважені значення:</i>						
- потужність ґрунтового профілю, включаючи горизонт степової повсті + дернини, см	19,7	15,8	19,8	24,4	32,1	25,5
- в т. ч. горизонту степової повсті + дернини, см	3,0	2,6	3,6	4,4	5,1	4,1
- висота надземного трав'яного покриву, см	31,2	20,5	42,4	64,8	67,1	52,9

експозицій вирізняються дещо потужнішими ґрунтовими профілями (включно з горизонтом Nd+Hc) та покривом трав'яної рослинності порівняно із схилами східної, й особливо південної ксероморфніших частин острова. Так, середньозважена потужність ґрунтового профілю на схилі західної експозиції (ГРОПОЗ-6) складає 25,5 см, у північній частині острова (ГРОПОЗ-5) – 32,1 см, на суміжній північно-східній частині вододілу (ГРОПОЗ-4) – 24,4 см. Водночас на відносно найксероморфнішому схилі південної експозиції (ГРОПОЗ-2) потужність ґрунтового профілю лише 15,8 см, а на суміжній частині вододільного рівня і схилі східної експозиції (ГРОПОЗ-3 і 1) – 19,8 і 19,7 см відповідно [118].

Одним із показників ступеня сформованості ґрунтів на щільних породах острова, а відповідно і ступеня перетвореності цих порід в результаті ґрунтоутворення на них, може слугувати відносна частка чорноземів короткопрофільних потужністю 26-45 см у структурі ГП [10, 118]. Якщо в межах відносно краще вологозабезпечених західної і північної частин його території ця частка сягає 37-38% поверхні, то

у найксероморфнішій південній частині лише 2%, а на східній дещо менш ксероморфній – 18% поверхні (табл. 4.1).

Встановлено, що з орографією поверхні та умовами зволоження і потужністю сформованих ґрунтів прямо корелюють як висота надземного покриву трав'яної рослинності, так і потужність горизонту ґрунтової дернини. Якщо на краще вологозабезпеченій території заходу острова середньозважена висота трав'яного покриву 52,9 см, у північній його частині 67,1 см, то в найксероморфнішій південній частині території (ГРОПОЗ-2) – лише 20,5 см, а в умовах менш ксероморфного сходу – 31,2 см. Найвищі ж значення потужності ГП та висоти надземної трав'яної рослинності, а відповідно й ступеня сформованості ГРП, як видно із рис. 4.2 і табл. 4.1, на виположених делювіально-аккумулятивних підніжжях схилів та днищах понижень, куди з поверхневим і підґрунтовим стоком додатково поступають волога та продукти вивітрювання і ґрунтоутворення. Потужність ГП тут сягає 45-75 см, а висота надземної рослинності 45-55, до 70-80 см. Максимальні ж значення цих показників на днищі улоговини в зоні ГРОПОЗ-5 у північній частині острова: потужність профілю лучно-південночорноземного намитого ґрунту тут сягає 65-75 см, висота трав'яної рослинності 75-95 см, а потужність поверхневого органогенного горизонту ґрунтової дернини + наземної підстилки (повсті) – 6-8 см [118]. Окрім рельєфу, важливим чинником формування просторової неоднорідності умов і процесів ґрунтоутворення, ґрунтів і ГП на місцевому рівні організації педосфери в умовах острова є щільні породи його поверхні та кора їх вивітрювання. Встановлено, що потужність ґрунтових профілів і стан надземної рослинності прямо залежать від глибини щільних порід від поверхні, а відповідно – від потужності та ступеня кам'янистості кори їх вивітрювання. На ділянках з меншою потужністю, а відповідно й більшою кам'янистістю кори вивітрювання, гірші умови життя рослин, надземний покрив їх зріджений і пригнічений, відповідно коротші і кам'янистіші утворені тут ґрунти. Із збільшенням потужності кори вивітрювання і поважчанням гранулометричного складу покращуються

умови життєдіяльності рослин, в результаті утворюються потужніші ґрунти і поступово зменшується кам'янистість їхніх верхніх горизонтів.

У світлі експериментально підтвердженого нашими дослідженнями висновку про надзвичайно високу здатність степових трав'яних фітоценозів акумулювати й утримувати атмосферну вологу (див. п. 3.4.2 роботи), заслуговує уваги питання еродованості (точніше – вірогідності прояву ерозії) чорноземних ґрунтів схилових місцевостей острова ухилом більше 2-3<sup>0</sup>. На ділянках з такими ухилами поверхні в умовах агрогосподарського використання зазвичай проявляються процеси ерозії ґрунтів – як площинної, так і струмкової [52, 56, 123]. Еродованими вважає чорноземні ґрунти схилових місцевостей о. Зміїний В. М. Пашенко [13]. На створеній за нашою участю ґрунтовій карті-схемі острова (див. рис. 4.1) залишено вірогідність прояву ерозії чорноземних ґрунтів схилових місцевостей, що, на нашу думку, можливе лише за умови зведення наявного покриву степової трав'яної рослинності. Ще в роботі Докучаєва "Наши степи прежде и теперь" [105], наших публікаціях по о. Зміїний [9, 109] наголошувалось на тому, що потужна наземна повсть і дернина під степовою трав'яною рослинністю є природною перепорою розвитку ерозії ґрунтів. Навіть після зливових дощів тут рідко появляються проміїни. Так, під час нашої експедиції на острові у 2009 р. після майже 2-годинної зливи 13 липня зафіксовано лише локальні прояви струмкової ерозії по папілярах стоку поверхневих вод, а також на окремих техногенно порушених ділянках схилових місцевостей, де відсутній покрив трав'яної рослинності.

Тут доречно звернутись до результатів дослідження ґрунтоутворення на схилах в межах лісостепової і степової зони України, проведеного впродовж останніх десятиліть М. І. Полупаном та В. І. Михайлюком із співробітниками [69, 124, 125 та ін.]. Встановлено, що умови утворення ґрунтів на схилах суттєво відрізняються за водним і температурним режимами від умов плакорних територій. На схилах прямої й опуклої форми, як правило, посилюється аридизація умов ґрунтоутворення внаслідок втрати частини атмосферної вологи з поверхневим стоком та зростання евапотранспірації на "теплих" схилах

південної і східної експозицій. Такі умови ґрунотворення на схилах, а відповідно і утворені тут ґрунти, автори характеризують як *ксероморфні*, які вирізняються зменшенням потужності профілю та вмісту гумусу порівняно із плакорними аналогами. За ступенем аридизації ґрунтів, а відповідно і зменшення їх потужності та вмісту гумусу, пропонується поділяти ґрунти схилів на слабо-, середньо- і сильноксероморфні [125, с. 23]. Як зазначає М. І. Полупан, такі різного ступеня ксероморфності ґрунти схилів з укороченим профілем не слід відносити до еродованих, оскільки таке визначення не відображає специфіки їхньої генези і причини зниження рівня продуктивності. Еродованими, згідно із ДСТУ 7300:2013 "Класифікація ґрунтів. Терміни та визначення понять", пропонується вважати лише *ґрунти агроценозів* у днищах знижень та на постійних маршрутах скидання вод поверхневого стоку на схилах [57, с. 9]. Очевидно, доцільніше було б класифікувати чорноземні ґрунти схилових місцевостей острова за ступенем ксероморфності в залежності від ступеня аридизації умов їх утворення та зменшення потужності і вмісту гумусу порівняно з плакорними аналогами.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Просторові відмінності процесів ґрунотворення, ґрунтів і ГП острова у визначальній мірі обумовлені оролітологією поверхні, зокрема геоморфо-гіпсометричною та експозиційно-схиловою приуроченістю, частотою виходів на денну поверхню щільних порід та потужністю і кам'янистістю кори їх вивітрювання.

2. Укороченість профілю чорноземних ґрунтів схилових (більше 2-3<sup>0</sup>) місцевостей острова під степовою трав'яною рослинністю, на нашу думку, є результатом не їх еродованості, а посилення ксероморфності умов ґрунотворення на "тепліших" схилах південної і східної експозицій. Доцільно вирізняти (класифікувати) чорноземні ґрунти схилових місцевостей за ступенем ксероморфності залежно від ступеня аридизації умов їх утворення та зменшення потужності профілю і вмісту гумусу порівняно з плакорними аналогами.

## РОЗДІЛ 5

# ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ, РЕЧОВИННО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ І ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ ОСТРОВА ТА ПРОЦЕСІВ ЇХ ФОРМУВАННЯ

В результаті довготривалої і складної взаємодії природних чинників і процесів ґрунтотворення, як зазначалось у попередніх розділах нашої роботи, формується той чи інший тип ґрунту з властивими тільки йому будовою профілю, речовинно-хімічним складом і властивостями за достатньої стійкості "слідів" явищ і процесів попередніх ЕҐП. В морфології, складі і властивостях "фіксується" буквально все про ґрунт, включно з умовами і процесами його утворення, функціонування та еволюцією, географо-генетичними особливостями. Тобто, показники (характеристики) морфології, складу, властивостей та особливостей ґрунтів – це різною мірою діагностичні ознаки чи характеристики їхньої генетичної природи [27, 30, 35, 36, 125, 126 та ін.]. Відповідно вивчення системи "морфологія-склад-властивості" ґрунту, особливостей і специфіки складових цієї системи – це ключ до пізнання процесів його утворення і наступної еволюції, географо-генетичних особливостей та просторових відмінностей, діагностики класифікаційної належності.

Тип ґрунтотворення, як зазначалось у першому розділі нашої роботи, складається із певної сукупності – комплекту ЕҐП, які формують перш за все будову профілю того чи іншого типу ґрунту з певною системою генетичних горизонтів і властивостей (наприклад, процеси агрегації твердої фази, гумусоутворення, формування складу обмінних катіонів ГВК та ін.). Окрім комплекту, розрізняють комплекс ЕҐП [за 30, с. 300] – сукупність (поєднання) ЕҐП з певним співвідношенням їхньої направленості та інтенсивності прояву у конкретних природно-екологічних умовах середовища, чим зумовлюється формування горизонтів профілю та їх речовинно-хімічного складу з відмінними чи особливими характеристиками і властивостями.

У світлі сказаного проаналізуємо результати вивчення морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей примітивних і чорноземних ґрунтів о. Зміїний, їх особливостей і просторових відмінностей, що дозволить діагностувати комплект і комплекс ЕПП їх формування в специфічно- особливих умовах цього кам'янистого острова.

### **5.1. Примітивні ґрунти**

Уперше вивчення примітивних (первинних чи ініціальних) ґрунтів на щільних силікатних породах о. Зміїний проведено науковцями нашої кафедри у 2011 р., результати досліджень висвітлено у публікації за нашого співавторства [117]. Профіль цих ґрунтів типу Нq-D чи НPq-D, кам'янисто-щебенюватий, в найбільшій мірі на контакті з виходами щільних порід. Під слабо сформованою, як правило, несучільною дерниною із густо переплетених живих та відмерлих і різною мірою розкладених коренів і залишків трав та лишайників, а також темнозбарвленого дрібнозему виділяється малопотужний (зазвичай до 5-9 см) сильнокам'янистий горизонт Нq чи НPq. Приповерхневий 1-3 см його шар густо переплетений корінням і збагачений органічними рештками, інколи з ознаками оторфування.

Усереднені результати лабораторно-аналітичного визначення показників генетико-діагностичної характеристики примітивних ґрунтів острова наведено у табл. 5.1. Ці дані з усією очевидністю підтверджують, що утворення первинно-примітивних ґрунтів на щільних породах, формування їх речовинно-хімічного складу і властивостей відбувається за одночасного протікання процесів вивітрювання цих порід і біогенно-акумулятивних процесів первинного ґрунтоутворення. Так, сильна кам'янистість-щебенюватість і кислотність досліджуваних ґрунтів обумовлені, безперечно, вихідними щільними породами кислого хімічного складу [30, 107, 115, 127 та ін.]. Вміст скелету тут складає в середньому 60,2 % від маси ґрунту за максимуму 81,5%. Величини рН<sub>сол.</sub>

**Показники речовинно-хімічного складу і властивостей  
примітивних ґрунтів о. Зміїний [за 117]**

№ п/п	Показники	Значення показників			Примітки
		Середнє	Min	Max	
1.	Вміст скелету (>1мм), % від маси ґрунту	60,2	45,6	81,5	
2.	Сума солей, %	0,05	0,03	0,07	
3.	Гумус, %	15,9	11,0	20,2	Гумус з високим і дуже високим вмістом детриту. Більший вміст гумусу у краще вологозабезпечених ґрунтах північної і західної частини острова
4.	N валовий, %	1,2	0,8	1,5	Вміст <i>N<sub>вал</sub></i> корелює з вмістом гумусу
5.	$pH_{водн.}$	<u>5,5</u>	<u>4,4</u>	<u>7,0</u>	Більш кислі ґрунти краще вологозабезпечених північної і західної частин острова
	$pH_{сол.}$	4,4	3,4	6,1	
6.	<u>Обмінна кислотність</u> , Al рухомий ммоль/100 г	<u>0,5</u>	<u>0,01</u>	<u>1,3</u>	
		0,3	0,01	1,0	
7.	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г	13,3	0,8	21,5	
8.	Сума увібраних основ, ммоль/100 г у т.ч. обмінні:	16,7	6,0	27,9	
	-Ca <sup>2+</sup>	9,5	1,6	20,0	
	-Mg <sup>2+</sup>	5,3	2,8	6,4	
	-Na <sup>+</sup>	0,4	0,3	0,7	
	-K <sup>+</sup>	1,4	1,2	2,0	
9.	Вміст доступних рослинам форм NPK, мг/100 г				
	-N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,2	1,0	3,4	
	-N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	5,2	4,0	6,4	
	-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	134,5	90,0	220,0	
	-K <sub>2</sub> O	35,2	22,0	55,0	

найчастіше в діапазоні значень 4,3 – 3,5. Причому більш кислі ґрунти в межах краще вологозабезпечених західної і північної частин острова. Дуже висока в примітивних ґрунтах гідролітична кислотність – зазвичай в межах 13-21ммоль/100 г. Аномально високий тут вміст гумусу – 11-20%, більші значення його в умовах

кращої вологозабезпеченості ґрунтів. При цьому зазначимо, що більша або доволі висока частка гумусових чи різною мірою гуміфікованих речовин – це детрит, який неможливо повністю видалити при підготовці зразків до аналізу. Високий тут вміст і нітрогену валового – більше 1% маси дрібнозему. Відношення C:N в ґрунтах 7,4-8,0, що свідчить про високий ступінь збагаченості гумусу Нітрогеном [61, 128].

Високий і дуже високий вміст у досліджуваних ґрунтах доступних рослинам сполук Нітрогену, Фосфору і Калію. Як зазначалось у п. 3.4.1 нашої роботи, незвично високий вміст як валових, так і доступних рослинам форм *NPK*, вірогідно, є результатом прогресуючої акумуляції цих елементів в процесі біологічного колообігу за малоінтенсивного їх біоспоживання, надходження з послідом численної орнітофауни та атмосферними опадами і відкладеннями.

Специфічно-особливим є склад вбирного комплексу примітивних ґрунтів острова. Сума увібраних катіонів-основ складає в середньому 16,7 ммоль/100 г дрібнозему при варіюванні в межах 6,0-27,9 ммоль/100 г. Домінує у ГВК кальцій – до 60-70% суми увібраних основ, доволі високими є вміст обмінних магнію і калію – 23-40, до 46% і 5-15, до 22% суми основ відповідно. Вміст натрію у ГВК на рівні 0,3-0,7 ммоль/100 г, що складає 1-3, до 5% суми основ (див. табл. 5.1). Основним джерелом Натрію в ґрунтах острова, як зазначалось у п. 3.2 нашої роботи, є солі морської води, які поступають з атмосферними опадами і відкладеннями.

## **5.2. Чорноземні ґрунти**

### **5.2.1. Морфогенетична характеристика**

Вивчення морфології ґрунтів є одним із перших та основних методів їхнього дослідження. У будові профілю ґрунту, його морфологічних ознаках відображаються ті процеси, під впливом яких вихідна материнська порода з часом перетворюється в ґрунт. За

Г. С. Гринем [43] профіль ґрунту, його морфологія – найбільш значимі та інтегративні показники, в яких "фіксується" буквально все про ґрунт, включно з історією і процесами його утворення, сучасним "життям" та еволюцією. На підставі результатів морфологічного вивчення ґрунтів можна отримати уявлення про їхній склад, сутність та особливості процесів нинішніх і минулих, про режими, під впливом яких розвивається і змінюється ґрунт.

Вперше вивчення морфології чорноземних ґрунтів о. Зміїний проводиться ґрунтознавцями ОНУ імені І. І. Мечникова у 2003-2005 рр. [2, 7, 129]. Результати цих досліджень засвідчили, що літологічний профіль ґрунтів повністю успадкований від вихідного кам'янисто-щебенюватого елювію чи елюво-делювію щільних порід. За потужністю гумусованого профілю чорноземні ґрунти діагностовано як неповнорозвинені (до 25 см) і короткопрофільні (26-45 см) [116].

Таблиця 5.2

**Загальні відомості про будову профілів чорноземних ґрунтів  
ключових ділянок досліджень**

Ділянка (розріз). Місцеположення. Ґрунт*	Горизонти профілю ґрунту, см					
	Hdq (Hd)	Hq (H)	[H]	Hpq	Hpqgl	Phq
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</i></b>						
ОЗ-14. Чк	0-3	3-21		21-30		30-39
ОЗ-19. Чн	0-4	4-16		16-24		24-34
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5°</i></b>						
ОЗ-13. Схил східної експозиції. Чн	0-4	4-14		14-23		23-32
ОЗ-16. Схил південної експозиції. Чн	0-3	3-17		17-24		24-34
ОЗ-20. Схил північної експозиції. Чк	0-4	4-25		25-38		
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніжж схилів та днищ улоговин</i></b>						
ОЗ-15. Підніжжя схилу. Чк	0-6	6-33		33-44		44-52
ОЗ-17. Підніжжя схилу. Чк	0-5	5-18		18-32		32-51
ОЗ-21. Днище улоговини. Чл	0-6	6-15	15-54		54-74	
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</i></b>						
ОЗ-18. Чн	0-2	2-12		12-19		19-29

\* Индекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

Морфолого-генетичне вивчення чорноземних ґрунтів ключових ділянок наших досліджень проведено у липні 2009 р. (табл. 5.2). Нижче наводимо результати вивчення морфології п'яти типових профілів досліджуваних чорноземних ґрунтів з використанням при оцінці забарвлення шкали Манселла [130].

**Розріз ОЗ-13.** Закладено в середній третині відносно ксероморфного схилу ухилом 2-5° у східній частині острова. Виходи щільних порід займають біля 10-15% поверхні. У травостої домінують свинорий пальчастий, астра, хандрила ситникова. Ґрунтоутворювальна порода – щебенювато-кам'янистий елювій щільних конгломерато-брекчієвих порід. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



Hdq  
0-4 см

**Hd** – дернина, густа, волога, з ознаками оторфування;

Hq  
4-14 см

**Hq** – гумусово-аккумулятивний горизонт, менш вологий порівняно із попереднім, темно-сірий, піщано-легкосуглинковий, рівномірно і добре гумусований, сильнощебенюватий, слабо ущільнений, безструктурно-порохуватий, локально виражена мікроагрегованість, високодисперсні органічні і мінеральні часточки знаходяться переважно у вільному (не скоагульованому) стані, густо корені трав, перехід ясний за забарвленням;

Hpq  
14-23 см

**Hpq** – гумусово-перехідний горизонт, менш вологий порівняно із попереднім горизонтом, темно-сірий з буризною, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, донизу наростає щебенюватість товщі, менше коріння і органічних решток порівняно із верхнім горизонтом, перехід ясний за забарвленням;

Phq  
23-32 см

**Phq** – перехідний до породи горизонт, свіжий, сірувато-бурий, сильнощебенювато-кам'янистий, поодинокі товсті корені рослин.

**Визначення ґрунту:** чорноземний неповнорозвинений піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий.

**Розріз ОЗ-19.** Закладено у північній кращі вологозабезпеченій частині вододільного плато. Трав'яний покрив потужний, в його складі переважають злаки із домінуванням пирію лучного. Виходи щільних порід займають біля 10% поверхні. Ґрунтоутворювальна

порода – щебенювато-кам'янистий елювій пісковиків. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



Hdq  
0-4 см

**Hdq** – дернина, пухкого складення, місцями слабо оторфована, волога, з включеннями каміння;

Hq  
4-16 см

**Hq** – гумусово-акумулятивний горизонт, зволожений, темно-сірий, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, безструктурно-порохуватий, локально виражена мікроагрегованість, високодисперсні органічні і мінеральні часточки знаходяться переважно у вільному (не скоагульованому) стані, густо корені трав, перехід поступовий за забарвленням;

Hpq  
16-24 см

**Hpq** – гумусово-перехідний горизонт, свіжий, сіро-темно-бурого кольору, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, зменшується загальна маса коренів трав порівняно із верхнім горизонтом, перехід поступовий за забарвленням;

Phq  
24-34 см

**Phq** – перехідний до породи горизонт, свіжий, сіро-каштаново-бурий, зростає ступінь щебенюватості-кам'янистості, рідко корінці трав.

**Визначення ґрунту: чорноземний неповнорозвинений піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий.**

**Розріз ОЗ-20.** Закладено у верхній третині схилу північної експозиції ухилом 3-4° у північній вологозабезпеченішій частині острова. Виходи щільних порід займають біля 20% поверхні. Потужна високотравна степова рослинність із домінуванням злакових – пирій лучний, війник. Ґрунтоутворювальна порода – щебенювато-кам'янистий елювій конгломерато-конгломератобрекчієвих порід. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



Hdq  
0-4 см

**Hdq** – дернина, пухкого складення, з ознаками слабого оторфування, включення щебеню;

Hq  
4-25 см

**Hq** – гумусово-акумулятивний горизонт, зволожений (після дощу), темно-сірий до чорного, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, густо корені трав, основна їх маса до глибини 10-12 см, перехід поступовий за забарвленням;

Hpq  
25-38 см

**Hpq** – гумусово-перехідний горизонт, темно-сірий з каштаново-бурим відтінком, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, суттєво зменшується загальна маса рослинних коренів. Підстелюється невивітрілою щільною породою.

**Визначення ґрунту: чорноземний короткопрофільний піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий.**

**Розріз ОЗ-15.** Закладено на виположеному шлейфі підніжжя схилу східної експозиції в південно-східній частині острова. Поверхня ґрунту покрита густим травостоєм, представленим лучно-степовими видами з домінуванням пирію лучного. Виходи щільних порід займають до 10% поверхні. Ґрунтоутворювальна порода – щебенювато-кам'янистий делювій-елювій щільних порід. Загальна потужність ґрунтово-делювіально-елювіальної товщі – 52 см, з ознаками шаруватості. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



Hd  
0-6 см

**Hd** – дернина, пухкого складення, сира (після дощу), оторфована;

Htq  
6-33 см

**Htq** – гумусово-аккумулятивний горизонт, з ознаками оторф'яніння у верхній частині, вологий (до сирого), темно-сірий, у верхній частині супіщаний до легкосуглинкового, в нижній – піщано-легкосуглинковий, менш кам'янистий порівняно із ґрунтами вододільного плато і схилових місцевостей, рівномірно і добре гумусований, дуже густо корені трав, перехід різкий за забарвленням;

Hpq  
33-44 см

**Hpq** – гумусово-перехідний горизонт, рівномірно і добре гумусований, вологий, темно-сірий з буризною, супіщаний, кам'янистий, густо корінці трав, перехід ясний за забарвленням;

Phq  
44-52 см

**Phq** – перехідний до породи горизонт, свіжий, сіро-бурий, середньосуглинковий пилювато-піщаний, менш щебенювато-кам'янистий порівняно із попереднім горизонтом.

**Визначення ґрунту: чорноземний короткопрофільний супіщаний кам'янистий.**

**Розріз ОЗ-21.** Закладено на дніщі улоговини глибиною 3-5 м у північній схилівій краще вологозабезпеченій частині острова. Потужна високотравна рослинність із домінуванням злакових, в основному пирію. Ґрунтоутворювальна порода – потужна (74 см) для умов острова товща делювіальних наносів середньосуглинкового гранулометричного складу, порівняно слабокам'яниста у верхній частині із збільшенням щебенюватості-кам'янистості донизу товщі. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



Nd  
0-6 см

**Nd** – дернина, пухкого складення, сира (після дощу), в нижній частині оторфована;

H  
6-15 см

**H** – гумусово-аккумулятивний горизонт, вологий, темно-сірий, середньосуглинковий піщанистий, рівномірно і добре гумусований, слабо виражена зерниста структура, густо корені трав, поодинокі дрібні щебінь, перехід ясний за забарвленням;

[H]  
15-54 см

**[H]** – гумусовий (похований) горизонт, вологий, темно-сірий до чорного, середньосуглинковий піщанистий, кам'янистий, але суттєво менше порівняно із ґрунтами вододільного плато і схилів місцевостей, грудкувато-зернистої структури, в нижній частині виявлено одного черв'яка. Перехід ясний за забарвленням;

Hpglq  
54-74 см

**Hpglq** – перехідний до породи горизонт, з ознаками оглеєння, грязно-сизувато-сірий, сирий (до мокрого), середньосуглинковий піщанистий, сильнокам'янистий.

***Визначення ґрунту: лучно-південночорноземний намитий середньосуглинковий піщанистий кам'янистий.***

Описи морфології чорноземних ґрунтів чотирьох інших ключових ділянок досліджень (ОЗ-14, 16, 17 і 18) наведено в додатку Б.

Результати морфогенетичного вивчення чорноземних ґрунтів острова із долученням матеріалів відповідних досліджень співробітників нашої кафедри [7, 11, 129] засвідчують наступне:

1. Потужність профілю досліджуваних чорноземних ґрунтів різниться у залежності від положення по рельєфу і ступеня зволоженості. Дещо коротші ґрунтові профілі на схилів місцевостях "теплих" східної, й особливо південної частин острова та відповідних експозицій, які вирізняються ксероморфнішими умовами ґрунтоутворення. При цьому ознак еродованості ґрунтів при польовому їх дослідженні не виявлено. Потужніші профілі ґрунтів на краще вологозабезпечених схилах північної і західної частин, й особливо на делювіально-аккумулятивних підніжжях схилів і днищах

понижень, куди додатково поступають волога, продукти вивітрювання і ґрунтотворення з гіпсометрично вищих ділянок території.

2. У профілі чорноземних ґрунтів під поверхневим горизонтом дернини Hdq (Hd) із значною масою сухих нерозкладених і слаборозкладених, а часто й оторфованих трав'яних решток виділяється темно-сірого (до чорного при зволоженні) забарвлення (за шкалою Манселла – 7,5 YR 2/0 – 10 YR 3/1-2/1) гумусово-акумулятивний рівномірно і добре гумусований горизонт Hq (рідко H), у верхній частині з високим вмістом детриту. Ясно виражено цей горизонт переходить у наступний гумусово-перехідний Hrq сіро-коричнуватою чи темно-коричневою забарвлення (7,5 YR 3/2 – 10 YR 3/2-3/3), як правило, щебенювато-кам'янистий.

3. Особливістю морфології чорноземних ґрунтів острова є їхня некарбонатність, щебенюватість-кам'янистість, що зростає донизу по профілю, відсутність будь-яких ознак його диференціації за гранулометричним складом і складенням, безструктурність. І лише лучно-південночорноземні намиті ґрунти на днищах улоговин слабо оструктурені, що, ймовірно, зумовлено відносною їх гідроморфністю [124, с. 65]. Особливо це ясно виражено у похованому добре гумусованому і стабільно вологому горизонті [H] ключової ділянки ОЗ-21.

4. Високодисперсні часточки у чорноземних ґрунтах, і особливо їх верхніх горизонтах, знаходяться зазвичай у вільному (нескоагульованому) стані і утворюють лише незначну частину мікроагрегатів. На відміну від зональних чорноземів на лесових породах сусіднього Подунав'я гумусові та гумусово-детритові часточки тут практично не зв'язані чи слабо зв'язані з мінеральною матрицею, в сухому стані легко розтираються до однорідного "тонкосажового" стану, а при зволоженні набувають чорної мазкої смолянистої консистенції [7].

## 5.2.2. Гранулометричний і мікроагрегатний склади

Гранулометричний склад – одна із найважливіших генетико-морфологічних та агровиробничих характеристик ґрунту. Від нього залежать водні, теплові, повітряні, загальні фізичні і фізико-механічні властивості ґрунтів, окисно-відновні умови, величина ємності вбирання, вміст елементів живлення, накопичення гумусу та ін. Значною мірою гранулометричний склад успадковується від вихідної ґрунтоутворювальної породи і в загальних рисах мало змінюється в процесі ґрунтоутворення.

Вперше вивчення гранулометричного і мікроагрегатного складу ґрунтів о. Зміїний проведено у 2003-2008 рр. науковцями кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ імені І. І. Мечникова [2, 7]. Результати визначення гранулометричного складу у зразках ґрунтів і порід підґрунтя ключових ділянок наших досліджень у 2009 р. наведено у табл. 5.3 і на рис. 5.1.

Як бачимо із таблиці і рисунка, специфічною особливістю чорноземних ґрунтів острова є їхня висока кам'янистість-щебенюватість, що зростає донизу по профілю. Максимальні значення її – 60-70% від маси ґрунту у верхніх і до 75-80% у нижніх горизонтах профілю характерні для чорноземних ґрунтів в межах вершинно-вододільного плато, його схилів та зони давніх морських терас (розрізи ОЗ-13, 14, 18, 19 та ін.). В межах же виположених делювіально-акумулятивних підніж схилів та днищ улоговин (розрізи ОЗ-15, 17, 21) вміст скелетної частини на відповідній глибині на 20-30 (інколи й до 40)% менший. У всіх випадках у складі скелетної частини різко домінує фракція каміння (частки розміром більше 3 мм) – пересічно 80-90% маси скелету. Чорноземні короткопрофільні ґрунти зазвичай вирізняються меншою кам'янистістю порівняно з чорноземними неповнорозвиненими ґрунтами, що може бути результатом поступового наростання їх потужності догори за рахунок розкладу-гуміфікації дернини і наземного шару степової повсті (див. п. 3.4.2 нашої роботи). Вміст дрібнозему (часток менше 1 мм) у верхніх горизонтах ґрунтів у межах вододільного плато, його схилів

Таблиця 5.3

## Гранулометричний склад чорноземних ґрунтів о. Зміїний

Розріз, ґрунт*	Горизонт	Глибина, см	Скелетна частина, % до маси ґрунту			Дрібноземна частина ґрунту: розмір часток в мм, кількість в % від маси дрібнозему							P <sub>c</sub> **	Назва ґрунту за гранулометричним складом [за 116]
			Кам'яниста частина, >3 мм	Гравій, 1-3 мм	Всього	пісок		пил			мул	Сума часток <0,01		
						1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001			
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і приводільних спадистих схилів</b>														
ОЗ-14, Чк*	Hq	6-16	62,8	5,4	68,2	20,3	36,6	21,3	9,6	9,8	2,4	21,8	39,5	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Hpq	21-30	53,6	10,7	64,3	20,9	29,1	24,3	9,9	11,1	4,7	25,7	46,2	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Phq	30-39	67,0	10,0	77,0	16,6	35,1	20,4	6,6	13,8	7,5	27,9	78,9	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
ОЗ-19, Чн	Hq	5-15	55,2	6,3	61,5	17,1	34,8	23,0	8,0	11,1	6,0	25,1	55,2	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Hpq	16-24	67,4	6,2	73,6	30,9	20,5	20,3	9,4	10,7	8,2	28,3	63,6	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Phq	24-34	68,8	8,1	76,9	11,9	36,0	19,9	6,8	14,4	11,0	32,2	95,1	середньосуглинковий піщанистий сильнокам'янистий
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3-5°</b>														
ОЗ-13, схил східн. експ.; Чн	Hq	4-14	60,7	9,4	70,1	20,8	39,3	14,7	10,4	11,4	3,4	25,2	59,0	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Hpq	14-23	80,6	5,2	85,8	24,3	30,8	19,8	9,4	11,8	3,9	25,1	53,8	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Phq	23-32	72,0	9,0	81,0	23,3	23,6	26,4	6,7	12,5	7,5	26,7	60,4	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
ОЗ-16, схил півд. експ.; Чн	Hq	5-15	56,1	5,7	61,8	17,9	42,1	17,0	7,2	11,1	4,7	23,0	65,3	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Hpq	17-24	54,0	6,3	60,3	24,5	28,8	22,7	7,3	11,6	5,1	24,0	55,7	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий

Продовження табл. 5.3

Розріз, грунт*	Горизонт	Глибина, см	Скелетна частина, % до маси ґрунту			Дрібноземна частина ґрунту: розмір часток в мм, кількість в % від маси дрібнозему							Pc**	Назва ґрунту за гранулометричним складом [за 116]
			Кам'яниста частина, >3 мм	Гравій, 1-3 мм	Всього	пісок		пил			мул <0,001	Сума часток <0,01		
						1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001				
ОЗ-20, схил півн. експ.; Чк	Hq	9-19	64,2	5,8	70,0	18,8	34,7	19,4	10,4	11,1	5,6	27,1	56,0	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Hpq	27-37	49,7	8,3	58,0	19,2	34,5	17,8	9,5	12,5	6,5	28,5	69,6	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин</b>														
ОЗ-15, підніжжя схилу; Чк	Htq	7-17	31,8	8,4	40,2	18,3	45,3	16,5	10,2	7,2	2,5	19,9	36,3	супіщаний кам'янистий
	Hq	20-30	38,9	7,7	46,6	25,4	27,0	19,4	8,8	13,1	6,3	28,2	68,8	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Hpq	33-44	46,0	6,5	52,5	21,2	36,2	23,4	5,5	7,3	6,4	19,2	47,4	супіщаний сильнокам'янистий
	Phq	44-52	26,5	7,5	34,0	16,9	18,8	26,2	5,9	21,2	11,0	38,1	100,3	середньосуглинковий піщанистий кам'янистий
ОЗ-17, підніжжя схилу; Чк	Hq	6-16	32,7	6,8	39,5	28,6	34,0	14,9	10,2	8,5	3,8	22,5	49,0	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Hpq	20-30	39,6	8,0	47,6	23,0	31,5	19,2	10,4	11,0	4,9	26,3	53,7	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Phq	40-50	36,3	7,7	44,0	8,2	36,6	19,7	9,1	14,0	12,4	35,5	91,7	піщано-середньосуглинковий кам'янистий
ОЗ-21, днище улоговини; Чл	H	6-15	25,8	12,3	38,1	12,0	28,5	21,4	15,0	18,4	4,7	38,1	63,5	середньосуглинковий піщанистий кам'янистий
	[H]	20-30	48,9	7,2	56,1	17,8	22,7	24,3	13,4	14,9	6,9	35,2	57,8	середньосуглинковий піщанистий сильнокам'янистий
	[H]	40-50	47,8	8,2	56,0	11,7	28,4	24,2	10,2	16,9	8,6	35,7	74,1	середньосуглинковий піщанистий сильнокам'янистий
	Hpglq	60-70	57,6	7,4	65,0	9,5	31,4	18,2	9,9	17,8	13,2	40,9	110,3	середньосуглинковий піщанистий сильнокам'янистий

Закінчення табл. 5.3

Розріз, грунт*	Гори- зонт	Гли- бина, см	Скелетна частина, % до маси ґрунту			Дрібноземна частина ґрунту: розмір часток в мм, кількість в % від маси дрібнозему							Pc**	Назва ґрунту за гранулометричним складом [за 116]
			Кам'я- ниста частина, >3 мм	Гра- вий, 1-3 мм	Всьо- го	пісок		пил			мул <0,001	Сума часток <0,01		
						1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001				
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>														
ОЗ-18, Чн	Hq	2-12	58,8	4,5	63,3	20,3	48,0	14,0	5,4	8,5	3,8	17,7	63,4	супіщаний сильнокам'янистий
	Hrq	12-19	45,6	11,1	56,7	21,9	37,5	18,4	9,5	8,8	3,9	22,2	45,5	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
	Phq	19-29	61,3	9,2	70,5	6,4	51,6	18,6	8,5	8,5	6,4	23,4	55,0	піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий
<b>Чорноземи південні міцелярно-карбонатні на лесових породах Задністрів'я Одещини (дані асп. О. Є. Струцинської, 2013 р.)</b>														
Т-1, Чпд мк	H	10-20	відсутня			0,3	3,5	52,4	3,7	15,8	24,4	43,9	71,7	грубопилувато- середньосуглинковий
	Hpk	33-43	відсутня			0,1	9,6	36,9	10,0	11,2	32,2	53,4	92,5	грубопилувато- важкосуглинковий
	HPk	53-63	відсутня			0,2	4,8	38,5	11,6	12,4	32,6	56,6	89,8	легкоглинистий пилуватий
	Phk	75-85	відсутня			0,2	7,5	36,5	8,3	15,8	31,8	55,9	106,3	легкоглинистий пилуватий
Т-3-2, Чпд мк	Hop.	0-30	відсутня			0,1	8,3	39,0	3,3	19,1	30,2	52,6	116,5	грубопилувато- важкосуглинковий
	Hп/ор	31-41	відсутня			4,4	1,4	37,3	9,2	9,6	38,1	56,9	102,6	легкоглинистий пилуватий
	HP	43-53	відсутня			0,7	8,2	36,1	8,5	10,2	36,4	55,0	104,5	легкоглинистий пилуватий
	Phk	65-75	відсутня			0,2	6,6	35,6	6,9	14,9	36,6	58,1	121,2	легкоглинистий пилуватий
	Pk	125-135	відсутня			0,0	1,1	45,5	2,5	13,9	37,0	53,4	106,0	грубопилувато- важкосуглинковий

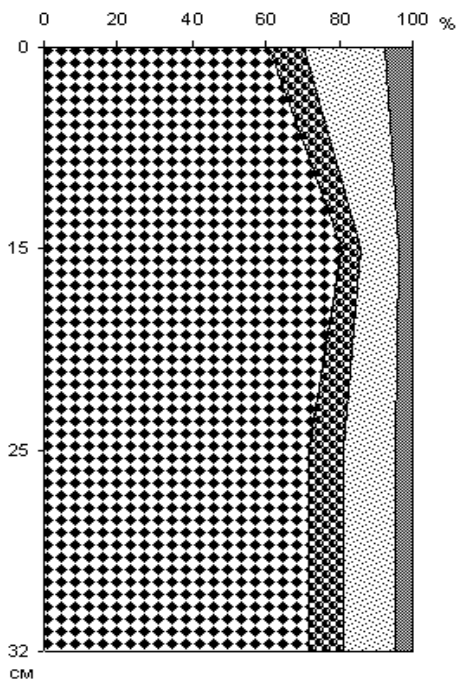
\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт; Чпд мк – чорнозем південний міцелярно-карбонатний; \*\* Pc – гранулометричний показник структурності ґрунту за О. Ф. Вадюніною

та зони давніх морських терас складає пересічно 30-35% маси ґрунту, зменшуючись донизу по профілю до 25-30%, а в умовах схилової ксероморфнішої ділянки ОЗ-13 – до 14-19% від маси ґрунту. В межах же виположених делювіально-акумулятивних підніж схилів та днищ улоговин, куди додатково поступають волога і тонкодисперсний матеріал із гіпсометрично вищих рівнів, сумарна частка дрібноземної частини у сформованих тут ґрунтах (ділянки 17, 21) зазвичай більше скелетно-кам'янистої. А у верхніх горизонтах ґрунту ключової ділянки ОЗ-21 на днищі улоговини вміст дрібнозему сягає 58-64%, що максимально для чорноземних ґрунтів острова.

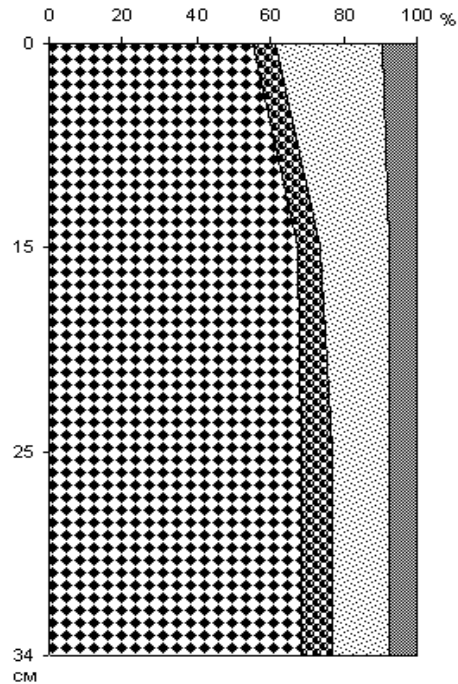
За гранулометричним складом досліджувані ґрунти в межах вододільного плато та його схилів легкосуглинкового складу. Лише верхній горизонт ґрунту ключової ділянки ОЗ-18 в межах давньої морської тераси супіщаного складу. На виположених делювіально-акумулятивних підніжжях схилів (ОЗ-15, 17) ґрунти також легкосуглинкові, але з ознаками явної гранулометричної шаруватості ґрунтово-підґрунтової товщі із середньосуглинковим гранулометричним складом нижньої частини профілю. Лучно-південночорноземні намиті ґрунти на днищах улоговин (ОЗ-21) вирізняються досить однорідним середньосуглинковим піщанистим складом по всьому профілю (див. табл. 5.3).

Домінує у складі дрібнозему фракція піску – на її частку приходить в середньому 40-60% маси дрібнозему. Переважає фракція дрібного піску (0,25-0,05 мм) – від 25 до 40-45% маси дрібнозему. Другою за величиною у дрібноземі досліджуваних ґрунтів є фракція грубого пилу (0,05-0,01 мм) – пересічно 15-25%. Вміст фізичної глини у верхніх горизонтах частіше на рівні 20-25% маси дрібнозему, а на днищах улоговин (ОЗ-21) зростає до 38%. У більшості ґрунтів простежується тенденція до поважчання дрібнозему з глибиною по профілю.

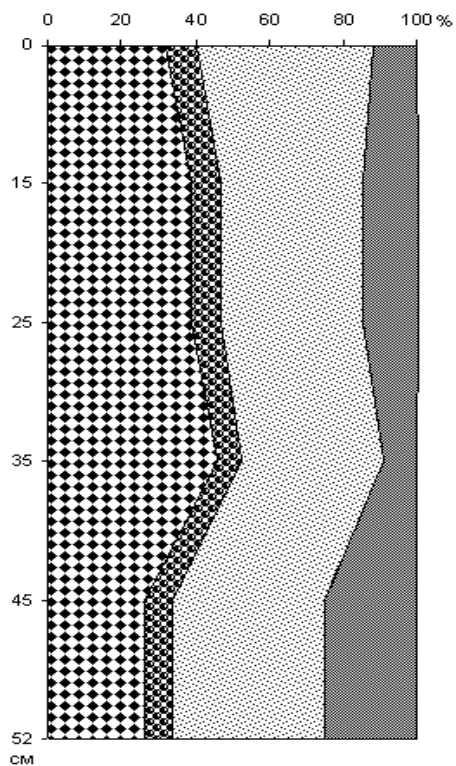
За результатами гранулометричного аналізу ґрунтів розраховано гранулометричний показник структурності за О. Ф. Вадюніною (табл. 5.3).



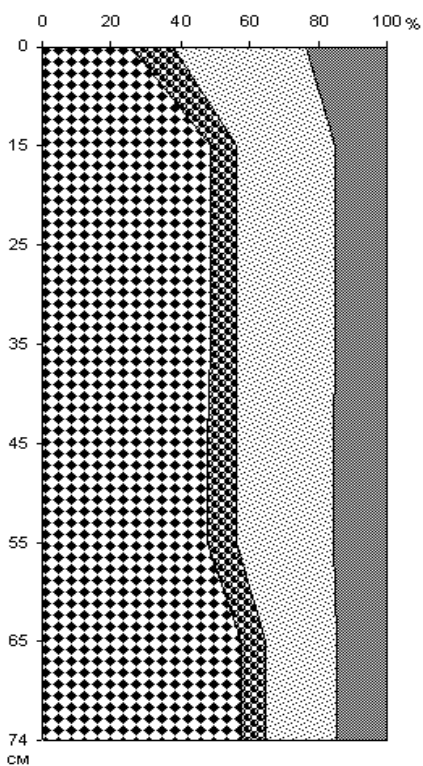
ОЗ-13 Чорноземний неповнорозвинений ґрунт, відносно ксероморфний



ОЗ-19. Чорноземний неповнорозвинений ґрунт, краще вологозабезпечений



ОЗ-15. Чорноземний короткопрофільний ґрунт на підніжжі схилу



ОЗ-21. Лучно-південночорноземний намитий



Рис. 5.1. Профільний розподіл гранулометричних фракцій в чорноземних ґрунтах о. Зміїний

Чим більший цей показник, тим вища потенційна здатність часток ґрунту до оструктурення [58, 62, 65, 131]. У верхніх горизонтах досліджуваних ґрунтів показник структурності від 40 до 55-65%, донизу по профілю зазвичай зростає до 60-80%, а в межах краще вологозабезпечених делювіально-акумулятивних підніж схилів та днищ понижень – до 90% і більше. Для порівняння, в чорноземах на лесових породах Задністров'я Одещини цей показник на рівні 90-100, до 116-121% (див. цю ж таблицю), що в принципі відповідає значно кращій здатності до оструктурення чорноземів на лесах порівняно з чорноземними ґрунтами о. Зміїний на елювії чи елюво-делювії кам'янистих порід.

Поряд із гранулометричним складом, важливим показником агрофізичного стану ґрунтів є їхній мікроагрегатний склад. Сутнісно він характеризує ступінь міцності зв'язків між елементарними ґрунтовими часточками та співвідношення виокремлених фракцій – відносний вміст водостійких агрегатів різного розміру. Встановлено [58, 62, 65, 132 та ін.], що утворення мікроагрегатів зумовлено головно процесами коагуляції і злипання високодисперсних ґрунтових часточок. Найкращими вважаються розміри мікроагрегатів 0,25-0,05 і 0,05-0,01 мм, які характеризуються як водостійкі [133]. Результати мікроагрегатного аналізу досліджуваних чорноземних ґрунтів наведено у додатку В.

Як видно із результатів визначення мікроагрегатного складу, в досліджуваних ґрунтах різко домінують фракції розміром більше 0,01 мм. Вміст їх у верхніх горизонтах сягає 90-97%, дещо зменшуючись донизу по профілю. Частка найбільш цінних мікроагрегатів розміром 0,25-0,01 мм складає 55-62% на краще вологозабезпечених схилах західної і північної експозицій (ОЗ-19, 20) та делювіально-акумулятивних підніжжях схилів (ОЗ-15, 17), а на днищі улоговини (ОЗ-21) – більше 63%. На ксероморфніших же схилах східної і південної експозицій (ОЗ-13, 16) їх вміст на рівні 50-52%, мінімальні ж значення в межах давніх морських терас – 49% (ОЗ-18). Вміст нецінних мікроагрегатів розміром менше 0,01 мм у досліджуваних ґрунтах 3-9% і зростає з глибиною по профілю до 11-17%.

На основі співставлення результатів гранулометричного і мікроагрегатного аналізів ґрунтів традиційно визначаються різні показники ступеня їх мікроагрегованості чи потенційної здатності до мікроагрегування [58, 62, 65]. Це показники факторів дисперсності за Качинським і структурності за Фагелером, ступеня агрегатності за Бейвером і Роадесом. Результати розрахунків цих коефіцієнтів наведено в табл. 5.4.

Фактор дисперсності за Качинським характеризує здатність ґрунту до агрегування і служить опосередкованим показником здатності плазми до утворення водостійких агрегатів. Чим більші значення фактора дисперсності, тим менш стійка мікроструктура ґрунту. Значення цього показника в чорноземних ґрунтах острова зазвичай 9-18, до 25-27%, що характеризує ґрунти як добре мікроструктурені [65]. Відповідно фактор структурності за Фагелером, який є оберненою величиною до фактора дисперсності і характеризує водоміцність мікроагрегатів та потенційну здатність ґрунтів до оструктурення, має високі значення і складає пересічно 80-90%.

Аналогічний висновок про добру мікроагрегованість чорноземних ґрунтів острова нами було зроблено вище і за результатами розрахунку гранулометричного показника структурності за Вадюніною, особливо в умовах кращої вологозабезпеченості ґрунтів західної і північної частин території та гіпсометрично нижчих рівнів поверхні (ОЗ-17, 15, 19, 20, 21).

Таким чином, за кількісними параметрами та факторами дисперсності і структурності чорноземні ґрунти о. Зміїний характеризуються загалом високою мікроагрегованістю і в принципі мало відрізняються від чорноземів на лесових породах материкового суходолу (див. табл. 5.4, розрізи Т-1 і Т-3-2). Водночас за ступенем агрегатності Бейвера і Роадеса, який враховує співвідношення агрономічно цінних мікроагрегатів розміром більше 0,05 мм і кількість гранулометричних елементів відповідного розміру, досліджувані ґрунти згідно з [65] характеризуються низькою або дуже слабкою мікроагрегованістю – від 7-9 до 15-20%. З покращенням вологозабезпеченості ґрунтів цей показник зростає.

## Співвідношення фракцій гранулометричного і мікроагрегатного складів ґрунтів

№№*	Генетичний горизонт, глибина, см	Розмір часток в мм, вміст у %							К**	Кс	Ка
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01			
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</b>											
ОЗ-14, Чк***											
1	Нq	20,30	36,60	21,30	9,60	9,80	2,40	21,80	26,67	73,33	14,24
2	6-16	39,25	27,10	25,35	4,25	3,41	0,64	8,30			
1	Нрq	20,90	29,10	24,30	9,90	11,10	4,70	25,70	13,62	86,38	15,37
2	21-30	33,29	25,79	28,20	6,36	5,72	0,64	12,72			
ОЗ-19, Чн											
1	Нq	17,10	34,80	23,00	8,00	11,10	6,00	25,10	14,17	85,83	20,50
2	5-15	33,12	32,16	27,69	3,83	2,35	0,85	7,03			
1	Нрq	30,90	20,50	20,30	9,40	10,70	8,20	28,30	15,73	84,27	14,96
2	16-24	33,18	27,26	26,01	7,31	4,95	1,29	13,55			
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3-5°</b>											
ОЗ-13, Чн; схил східної експозиції											
1	Нq	20,80	39,30	14,70	10,40	11,40	3,40	25,20	18,82	81,18	19,60
2	4-14	43,94	30,81	21,30	2,13	1,18	0,64	3,95			
1	Нрq	24,30	30,80	19,80	9,40	11,80	3,90	25,10	16,67	83,33	19,35
2	14-23	37,02	31,30	24,52	3,69	2,82	0,65	7,16			
ОЗ-16, Чн; схил південної експозиції											
1	Нq	17,90	42,10	17,00	7,20	11,10	4,70	23,00	9,15	90,85	16,28
2	5-15	42,99	28,68	21,94	3,19	2,77	0,43	6,39			
1	Нрq	24,50	28,80	22,70	7,30	11,60	5,10	24,00	25,10	74,90	18,63
2	17-24	37,9	27,60	22,78	4,90	5,54	1,28	11,72			
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніжжя схилів та днищ улоговин</b>											
ОЗ-15, Чк; підніжжя схилу											
1	Нтq	18,30	45,30	16,50	10,20	7,20	2,50	19,90	8,40	91,60	24,75
2	7-17	61,28	23,24	12,30	2,12	0,85	0,21	3,18			
1	Нq	25,40	27,00	19,40	8,80	13,10	6,30	28,20	10,00	90,00	25,73
2	20-30	40,95	29,23	23,10	3,15	2,94	0,63	6,72			
ОЗ-17, Чк; підніжжя схилу											
1	Нq	28,60	34,00	14,90	10,20	8,50	3,80	22,50	11,05	88,95	12,04
2	6-16	39,66	31,51	23,5	2,76	2,12	0,42	5,30			

Закінчення табл. 5.4

№№*	Генетичний горизонт, глибина, см	Розмір часток в мм, вміст у %							К**	Кс	Ка
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01			
1	Нpq	23,00	31,50	19,20	10,40	11,00	4,90	26,30	12,86	87,14	21,88
2	20-30	39,06	30,70	21,42	4,41	3,78	0,63	8,82			
<b>ОЗ-21, Чл; днище улоговини</b>											
1	Н	12,00	28,50	21,40	15,00	18,40	4,70	38,10	18,30	81,70	40,35
2	6-15	29,5	38,40	25,25	3,43	2,56	0,86	6,85			
1	[Н]	17,80	22,70	24,30	13,40	14,90	6,90	35,20	9,42	90,58	33,02
2	20-30	27,73	32,74	29,17	4,96	4,75	0,65	10,36			
1	[Н]	11,70	28,40	24,20	10,20	16,90	8,60	35,70	12,56	87,44	32,97
2	40-50	26,92	32,9	25,06	6,70	7,34	1,08	15,12			
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>											
<b>ОЗ-18, Чн</b>											
1	Нq	20,30	48,00	14,00	5,40	8,50	3,80	17,70	16,58	83,42	9,82
2	2-12	45,58	30,16	19,83	1,48	2,32	0,63	4,43			
1	Нpq	21,90	37,50	18,40	9,50	8,80	3,90	22,20	11,03	88,97	11,11
2	12-19	39,51	27,32	22,90	5,13	4,71	0,43	10,27			
<b>Чорноземи південні міцелярно-карбонатні на лесових породах Задністров'я Одещини (дані асп. О. Є. Струцинської, 2013 р.)</b>											
<b>Т-1, Чпд мк</b>											
1	Н	0,25	3,46	52,35	3,74	15,79	24,41	43,94	8,52	91,48	92,90
2	10-20	33,49	18,73	35,73	7,48	2,49	2,08	12,05			
1	Нpk	0,12	9,60	36,90	9,95	11,19	32,24	53,38	5,15	94,85	85,27
2	33-43	47,57	18,42	24,05	4,15	4,15	1,66	9,96			
<b>Т-3-2, Чпд мк</b>											
1	Нор.	0,13	8,34	38,97	3,32	19,07	30,17	52,56	8,25	91,75	83,81
2	0-30	25,8	26,52	35,66	5,8	3,73	2,49	12,02			
1	Нп/ор.	4,39	1,37	37,32	9,22	9,64	38,06	56,92	6,62	93,38	90,43
2	31-41	40,39	19,77	8,39	25,58	3,35	2,52	31,45			

\* №№ – 1-гранулометричний склад; 2- мікроагрегатний склад; \*\*К – фактор дисперсності за Качинським; Кс – фактор структурності за Фагелером; Ка – ступінь агрегатності за Бейвером і Роадесом; \*\*\*Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт; Чпд мк – чорнозем південний міцелярно-карбонатний

Так, на виположених підніжжях схилів (ОЗ-15) ступінь агрегатності сягає 24-25%, а в лучно-південочорноземному намитому ґрунті на днищі улоговини (ОЗ-21) – 40%. Тільки ці ґрунти в умовах острова вирізняються задовільною мікроагрегованістю. Для порівняння, в чорноземах на лесових породах Задністров'я Одещини з доброю як мікро-, так і макроагрегованістю [134] цей показник сягає 84-93%, що характеризує ці ґрунти як високо і дуже високо мікроагреговані.

Отже, згідно з результатами гранулометричного і мікроагрегатного аналізів та оцінки ступеня мікроагрегованості і здатності до оструктурення чорноземні ґрунти острова вирізняються загалом слабкою мікроагрегованістю і практичною безструктурністю, на відміну від чорноземів півдня України на лесових породах. До аналогічного висновку за результатами вивчення фізичних властивостей ґрунтів острова прийшли М. Й. Тортик та А. О. Буяновський [7, 135]. Вірогідно, це зумовлено солонцюватістю ґрунтів та особливостями їхнього колоїдального комплексу, зокрема низьким вмістом коагуляторів у структурних клеях (цементях), й особливо гумату кальцію, роль якого в утворенні структури та її водоміцності у чорноземних ґрунтах визначальна [30, 61, 132, 136, 137 та ін.]. У складі же гумусу досліджуваних ґрунтів, як буде показано у п. 5.2.5 роботи, фракція ГК-Са практично відсутня. Результати аналізів засвідчили також, що із покращенням вологозабезпеченості ґрунтів острова зростає їх здатність до оструктурення як на мікро-, так і макрорівнях, що нами відмічалось і за результатами морфолого-генетичного їх вивчення (див. попередній п. 5.2.1 роботи).

### **5.2.3. Засоленість ґрунтів**

Як відмічалось у попередніх розділах нашої роботи і п. 3.2, зокрема, на поверхню о. Зміїний з атмосферними опадами і відкладеннями, а також безпосередньо з моря практично цілорічно поступають солі, головню хлориди і сульфати натрію. Безумовно, це один із визначальних чинників формування ландшафтно-геохімічної ситуації та ґрунтоутворення на острові. Як зазначають

В. В. Добровольський [87] і В. О. Таргульян [88], атмосферний масо-, і солеперенос з океанів і морів зокрема, суттєво впливає на процеси ґрунтоутворення і ґрунти прибереж та островів, значною мірою визначає особливості речовинно-хімічного складу, фізико- та агрохімічного стану ґрунтів, характер рослинності та рівень її біопродуктивності.

Вперше вивчення засоленості ґрунтів о. Зміїний проведено ґрунтознавцями ОНУ імені І. І. Мечникова у 2003-2008 рр. [2, 7], отримані результати в загальному висвітлювались у попередніх розділах нашої роботи. В наступні роки фахівцями університету за нашою участю продовжувались як педогалогеохімічні дослідження, так в більш широкому плані дослідження впливу поступаючих на поверхню солей і біогенних елементів та сполук на формування і особливості ландшафтно-, біо- та ґрунтово-геохімічного середовища [9, 82, 138, 139 та ін.]. Результати вивчення засоленості чорноземних ґрунтів ділянок наших досліджень наведено у додатку Г.

Згідно з отриманими даними, найвища концентрація легкорозчинних солей по профілю чорноземних ґрунтів острова у поверхневому горизонті дернини-підстилки (Hd) – пересічно 0,3-0,4%. Очевидно, дернина під покривом степової трав'яної рослинності не тільки акумулює й запасає вологу атмосферних опадів, що відмічалось у п. 3.4.2, але й поступаючі на поверхню з опадами і відкладеннями солі та біофільні елементи і сполуки. Це перш за все хлориди і сульфати натрію і магнію, іони та сполуки калію. З атмосферним пилом із суходолу, як засвідчують літературні джерела [29, с. 108-112, 140, с. 151-156], поступають також карбонати кальцію і магнію. Частина же  $\text{HCO}_3^-$ , Са- і К-іонів у горизонті дернини, де максимальні запаси біомаси трав'яної рослинності (див. п. 3.4.2 роботи), безперечно, біогенної природи [96, 109, 138 та ін.]. Підвищений вміст іонів  $\text{HCO}_3^-$  та лужноземельних і лужних основ спричинює зростання величини рН витяжки у більшості горизонтів ґрунтової дернини на 0,1-0,2 до 0,4 одиниці порівняно із наступними горизонтами профілю (див. додаток Г).

Загалом же результати аналізів водних витяжок засвідчують доволі неоднорідну картину засоленості по профілю досліджуваних чорноземних ґрунтів як у різних частинах території острова, так і в межах різних геоморфо-гіпсометричних рівнів поверхні. Найчастіше констатується відносно невисока (0,1-0,2%) концентрація легкорозчинних солей у більшості ґрунтів (ОЗ-13, 17, 18, 20, 21). У ґрунтах же ділянок ОЗ-15, 16 і 19 концентрація солей донизу по профілю зростає. Для ґрунту розрізу ОЗ-15 в межах виположеного підніжжя схилу це, ймовірно, можна пояснити поступанням солей з підґрунтового-латерального стоком.

Водночас результати аналізів фіксують досить однорідну картину хімізму засолення по профілю ґрунтів нижче горизонту дернини. Згідно із класифікацією Н. І. Базилевич і Є. І. Панкової [141], домінуючими тут є хлоридний і сульфатно-хлоридний типи засолення, ступінь засолення – від слабкого до сильного. Лише в чорноземних ґрунтах виположених делювіально-акумулятивних підніж схилів та днищ улоговин (розрізи ОЗ-15, 17, 21) в окремих горизонтах профілю тип засолення хлоридно-сульфатний. Вміст різко домінуючого в хімізмі  $\text{Cl}^-$  іону варіює зазвичай в межах від 1 до 4(5) ммоль / 100 г ґрунту. Вміст  $\text{SO}_4^{2-}$  іону значно нижчий – 0,5-2,0 ммоль / 100 г ґрунту, а часто і менше.

Серед катіонів водних витяжок різко домінують  $\text{Na}^+$  іони – пересічно від 1-2 до 5-6 ммоль / 100 г ґрунту. Причому з глибиною по профілю кількість водорозчинного натрію частіше зростає. Вміст водорозчинних кальцію і магнію приблизно однаковий – в межах до 1 ммоль / 100 г ґрунту. Доволі високий вміст водорозчинного калію – 0,1-0,6 ммоль / 100 г ґрунту. Відношення одновалентних лужних  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$  до  $\text{Ca}^{2+}$  іонів у досліджуваних ґрунтах більше 1, найчастіше в межах від 3-4 до 6-8. А в горизонтах дернини-підстилки Hd і по профілю ґрунтів розрізів ОЗ-20 і ОЗ-21 це співвідношення розширюється до 10-20, і навіть 25-30 по профілю ґрунту ділянки ОЗ-18. Такі широкі відношення  $\text{Na}^+ + \text{K}^+ / \text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Na}^+ / \text{Ca}^{2+}$  у ґрунтових розчинах є свідченням процесів осолонцювання досліджуваних ґрунтів, про що детальніше у наступному п. 5.2.4 роботи.

Отже, чорноземні ґрунти острова різною мірою засолені, що спричинено аерально-імпульверизаційним поступанням морських солей (головно хлоридів і сульфатів натрію) на його поверхню. Хімізм і ступінь засоленості ґрунтів загалом у квазірівноважному стані з виразною сезонно-динамічною змінюваністю залежно від погодних і атмосферно-хімічних умов періоду року.

#### **5.2.4. Фізико-хімічні властивості**

Основними фізико-хімічними властивостями ґрунтів зазвичай є показники їх кислотно-основної характеристик та обмінно-вбирної здатності. Вони є похідними від речовинно-хімічного складу ґрунтів і ґрунтоутворювальних порід, умов і процесів ґрунтоутворення. Тобто, це важливі діагностичні ознаки (показники) генетичної природи ґрунтів, від яких у визначальній мірі залежать їхні фізичні та еколого-агрохімічні властивості, умови розвитку та рівень біопродуктивності рослин [30, 31, 38, 61, 107 та ін.].

*Кислотно-основна характеристика чорноземних ґрунтів і природа їх кислотності.* Визначення основних показників кислотно-основної характеристики ґрунтів та їх природи є важливим для діагностики сутності і специфіки процесів ґрунтоутворення на різних стадіях формування та еволюції ґрунтів [30, 61, 107, 142 та ін.].

Вперше вивчення кислотно-основних властивостей ґрунтів о. Зміїний проведено фахівцями ОНУ імені І. І. Мечникова у 2003-2008 рр. [2, 7]. Встановлено, що чорноземні ґрунти острова мають кислу, а часто і сильнокислу реакцію, що не властиво чорноземам на лесових породах півдня України [134, 143, 144 та ін.]. У 2008-2009 рр. нами визначено основні показники кислотності чорноземних ґрунтів острова ( $pH_{\text{водн.}}$ ,  $pH_{\text{сол.}}$ , кислотність обмінна і гідролітична,  $A/\text{рухомий}$ ) [3]. Результати досліджень висвітлено у двох наших публікаціях [42, 127], в яких висловлено певні міркування щодо природи кислотності чорноземних ґрунтів острова. Результати визначення показників кислотності ґрунтів ключових ділянок наших досліджень наведено у табл. 5.5.

Як засвідчують отримані дані, досліджувані ґрунти характеризуються кислою реакцією – рН як водної, так особливо сольової витяжки тут значно менше 7. Так, рН<sub>водн.</sub> у верхніх горизонтах профілю складає 4,6-5,8, а рН<sub>сол.</sub> – 3,5-4,8(5,0). Дещо вищі значення рН у ґрунтах делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин (ОЗ-15, 17, 21). За величиною рН, згідно з [145, с. 32], пересічна більшість чорноземних ґрунтів у межах вододільного плато, його схилів та давніх морських терас діагностуються як сильнокислі, а чорноземні ґрунти підніж схилів і днищ улоговин – як кислі. З глибиною по профілю кислотність практично у всіх досліджуваних чорноземних ґрунтах зростає до дуже кислого ступеня із значеннями рН<sub>водн.</sub> у ґрунтах гіпсометрично вищих позицій 4,1-4,6 і рН<sub>сол.</sub> – 3,1-3,4, а в ґрунтах підніж схилів і днищ улоговин – до 4,3-5,3 і 3,6-4,0 відповідно.

Зазначимо, що у поверхневих горизонтах ґрунтової дернини Н<sub>д</sub> чорноземних ґрунтів величини рН на 0,1-0,4 до 1,0 (1,3) одиниці більші, порівняно із значеннями рН у наступних по профілю гумусових горизонтах Н<sub>г</sub>. Ймовірно, суттєве підвищення значень рН у горизонтах дернини обумовлено збільшенням тут вмісту бікарбонат-іонів, лужноземельних і лужних основ, що засвідчили результати аналізів водних витяжок (див. попередній п. 5.2.3 роботи).

Величина обмінної кислотності у верхніх горизонтах ґрунтів не висока – пересічно 0,1-0,2 ммоль / 100 г ґрунту, що корелює з більш високими значеннями рН сольової витяжки в цих горизонтах. До низу профілю ґрунтів значення обмінної кислотності суттєво зростають, відповідно знижуються значення рН<sub>сол.</sub> Якщо у верхніх горизонтах обмінна кислотність обумовлена головно Н-іонами, причому основним їх джерелом, ймовірно, є органічні кислоти включно з гуміновими і фульвокислотами ненасиченими основами [30, 61], то донизу, по мірі зменшення вмісту гумусу, у величині обмінної кислотності зростає доля обмінного алюмінію (див. табл. 5.5). Водночас незвично високою є гідролітична кислотність чорноземних ґрунтів острова. Особливо високі її значення у ґрунтах в межах вододільного плато, його схилів та давніх морських терас (ОЗ-13, 16, 18-20).

Таблиця 5.5

## Показники фізико-хімічного стану чорноземних ґрунтів о. Зміїний

Розріз, ґрунт*	Горизонт	Глибина, см	pH <sub>водн.</sub> pH <sub>сол.</sub>	Обмінна кислотність Al рух.	Гідролітична кислотність	Обмінні катіони-основи					Ступінь насич. основами, %
						Сума	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і приводільних спадистих схилів</b>											
ОЗ-19, Чн	Hd	0-4	<u>5,50</u> 5,29	не визначались							
	Hq	5-15	<u>5,40</u> 4,95	<u>0,13</u> 0,11	13,13	35,50	<u>25,20</u> 70,99	<u>7,20</u> 20,28	<u>1,20</u> 3,38	<u>1,90</u> 5,35	73,0
	Hrq	16-24	<u>4,95</u> 4,30	<u>0,16</u> 0,12	18,81	30,37	<u>17,60</u> 57,95	<u>9,20</u> 30,29	<u>1,91</u> 6,28	<u>1,66</u> 5,46	61,8
	Phq	24-34	<u>4,30</u> 3,70	<u>0,55</u> 0,15	22,75	24,63	<u>14,40</u> 58,47	<u>6,40</u> 25,98	<u>2,70</u> 10,96	<u>1,13</u> 4,59	52,0
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3-5°</b>											
ОЗ-13, схил схід. експ.; Чн	Hd	0-4	<u>6,05</u> 5,58	не визначались							
	Hq	4-14	<u>4,75</u> 3,80	<u>0,22</u> 0,20	24,06	23,30	<u>10,80</u> 46,35	<u>10,80</u> 46,35	<u>0,83</u> 3,56	<u>0,87</u> 3,73	49,2
	Hrq	14-23	<u>4,15</u> 3,28	<u>0,86</u> 0,82	35,00	19,10	<u>8,00</u> 41,88	<u>8,80</u> 46,07	<u>1,62</u> 8,48	<u>0,68</u> 3,56	35,3
	Phq	23-32	<u>4,26</u> 3,15	<u>1,15</u> 1,10	25,38	9,78	<u>4,00</u> 40,90	<u>3,20</u> 32,72	<u>1,24</u> 12,68	<u>1,34</u> 13,70	27,8
ОЗ-16, схил півд. експ.; Чн	Hd	0-3	<u>5,59</u> 4,95	не визначались							
	Hq	5-15	<u>4,93</u> 4,00	<u>0,21</u> 0,15	18,81	20,44	<u>11,20</u> 54,79	<u>6,00</u> 29,35	<u>1,42</u> 6,95	<u>1,82</u> 8,90	52,1
	Hrq	17-24	<u>4,13</u> 3,43	<u>1,15</u> 1,01	22,75	11,34	<u>3,60</u> 31,75	<u>4,80</u> 42,33	<u>0,88</u> 7,76	<u>2,06</u> 18,16	33,3
ОЗ-20, схил півн. експ.; Чк	Hd	0-4	<u>5,78</u> 5,03	не визначались							
	Hq	9-19	<u>4,65</u> 3,72	<u>0,40</u> 0,34	28,44	21,12	<u>10,40</u> 49,24	<u>7,60</u> 35,98	<u>1,68</u> 7,95	<u>1,44</u> 6,82	42,6
	Hrq	27-37	<u>4,56</u> 3,40	<u>1,16</u> 1,10	29,31	14,73	<u>7,60</u> 51,60	<u>4,00</u> 27,16	<u>1,28</u> 8,69	<u>1,85</u> 12,56	33,5
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин</b>											
ОЗ-15, підніж- жя схилу; Чк	Hd	0-6	<u>6,11</u> 5,57	не визначались							
	Htq	7-17	<u>5,70</u> 4,75	<u>0,10</u> 0,08	11,81	27,20	<u>14,40</u> 52,94	<u>8,80</u> 32,35	<u>1,99</u> 7,32	<u>2,01</u> 7,39	69,7
	Hq	20-30	<u>4,55</u> 3,85	<u>0,25</u> 0,23	22,31	20,77	<u>11,20</u> 53,92	<u>6,80</u> 32,74	<u>1,16</u> 5,58	<u>1,61</u> 7,75	48,2
	Hrq	33-44	<u>4,40</u> 3,75	<u>0,38</u> 0,36	23,19	20,87	<u>8,40</u> 40,25	<u>10,00</u> 47,92	<u>1,08</u> 5,17	<u>1,39</u> 6,66	48,4
	Phq	44-52	<u>4,26</u> 3,65	<u>0,35</u> 0,27	14,88	15,02	<u>2,40</u> 15,98	<u>9,60</u> 63,91	<u>0,95</u> 6,33	<u>2,07</u> 13,78	50,2

Закінчення табл. 5.5

Розріз, ґрунт*	Горизонт	Глибина, см	pH <sub>водн.</sub> :- pH <sub>сол.</sub>	Обмінні катіони-основи							Ступінь насич. основами, %
				Обмінна кислотність Al пухомий	Гідролітична кислотність	Сума	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
ОЗ-17, підніж- жя схилу; Чк	Hd	0-5	<u>6,14</u> 5,53	не визначались							
	Hq	6-16	<u>5,35</u> 4,25	<u>0,14</u> 0,08	15,75	19,08	<u>11,60</u> 60,80	<u>5,20</u> 27,25	<u>0,67</u> 3,51	<u>1,61</u> 8,44	54,8
	Hpq	20-30	<u>4,90</u> 3,95	<u>0,20</u> 0,17	15,75	16,29	<u>4,80</u> 29,46	<u>8,80</u> 54,02	<u>1,16</u> 7,12	<u>1,53</u> 9,39	50,8
	Phq	40-50	<u>4,98</u> 4,03	<u>0,20</u> 0,16	10,06	14,80	<u>6,40</u> 43,24	<u>5,60</u> 37,84	<u>0,93</u> 6,28	<u>1,87</u> 12,64	46,2
ОЗ-21, днище улого- вини; Чл	Hd	0-6	<u>5,90</u> 4,89	не визначались							
	H	6-15	<u>5,78</u> 4,85	<u>0,11</u> 0,09	10,94	34,41	<u>15,60</u> 45,34	<u>14,00</u> 40,68	<u>1,63</u> 4,74	<u>3,18</u> 9,24	75,9
	[H]	20-30	<u>5,50</u> 4,20	<u>0,18</u> 0,15	17,50	23,82	<u>12,40</u> 52,06	<u>7,20</u> 30,23	<u>1,92</u> 8,06	<u>2,30</u> 9,66	57,7
	[H]	40-50	<u>5,25</u> 3,86	<u>0,27</u> 0,24	24,94	22,92	<u>10,00</u> 43,63	<u>7,60</u> 33,16	<u>3,13</u> 13,66	<u>2,19</u> 9,55	47,9
	Hpqgl	60-70	<u>5,30</u> 3,85	<u>0,21</u> 0,19	13,13	15,46	<u>2,80</u> 18,11	<u>8,40</u> 54,33	<u>2,13</u> 13,78	<u>2,13</u> 13,78	54,1
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>											
ОЗ-18, Чн	Hd	0-2	<u>6,00</u> 5,00	не визначались							
	Hq	2-12	<u>4,60</u> 3,52	<u>0,71</u> 0,69	24,06	15,73	<u>3,60</u> 22,88	<u>8,80</u> 55,94	<u>1,63</u> 10,36	<u>1,70</u> 10,80	39,5
	Hpq	12-19	<u>4,30</u> 3,14	<u>2,07</u> 2,04	31,06	11,85	<u>2,40</u> <u>20,25</u>	<u>6,00</u> 50,63	<u>1,83</u> 15,44	<u>1,62</u> 13,67	27,6
	Phq	19-29	<u>4,10</u> 3,05	<u>2,17</u> 1,27	26,25	9,22	<u>1,20</u> 13,02	<u>5,20</u> 56,40	<u>1,35</u> 14,64	<u>1,47</u> 15,94	26,0

\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

У верхніх горизонтах ґрунтів значення гідролітичної кислотності тут сягають 24-28 ммоль / 100 г ґрунту, що співставимо із гідролітичною кислотністю сильнокислих буроземів Українських Карпат, також на продуктах вивітрювання щільних кислих порід [107, 143]. Донизу по профілю досліджуваних ґрунтів значення гідролітичної кислотності зростають. Це однозначно підтверджує наші висновки [42, 127], що основною причиною кислотності чорноземних ґрунтів острова є вихідні кислі ґрунтоутворювальні породи. Як відмічалось у п. 3.1 роботи, породи поверхні острова

суперкислого хімічного складу. А згідно з теорією ґрунотворення, на таких кислих чи екстракислих породах зазвичай формуються кислі та сильнокислі ґрунти [30, 61, 113 та ін.].

Як і за результатами визначення рН, чорноземні ґрунти в межах делювіально-акумулятивних підніж схилів та днищ улоговин (ОЗ-15, 17, 21) вирізняються дещо меншим ступенем і потенційної кислотності порівняно з ґрунтами гіпсометрично вищих позицій. Значення гідролітичної кислотності у верхніх горизонтах тут у 1,5-2,0 рази менші – 11-16 ммоль / 100 г ґрунту. Донизу по профілю величини її зростають, сягаючи максимуму (16-25 ммоль) у середній частині профілю. Однак, у нижній його частині значення гідролітичної кислотності зменшуються до 10-15 ммоль / 100 г ґрунту. Тобто, можна говорити не лише про літолого-гранулометричну (див. п. 5.2.2), але й про фізико-хімічну шаруватість товщі відкладів на виположених підніжжях схилів і днищах улоговин.

Встановлено [30, 61], що кисла реакція водних чи сольових витяжок із ґрунтів зумовлена наявністю в них іонів гідрогену та алюмінію. Джерелом Н-іонів за В. А. Черновим [142] є органічні кислоти, що утворились при розкладі і гуміфікації органічних решток, інші органічні сполуки, які включають кислі функціональні групи. В малогумусних горизонтах кислих ґрунтів (підзолистих, буроземів, червоноземів) обмінна кислотність практично повністю зумовлена обмінними Al-іонами. В гумусових же горизонтах у формуванні кислотності приймають участь як Al-, так і Н-іони. В цих горизонтах Н-іон переважає над алюмінієм чи навіть Al-іони відсутні зовсім. Аналогічна ситуація простежується і в ґрунтах о. Зміїний: у верхніх горизонтах їх кислотність обумовлена головно Н-іонами, донизу по профілю, по мірі зменшення вмісту гумусу, у величині кислотності ґрунтів зростає доля алюмінію (див. табл. 5.5).

Ще одним джерелом Н-іонів у ґрунтах, а відповідно й їх кислотності, можуть бути кислі продукти виділень активних коренів рослин. Дослідженнями О. В. Петербурзького [96] та І. М. Гоголева [107] встановлено, що поступання поживних речовин і елементів на поверхню кореневих волосків представляє собою обмінно-

адсорбційний процес. Адсорбуючи іони живильних елементів, рослини віддають в оточуюче корені середовище еквівалентну кількість інших іонів відповідного заряду. Основним "обмінним фондом" рослин, за рахунок якого вони отримують необхідні для росту і розвитку катіони, є іони гідрогену (протони), а за необхідні їм аніони віддають у прикореневе середовище аніони органічних низькомолекулярних кислот та  $\text{HCO}_3$ -іони. За підрахунками І. М. Гоголева [107], на створення 1 г органічної речовини трав'яні рослини поглинають від 0,95 до 2,00 ммоль катіонів, а отже стільки ж протонів  $\text{H}^+$  десорбують у ґрунт. Ці дані свідчать про значну кількість вільних іонів гідрогену, які поступають із коренів трав у ґрунт. І вірогідно, суттєвим джерелом  $\text{H}$ -іонів у верхніх горизонтах ґрунтів острова можуть бути кислі виділення активного коріння степової трав'яної рослинності.

Вірогідним джерелом  $\text{Al}$ -іонів (рухомого алюмінію) в ґрунтах як "носія" їх кислотності, згідно з [61, 107 та ін.], є Алюміній кристалічних граток мінералів і несилікатних форм гідроокисів. Перехід Алюмінію у рухому форму може бути наслідком процесу інактивації  $\text{H}$ -іонів, який заключається у проникненні  $\text{H}$ -іонів у кристалічні гратки первинних і вторинних мінералів, що було встановлено І. М. Гоголевим у бурих лісових ґрунтах Карпат на породах кислого хімічного складу [107]. При цьому мінерали переходять у нестійкий (метастабільний) стан, а наявний в них Алюміній може легко витіснятися у ґрунтовий розчин і бути причиною потенційної кислотності ґрунтів.

В умовах сильнокислого, а можливо й кислого ґрунтового середовища острова, вірогідно, має місце кислотний гідроліз гумусових кислот [за 61], в результаті якого відбувається відщеплення частини гумусових, головню фульвокислот, і перехід продуктів гідролізу у ґрунтовий розчин. Свідченням цього є грязно-буре чи жовто-буре забарвлення вод латерально-підґрунтового стоку, в які, очевидно, й поступають продукти кислотного гідролізу гумусових кислот ґрунтів острова.

***Особливості обмінної вбирної здатності ґрунтів.*** Ще з робіт

В. В. Докучаєва, К. К. Гедройца, а в подальшому О. Н. Соколовського, І. М. Антипова-Каратаєва, М. І. Горбунова та ін. відомо, що ГВК і склад обмінних катіонів у ньому залежать від типу ґрунтоутворення, речовинно-хімічного і мінералогічного складу ґрунтоутворювальної породи, хімізму підґрунтових вод (якщо такі залягають неглибоко від поверхні). Від ємності ГВК і складу обмінних катіонів залежать структурно-агрегатний склад та міцність і водостійкість структури, фізичні і фізико-механічні властивості ґрунту, утворення органо-мінеральних сполук та якість гумусу, реакція ґрунту, доступність рослинам елементів мінерального живлення і забезпеченість ними, – загалом рівень родючості ґрунту.

Дослідження обмінної вбирної здатності ґрунтів о. Зміїний і складу обмінних катіонів започатковано фахівцями кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів та ПНДЛ-4 ОНУ імені І. І. Мечникова з 2003-2005 рр., з 2008 року за нашою участю. Матеріали досліджень висвітлено у декількох наукових працях [3, 6, 7, 10, 72 та ін.]. Результати визначення складу ГВК чорноземних ґрунтів ділянок наших досліджень і ступеня насиченості їх основами наведено у табл. 5.5.

Як засвідчують отримані дані, у складі ГВК ґрунтів острова вирізняються дві різні за властивостями групи обмінних катіонів:

- Н- і Al-іони, які сумарно визначають загальну (гідролітичну) кислотність ґрунтів, що посилюється донизу по профілю. Ймовірна причина цього, як зазначалось вище, – кислий та екстракислий хімічний склад ґрунтоутворювальних і підстильних щільних порід;

- катіони основ  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$ , сумарна доля яких у ГВК характеризує ступінь насиченості ґрунтів основами. Перелічені катіони-основи, за винятком  $\text{Na}^+$ , як відмічалось в п. 3.4 роботи, у значній кількості залучаються трав'яною рослинністю до біологічного колообігу хімічних елементів і накопичуються у верхніх горизонтах ґрунтів, де частка загальної біомаси найбільша по профілю.

Висновок про біонакопичення катіонів-основ у верхніх горизонтах чорноземних ґрунтів острова підтверджується даними

табл. 5.5. Так, сума увібраних основ тут найбільша по профілю і сягає 20-30 ммоль / 100 г ґрунту. Донизу по профілю, по мірі зменшення сумарної біомаси, а відповідно й біонакопичення хімічних елементів, сума увібраних основ знижується і в перехідному до породи горизонті найчастіше на рівні 10-15 ммоль / 100 г ґрунту.

Склад увібраних основ чорноземних ґрунтів острова суттєво відрізняється від складу ГВК чорноземів суходолу півдня України на лесових породах. Згідно з літературними даними [134, 143, 144 та ін.], у чорноземах на лесах різко домінують катіони кальцію – 70-75, до 80% суми увібраних основ, частка обмінного магнію тут на рівні 15-20% суми, натрію і калію зазвичай не більше 1-2% від суми кожного. В чорноземних ґрунтах острова також домінують обмінні Са і Mg-катіони, але відносна доля їх менша, порівняно із чорноземами на лесових породах. У верхніх горизонтах більшості досліджуваних ґрунтів частка обмінного кальцію складає 45-60% від суми основ, магнію – від 20 до 46%, а в розрізі ОЗ-18 – 56% суми основ. Тобто, відносний вміст двовалентних катіонів тут істотно менший при явній тенденції до збільшення частки магнію у складі ГВК. Останнє виразно прослідковується у краще вологозабезпечених чорноземних ґрунтах підніж схилів і днищ улоговин (ОЗ-15, 17, 21).

Доволі специфічними є вміст і розподіл по профілю чорноземних ґрунтів острова обмінних натрію і калію. Як засвідчують дані табл. 5.5, уже у верхніх горизонтах ґрунтів уміст обмінного натрію складає 3,5-7,0 (інколи й 8-10)% від суми увібраних основ. З глибиною по профілю частка натрію у ГВК зазвичай збільшується до 6-9, а в ряді випадків і 13-15% від суми увібраних основ. Тобто, практично всі досліджувані чорноземні ґрунти належать до слабо- і середньосолонцюватих, що цілком корелює з результатами аналізу водних витяжок (див. додаток Г). Однак морфологічно солонцюватість ґрунтів, як зазначалось п. 5.2.1 роботи, не виражена, що засвідчує відсутність прояву в них елементарних процесів солонцевого ілювіювання в умовах натрієво-хімічної їхньої солонцюватості.

Вміст і розподіл по профілю обмінного калію практично

аналогічні натрію. У нижніх горизонтах вміст калію у ГВК часто сягає 13-16, навіть 18% від суми увібраних основ. Дещо більшим є вміст його у чорноземних ґрунтах виположених підніж схилів та днищ улоговин, куди із поверхневим стоком поступає високодисперсний органо-мінеральний дрібнозем із гіпсометрично вищих рівнів поверхні. Особливо виразно це прослідковується у лучно-південночорноземному намитому ґрунті на днищі улоговини (ОЗ-21), найбільш збагаченому, як відмічалось у п. 5.2.2 роботи, делювіальним дрібноземом.

Ступінь насиченості основами досліджуваних чорноземних ґрунтів характеризується значною строкатістю, зумовленою з одного боку їх високою гідролітичною кислотністю і широким варіюванням сум увібраних основ, а з другого – зміною значень цих показників по профілю ґрунтів і просторово, залежно передусім від геоморфо-гіпсометричної приуроченості (див. табл. 5.5). Ґрунти в межах вододільного плато, його привододільних схилів та давніх морських терас, які вирізняються аномально високими значеннями гідролітичної кислотності, відносяться пересічно до ненасичених основами. Ступінь насиченості у верхніх горизонтах їх профілів становить 40-52, інколи 70-73%, донизу по профілю знижується зазвичай до 26-34%. Чорноземні ґрунти виположених підніж схилів та днищ улоговин на делювіальних відкладах (ОЗ-15, 17, 21) характеризується дещо вищими значеннями ступеня насиченості основами – 55-76% у верхніх горизонтах і від 46-48 до 50-54% донизу по профілю.

Отже, специфічними особливостями фізико-хімічного стану чорноземних ґрунтів острова та процесів його формування є передусім їхня кислотність та ненасиченість основами, обумовлені визначальною мірою кислим хімічним складом ґрунтоутворювальних і підстильних порід. За вмістом обмінного натрію практично всі ґрунти різною мірою солонцюваті, хоча морфологічно їхня солонцюватість не проявляється. Тобто, можна констатувати лише натрієво-хімічну солонцюватість ґрунтів острова, без ознак прояву солонцево-ілювіального ЕГП. В сучасних умовах під покривом

степової трав'яної рослинності верхні горизонти ґрунтів поступово збагачуються основами біогенної природи, передусім кальцієм. В результаті вміст останнього суттєво збільшується як в ґрунтовому розчині, так і в ГВК верхніх горизонтів, тут поступово знижується рівень кислотності і підвищується ступінь насиченості основами.

### 5.2.5. Гумусовий стан

Гумус – специфічний і найважливіший компонент складу ґрунту, один із основних показників його генетико-продукційного стану і класифікаційної належності. Ґрунтотворення, по суті, тісно пов'язане і зумовлене процесами утворення і накопичення гумусових речовин. Вміст і запаси гумусу, його якісний склад, будова молекул та форма і міцність органо-мінеральних зв'язків і утворень інтегрально відображають сутність і специфіку ґрунтотворення. Від кількості та якості гумусу значною мірою залежать основні режими і властивості ґрунтів, умови життя рослин та формування їх біопродукції [61, 63, 137, 146-149 та ін.]. Зважаючи на це, вивчення гумусності ґрунтів з часів В. В. Докучаєва було і залишається обов'язковим при дослідженні їх генетичної природи і процесів еволюції, продукційно-ресурсного і еколого-агромеліоративного стану, вирішенні проблем охорони і раціонального використання. Зразковими у цьому плані є роботи І. В. Тюріна, М. М. Кононової, Л. М. Александрової, В. В. Пономарьової, Т. О. Плотнікової, Д. С. Орлова, в Україні – О. М. Грінченка, М. І. Лактіонова, Г. Я. Чесняка, О. О. Бацули та багатьох інших.

В практиці досліджень гумусності ґрунтів, їх контролю та оцінки широко використовується поняття *гумусового стану (ГС)* ґрунтів. Л. О. Грішиною та Д. С. Орловим 1978 р. розроблено систему показників ГС ґрунтів та рівнів їх вираженості [128], яка дозволяє встановити направленість і характер гуміфікації органічної речовини, оцінити забезпеченість ґрунту гумусом, якість гумусу тощо. Система включає наступні показники і характеристики: вміст і запаси гумусу, його профільний розподіл, збагаченість Нітрогеном, ступінь

гуміфікації, тип гумусу, його фракційний склад, оптичну щільність гумінових кислот та деякі інші.

Особливо актуальним в генетико-класифікаційному відношенні є визначення показників ГС чорноземних ґрунтів о. Зміїний, які, як зазначалось раніше, вирізняються низкою особливостей морфологічної будови, речовинно-хімічного складу і властивостей, а відповідно й особливостями генетичної природи. Проведеними тут вперше у 2003-2008 рр. дослідженнями ґрунтознавців ОНУ імені І. І. Мечникова [2, 6, 7] встановлено незвично високий вміст гумусу у верхніх горизонтах цих ґрунтів – від 8-10 до 15-18%, що у 3-5 разів більше вмісту в чорноземах південних суходолу на широті острова [134, 143, 144 та ін.]. У складі гумусу переважають гумінові кислоти (ГК), що типово для ґрунтів чорноземного типу. Однак серед фракцій гумінових кислот тут домінує фракція ГК-1 свіжих слабкодегідратованих бурих ГК, зв'язаних з рухомими гідратами півтораоксидів *Fe* і *Al*. Водночас практично відсутня в ґрунтах острова типово чорноземна фракція темних ГК, зв'язаних з *Ca* (ГК-2).

З метою з'ясування специфіки і особливостей гумусоутворення і гумусонакопичення та гумусових речовин, генетичної природи чорноземних ґрунтів острова загалом у 2009-2010 рр. проведено вивчення показників ГС ґрунтів ділянок наших досліджень, в т. ч. уперше оптичної щільності ГК. Результати досліджень наведено у табл. 5.6 та висвітлено у двох наших публікаціях [152, 153].

***Вміст та особливості профільного розподілу гумусу.*** Важливими показниками ГС ґрунтів є вміст і профільний розподіл гумусу, які значною мірою репрезентують сутність, направленість та особливості ґрунтоутворення, визначають основні властивості та рівень родючості ґрунтів [61, 125, 136, 137].

Наведені в табл. 5.6 і на рис. 5.2 дані засвідчують дуже високий вміст гумусу як у верхніх гумусово-акумулятивних горизонтах чорноземних ґрунтів острова (від 12-14 до 16-18%), так і нижніх горизонтах профілю – 5-8%. Найвищий вміст гумусу у верхніх горизонтах Н<sub>q</sub> ґрунтів в межах вододільного плато та його схилів (ОЗ-13, 19, 20) – від 14,6 до 18,2%. В ґрунтах на делювіально-

аккумулятивних підніжжях схилів (ОЗ-15) і днищах улоговин (ОЗ-21) вміст гумусу дещо нижчий – 12,3-13,8%. Дуже високий вміст гумусу у верхніх горизонтах досліджуваних ґрунтів можна пояснити доволі високою як надземною фітомасою тутешніх степових ценозів, так і зосередженістю 71-80, до 85% загальної біомаси трав у приповерхневому горизонті ґрунтової дернини Hd + наземному шарі (горизонті) степової повсті Hc та максимально кореневмісному гумусово-аккумулятивному горизонті Hq до глибини пересічно 15-25 см. Причому 60-70% загальної біомаси зосереджено саме у приповерхневому органогенному горизонті Hd+Hc (див. п. 3.4.2 роботи). Загальновідомо, що після відмирання трав'яна рослинна маса розкладається та гуміфікується і в значній кількості перетворюється у гумусові речовини. Оскільки поверхневий органогенний горизонт Hd+Hc в умовах острова поступово "товщає" догори, це й зумовлює поступове наростання догори і профілів тутешніх ґрунтів та загального вмісту гумусу [17, 109].

Нижче гумусово-аккумулятивного горизонту Hq, на фоні різкого зменшення ризомаси трав до 1-2% загальної біомаси (див. попередній п. 3.4.2), різко зменшується і вміст гумусу – до 5-10(11)% (табл. 5.6, рис. 5.2), хоча залишається на середньому і високому рівні оцінки [61, 128]. Ймовірно, в чорноземних ґрунтах острова має місце низхідна профільна міграція гумусових речовин і кореневих виділень трав, що у 70-80-і роки минулого століття було встановлено В. В. Пономарьовою і Т. О. Плотніковою у вилугуваних чорноземах Волино-Подільської височини [137, с. 85-91], а в останні роки – і в чорноземах типових Придністерського Поділля [154, с. 10].

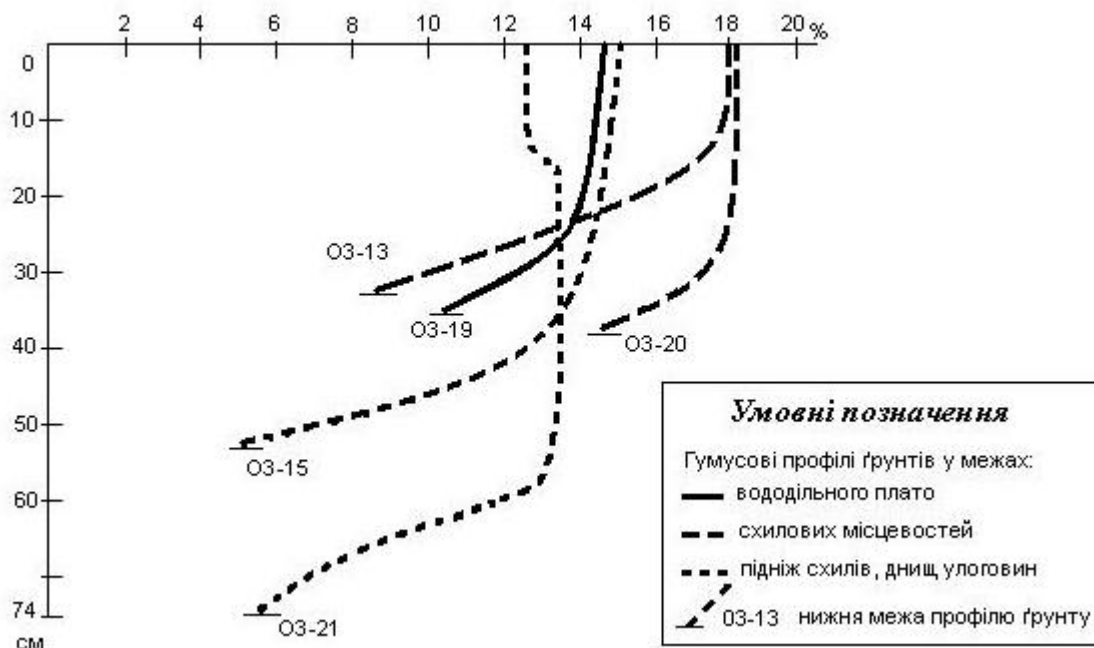
Важливим показником ГС ґрунтів є збагаченість гумусу Нітрогеном, яка оцінюється відношенням C:N. Якщо у верхніх горизонтах розорюваних чорноземів південних суходолу України кількість валового N складає пересічно 0,15-0,25 (до 0,30)% [134], то у чорноземних ґрунтах острова ця величина повсюдно більше 1% від маси дрібнозему (див. табл. 5.6). Максимальні значення вмісту валового N у верхніх горизонтах ґрунтів вододільної та привододільно-схилової частин острова (розрізи ОЗ-13, 19, 20), з

Таблиця 5.6

**Вміст гумусу в чорноземних ґрунтах о. Зміїний, його фракційно-груповий склад і збагаченість  
Нітрогеном**

Розріз, ґрунт*	Гори- зонт	Гли- бина, см	Гумус, %	C <sub>заг</sub> , %	N <sub>вал</sub> , %	C:N	Гумінові кислоти				Фульвокислоти				ГК+ ФК	Гумін	C <sub>ГК</sub> : C <sub>ФК</sub>	
							1	2	3	сума	1a	1	2	3				сума
							в % від C <sub>заг</sub>											
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і приводільних спадистих схилів</i>																		
ОЗ-19, Чн*	Нq	5-15	14,6	8,44	1,20	7,0	41,4	8,3	13,7	63,4	3,9	13,1	0,0	3,1	20,1	83,5	16,5	3,2
	Нpq	16-24	14,6	8,43	1,20	7,0	50,4	0,0	12,8	63,2	4,2	11,7	0,0	3,3	19,2	82,4	17,6	3,3
	Phq	24-34	10,9	6,31	1,00	6,3	58,0	0,0	15,4	73,4	4,3	12,1	1,4	3,0	20,8	94,2	5,8	3,5
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5°</i>																		
ОЗ-13, схил схід. експ.; Чн	Нq	4-14	17,9	10,39	1,35	7,7	42,6	2,3	14,6	59,5	3,1	15,2	0,0	6,2	24,5	84,0	16,0	2,4
	Нpq	14-23	15,1	8,78	1,30	6,8	53,1	0,0	17,3	70,4	3,1	13,9	4,0	7,2	28,2	98,6	1,4	2,5
	Phq	23-32	8,5	4,92	не визн.		53,1	0,0	17,3	70,4	3,1	13,9	4,0	7,2	28,2	98,6	1,4	2,5
ОЗ-20, схил півн. експ.; Чк	Нq	9-19	18,2	10,56	1,30	8,1	48,2	3,3	12,0	63,5	2,6	9,6	0,0	4,9	17,1	80,6	19,4	3,3
	Нpq	27-37	14,7	8,50	1,20	7,1	52,9	0,0	11,7	64,6	4,2	10,7	4,1	5,4	24,4	89,0	11,0	2,7
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніжж схилов та днищ улоговин</i>																		
ОЗ-15, підніжжя схилу; Чк	Нtq	7-17	14,8	8,61	1,10	7,8	39,3	0,6	20,0	59,9	3,1	10,8	6,3	3,8	24,0	83,9	16,1	2,5
	Нq	20-30	14,0	8,10	1,25	6,5	48,9	0,0	12,2	61,1	2,8	10,7	0,4	7,2	21,1	82,2	17,8	2,9
	Нpq	33-44	12,8	7,44	1,10	6,8	56,3	0,0	11,6	67,9	3,3	9,4	5,0	5,1	22,8	90,7	9,3	3,0
	Phq	44-52	5,0	2,90	не визначались													
ОЗ-21, днище улогови- ни; Чл	Н	6-15	12,3	7,12	1,00	7,1	36,0	0,0	12,4	48,4	4,4	11,6	6,3	5,6	27,9	76,3	23,7	1,7
	[Н]	20-30	13,4	7,80	1,00	7,8	42,7	4,2	10,9	57,8	4,7	13,6	3,8	3,8	25,9	83,7	16,3	2,2
	[Н]	40-50	13,5	7,81	1,20	6,5	65,2	0,0	12,5	77,7	2,9	14,4	1,9	2,2	21,4	99,1	0,9	3,6
	Нpqgl	60-70	5,9	3,41	не визначались													

\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт



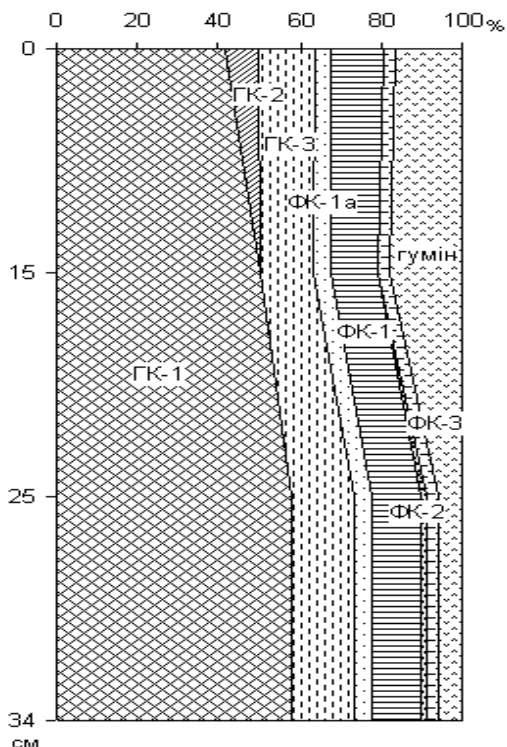
**Рис. 5.2. Профільний розподіл гумусу в чорноземних ґрунтах острова**

глибиною кількість валового Нітрогену тут дещо знижується. У ґрунтах на делювіальних шлейфах та днищах улоговин (ОЗ-15, 21) валовий вміст  $N$  зростає з глибиною, що, очевидно, зумовлено елююванням його сполук із верхніх горизонтів. Незвично високий вміст валового Нітрогену в досліджуваних ґрунтах, вірогідно, є результатом прогресуючої акумуляції цього елемента в процесі біологічного колообігу та надходження на поверхню острова з послідом численної орнітофауни [7], а також, ймовірно, – і з атмосферними опадами і відкладеннями [82, 84]. Відношення  $C:N$  у гумусі верхніх горизонтів ґрунтів на рівні 7-8, що згідно з [61, 128] засвідчує високу збагаченість гумусу Нітрогеном. З глибиною це відношення зазвичай дещо звужується, що свідчить про певне зростання збагаченості гумусу Нітрогеном донизу по профілю досліджуваних ґрунтів.

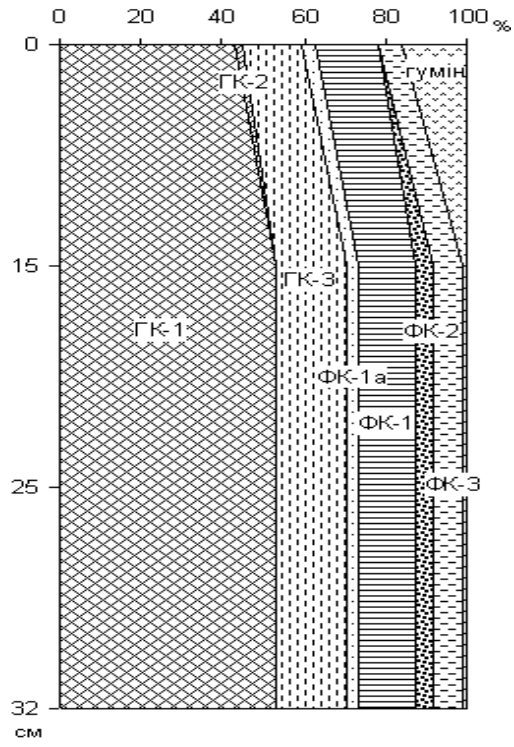
**Якісний склад гумусу.** Оцінюється за вмістом і співвідношенням різних за властивостями груп гумусових речовин – гумінових (ГК) і фульвокислот (ФК) та нерозчинного залишку (гумінів) і є функцією біохімічної активності ґрунтів і процесу гуміфікації в умовах різних типів ґрунтоутворення. Фракційний склад гумусу характеризує

розподіл гумусових речовин за формою їхнього зв'язку з мінеральною частиною ґрунту і є функцією мінералогічного складу мулистої фракції, вмісту і складу солей та реакції середовища. Тобто, фракційно-груповий склад гумусу слугує важливим діагностичним показником сутності і специфіки процесів ґрунтоутворення та класифікаційної належності ґрунтів [124, 133, 137, 146, 148, 151 та ін.].

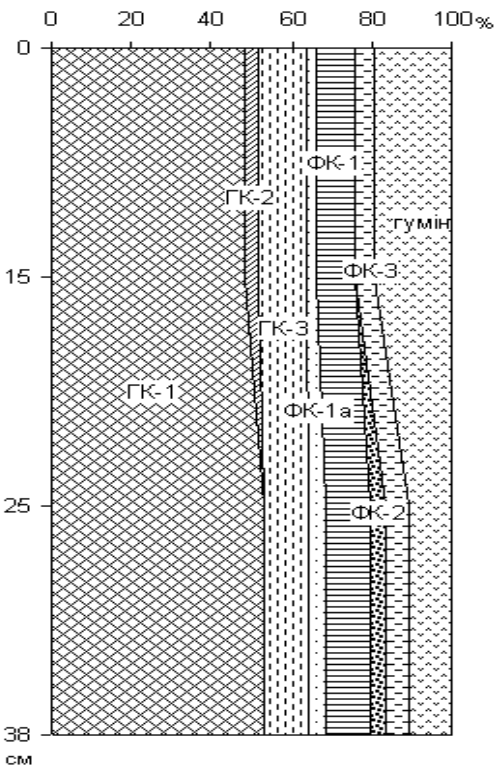
Аналіз фракційно-групового складу гумусу чорноземних ґрунтів острова виконано за методикою Тюріна в модифікації Пономарьової і Плотнікової [160]. Результати аналізу групового складу гумусу (див. табл. 5.6 і рис. 5.3) загалом типові для ґрунтів чорноземного типу [61, 134, 136, 137, 146]. У складі гумусу тут різко домінують ГК – 60-65% від  $C_{\text{заг}}$ , що засвідчує надзвичайно високий ступінь гуміфікації органічних речовин. Частка ж ФК становить лише 20-25%  $C_{\text{заг}}$ . Відношення  $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$  зазвичай у межах 2,5-3,3, що засвідчує гуматний тип гумусу [61, 128] досліджуваних ґрунтів. Дещо вирізняються за цими показниками результати аналізу групового складу гумусу лучно-південночорноземного намитого ґрунту розрізу ОЗ-21. Вміст ГК у верхньому делювіально-наносному горизонті Н тут знижується до 48,4%, а ФК зростає до 27,9%  $C_{\text{заг}}$ , відношення  $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$  зменшується до 1,7, що характеризує гумус цього горизонту як фульватно-гуматний. На нашу думку, відмінності складу гумусу у верхньому горизонті цього ґрунту зумовлені накопиченням порівняно "молодих", так званих передгумусових речовин, ще недостатньо гуміфікованих та полімеризованих [46]. Відмітимо також дещо підвищений у цьому горизонті вміст нерозчинного залишку гумусу (гуміну). Донизу по профілю у похованому гумусовому горизонті [Н] вміст ГК та відношення  $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$  зростають, а частка гуміну знижується до рівня фонових значень чорноземних ґрунтів острова. Водночас результати аналізу фракційного складу гумусу чорноземних ґрунтів острова (табл. 5.6 і рис. 5.3) суттєво відрізняються від складу гумусу чорноземів півдня України на лесових породах [46, 134 та ін.]. У складі ГК тут різко домінує фракція ГК-1 – "вільних" (новоутворених) і зв'язаних з півтораоксидами Fe та Al бурих ГК. Вміст цієї фракції у верхніх



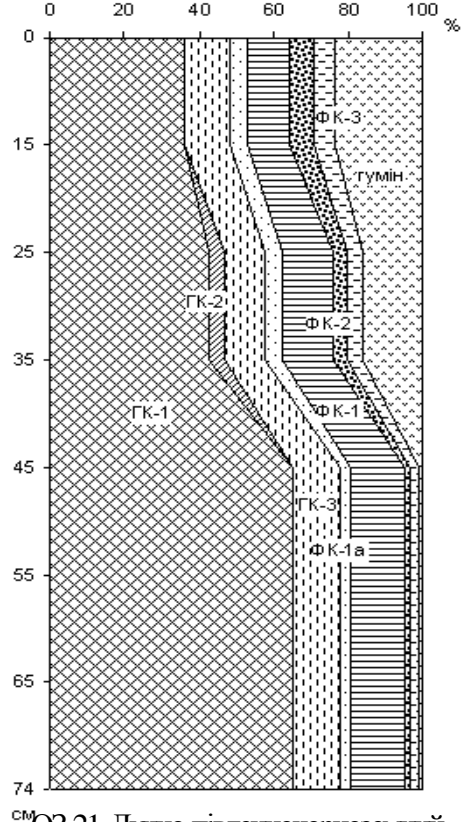
ОЗ-19. Чорноземний неповнорозвинений ґрунт, краще вологозабезпечений



ОЗ-13. Чорноземний неповнорозвинений ґрунт, відносно ксероморфний



ОЗ-20. Чорноземний короткопрофільний ґрунт, краще вологозабезпечений



ОЗ-21. Лучно-південночорноземний намитий ґрунт

**Рис. 5.3. Фракційно-груповий склад гумусу чорноземних ґрунтів**

горизонтах 41-48%  $C_{\text{заг}}$ , дещо менший він у верхніх горизонтах ґрунтів на делювіальних шлейфах та днищах улоговин (ОЗ-15, 21). Відносний вміст фракції ГК-1 у верхніх горизонтах досліджуваних ґрунтів становить 65-75% загальної суми ГК, що оцінюється як високий [61, 128]. З глибиною по профілю вміст цієї фракції зростає до 80-84% суми ГК (дуже високий вміст), що сягає 53-58, до 65%  $C_{\text{заг}}$ . На думку дослідників попередніх років [7], аномально високий вміст у ґрунтах острова фракції ГК-1 пояснюється активною взаємодією новоутворених ГК зі щойно утвореними ("молодими") оксидами Fe та Al – продуктами вивітрювання кислих щільних порід. Це, разом з підвищеним вмістом відповідних фракцій ФК (ФК-1 та ФК-1а), найімовірніше, і є одною із причин кислотності цих ґрунтів [63, 137].

Вміст фракції ГК-3, міцно зв'язаної з півтораоксидами та глининими мінералами, у чорноземних ґрунтах вододільного плато та привододільних схилів острова на рівні 10-20%  $C_{\text{заг}}$  (20-30% від суми ГК), що також оцінюється як високий. Дещо нижчий вміст фракції у нижніх горизонтах профілю чорноземних ґрунтів делювіальних шлейфів та днищ улоговин (ОЗ-15 і 21) – 11-16% від суми ГК, що відповідає середньому рівню оцінки вмісту цієї фракції [61, 128].

Другою специфічною особливістю фракційного складу гумусу досліджуваних ґрунтів є практична відсутність фракції ГК-2 (табл. 5.6, рис. 5.3), яка є типовою для чорноземів на лесових породах [46, 134, 137, 146] і представлена темними ГК, зв'язаними з Ca. У ґрунтах острова дуже низький вміст цієї фракції виявлено лише у верхніх гумусово-акумулятивних горизонтах, у нижніх горизонтах вона відсутня зовсім. На нашу думку, це спричинено незначною кількістю Ca у біогеохімічному колообігу, оскільки цей елемент практично відсутній у геологічних породах поверхні острова [78]. З інтенсифікацією біологічного колообігу хімічних елементів та чорноземного процесу ґрунтоутворення верхні горизонти ґрунтів збагачуються Ca біогенної природи, суттєво зростає його кількість у ГВК (див. попередній п. 5.2.4 роботи), що й є передумовою утворення фракції ГК-Ca у складі гумусу. Цим, ймовірно, і можна пояснити наявність цієї фракції саме у верхніх горизонтах чорноземних ґрунтів

острова, де загальна біомаса трав'яної рослинності, а відповідно і ємність біологічного колообігу хімічних елементів та вміст біогенного  $Ca$ , максимальні.

**Оптичні властивості гумінових кислот.** Визначення оптичної щільності гумусових речовин, і ГК зокрема, є одним із важливих методів дослідження природи гумусу ґрунтів, і ґрунтоутворення загалом. Згідно з сучасними уявленнями, ГК – це складна суміш високомолекулярних і поліфункціональних сполук аліциклічної, гідроароматичної, ароматичної та гетероциклічної природи, які заміщені алкільними ланцюжками різної величини як нормальної, так й ізомерної будови, що включають кінцеві і некінцеві зв'язки з різними функціональними групами (карбоксільними, гідроксільними та ін.). Структура ГК ґрунтів різних умов утворення може суттєво різнитися, що пояснюється високим ступенем поліморфізму їхньої хімічної будови. В результаті гумусові речовини різних типів ґрунтів та різних ґрунтових горизонтів характеризуються неоднаковим забарвленням, що є наслідком різних умов і характеру поглинання світлових хвиль у залежності від особливостей ГК, і в першу чергу, від співвідношення в їх молекулах ароматичних та аліфатичних структур. За величиною оптичної щільності можна скласти уявлення про співвідношення між периферійною та ядерною частинами молекул ГК, що є діагностичною ознакою типу ґрунтоутворення, місцевих особливостей гідрологічних та галогеохімічних умов утворення і функціонування ґрунтів, рухомості ГК та їх здатності утворювати комплексні сполуки [61, 63, 124, 136, 137, 161, 162 та ін.].

Уперше оптичну щільність ГК чорноземних ґрунтів о. Зміїний визначено нами у 2010 р. в гуматах натрію, виокремлених під час аналізу складу гумусу. Згідно з методичними вказівками [136, 137, 163, 164] концентрацію Карбону ГК у розчинах гуматів перераховано на 0,136 г/л, довжина кювети – 1 см. Результати визначення оптичної щільності ГК наведено в табл. 5.7 та на рис. 5.4.

**Показники оптичних властивостей гумінових кислот  
чорноземних ґрунтів о. Зміїний**

Розріз, ґрунт*	Гори- зонт	Гли- бина, см	E <sub>430</sub>	E <sub>485</sub>	E <sub>690</sub>	E <sub>4</sub> <sup>0,001</sup>	E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub>	K <sub>ст</sub>
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</i>								
ОЗ-19, Чн*	Нq	5-15	14,396	12,725	4,062	0,097	3,13	7,352
	Нrq	16-24	13,920	11,049	3,804	0,091	2,90	6,278
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3-5</i>								
ОЗ-13, схил схід. експ.; Чн	Нq	4-14	12,816	11,978	3,419	0,092	3,50	5,817
	Нrq	14-23	11,728	11,577	2,324	0,088	4,98	3,296
ОЗ-20, схил півн. експ.; Чк	Нq	9-19	14,637	12,520	4,800	0,100	2,61	8,586
	Нrq	27-37	12,660	12,142	3,102	0,092	3,91	4,334
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніжж схилів та днищ улоговин</i>								
ОЗ-15, підніжжя схилу; Чк	Нtq	7-17	12,914	11,765	3,551	0,091	3,31	7,172
	Нq	20-30	11,435	11,859	3,309	0,087	3,58	5,424
	Нrq	33-44	11,251	10,418	2,456	0,080	4,24	3,846
ОЗ-21, днище улоговини; Чл	Н	6-15	13,791	11,287	5,156	0,091	2,19	10,142
	[Н]	20-30	15,353	12,844	3,814	0,104	3,37	7,295
	[Н]	40-50	15,763	13,043	3,904	0,107	3,34	6,463

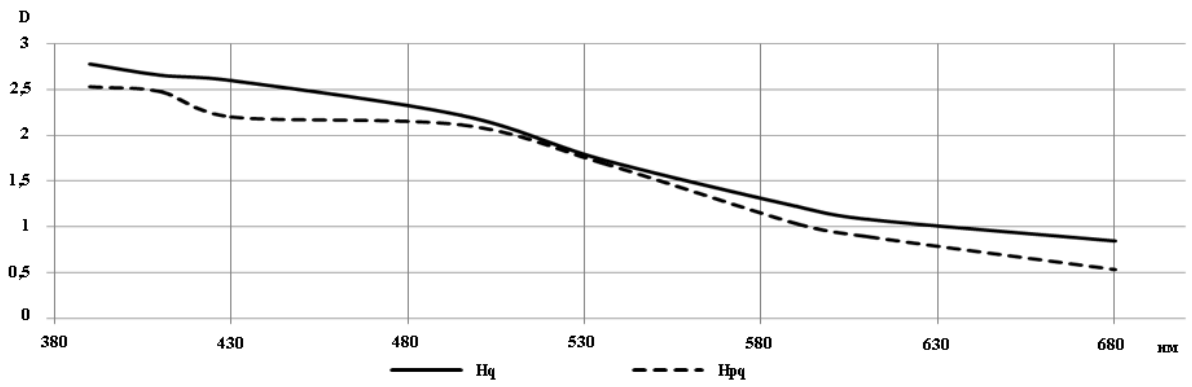
\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт. Показники оптичних властивостей ГК: E<sub>430</sub>, E<sub>485</sub>, E<sub>690</sub> – коефіцієнти оптичної щільності за довжини хвиль 430, 485 і 690 нм відповідно; E<sub>4</sub><sup>0,001</sup> – коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 465 нм і концентрації розчину 1 мг/100 мл, довжина кювети 1 см; E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> – коефіцієнт забарвленості; K<sub>ст</sub> – показник якості і стабільності гумусу

Отримані результати засвідчують доволі високу оптичну щільність ГК, властиву ґрунтам чорноземного типу [61, 136, 137, 161]. Як зазначає М. М. Кононова [136], висока оптична щільність ГК чорноземних ґрунтів є показником високої конденсованості ароматичного ядра і невисокого вмісту в їхніх молекулах бокових радикалів, що несуть гідрофільні групи. Очевидно, умови ґрунтоутворення на острові, зокрема чергування періодів весняно-ранньолітнього оптимального зволоження та літньо-осіннього висушування, сприяють утворенню в чорноземних ґрунтах ГК доволі складної структури і складу.

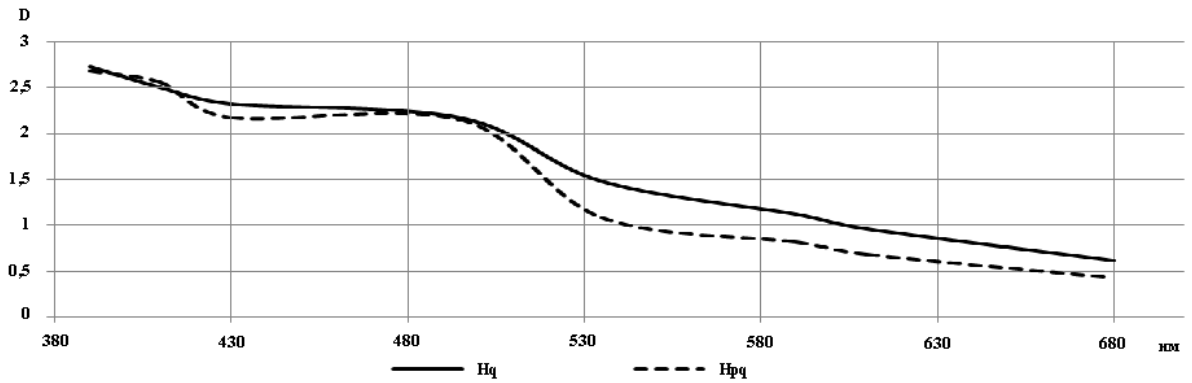
Дещо вищі значення коефіцієнтів оптичної щільності ГК у краще вологозабезпечених ґрунтах західної і північної частин острова (ОЗ-19 і 20), порівняно з чорноземними ґрунтами відносно ксероморфнішої східної частини території (ОЗ-13). Це може свідчити про кращі умови для утворення і накопичення свіжого гумусу за кращого зволоження ґрунтів, що встановлено дослідженнями С. П. Позняка та Ю. І. Наконечного [46, 133].

Найвищими є значення коефіцієнтів поглинання ГК у похованих гумусових горизонтах [Н] лучно-південночорноземного намитого ґрунту на днищі улоговини (ОЗ-21), де умови зволоження оптимальні для гумусоутворення та зростання при цьому ступеня конденсованості ароматичного ядра. З глибиною по профілю практично всіх досліджуваних ґрунтів значення показників оптичної щільності ГК знижуються. Дещо крутіші з глибиною і криві спектрів поглинання (рис. 5.4), що засвідчує збільшення вмісту бурих ГК, найімовірніше, під впливом кислих ґрунтоутворювальних порід або спрощення їхніх молекул в умовах солонцюватості-засоленості ґрунтів [61, 124, 165]. Не виключається в нашому випадку і міграція більш рухомих форм ГК спрощеної будови із верхніх горизонтів, по аналогії з чорноземами південними Кустанайської області [166]. На думку М. М. Конової [147], це може свідчити про генетичну спорідненість таких ГК з ФК та можливість існування між ними перехідних форм.

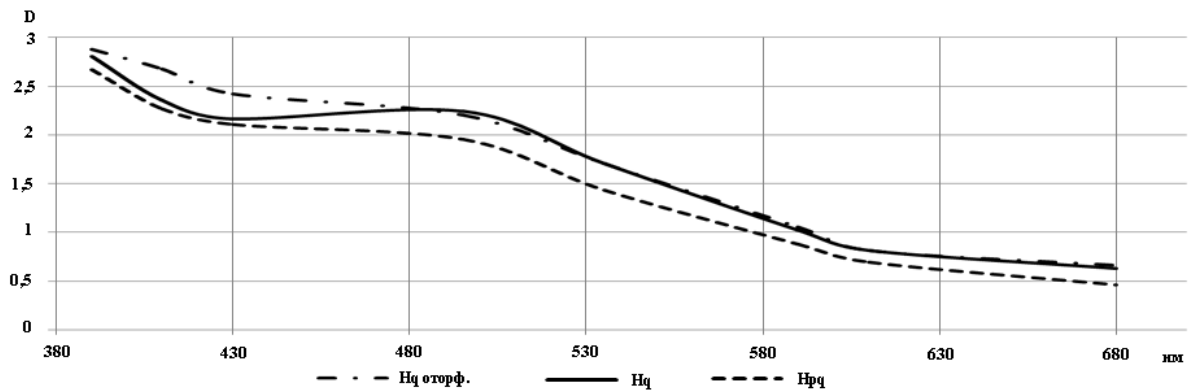
Поряд із коефіцієнтами оптичної щільності ГК за різних довжин хвиль, для характеристики ГК широко використовуються коефіцієнти рівняння Бугера-Ламберта-Бера (Е-величини за довжини хвилі 465 нм при концентрації розчину 0,001% та довжині кювети 1 см -  $E_4^{0,001}$ ). Вони мало змінюються в межах одного типу і мають близькі значення для генетично споріднених ґрунтів. Значення показника  $E_4^{0,001}$  у верхніх горизонтах досліджуваних ґрунтів 0,091-0,100, що дає підстави діагностувати їх чорноземами південними з ознаками впливу кислих ґрунтоутворювальних порід та солонцюватості-засоленості ґрунтів [61, 124, 165]. Рівень оцінки цього показника ГС чорноземних ґрунтів острова – середній, ближче до високого [за 61,



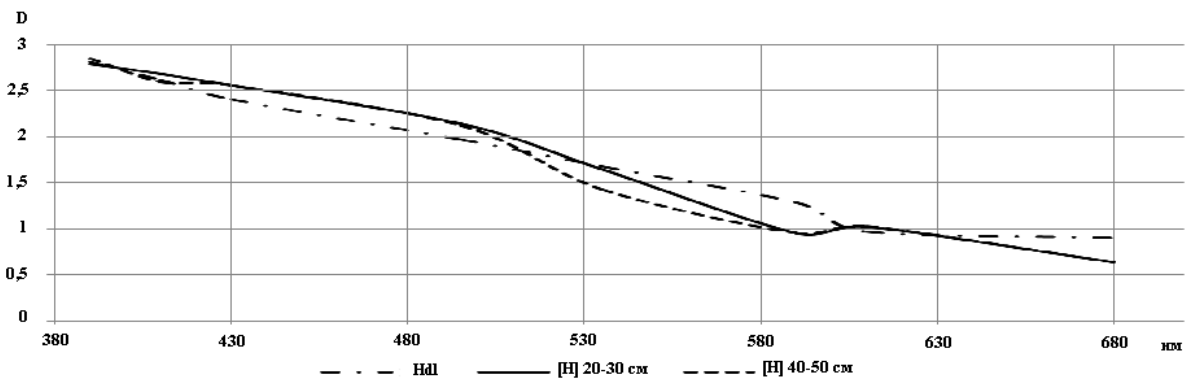
ОЗ-20. Чорноземний короткопрофільний ґрунт, краще вологозабезпечений



ОЗ-13. Чорноземний неповнорозвинений ґрунт, відносно ксероморфніший



ОЗ-15. Чорноземний короткопрофільний ґрунт, підніжжя схилу



ОЗ-21. Лучно-південночорноземний намитий ґрунт, днище улоговини

**Рис. 5.4. Спектри поглинання гуматів натрію чорноземних ґрунтів**

128]. Дещо вищі значення показника у краще вологозабезпечених ґрунтах західної і північної частин острова (ОЗ-19 і 20), де, як зазначалось вище, сприятливіші умови для гумусоутворення. У ґрунтах ксероморфнішого схилу східної експозиції (ОЗ-13) значення показника нижчі, що засвідчує не тільки гірші умови для гумусоутворення, а й вищий вміст у гумусі бурих ГК. Нижчі значення цього показника і у верхніх горизонтах ґрунтів на делювіальних шлейфах і днищах улоговин (ОЗ-15 і ОЗ-21): найімовірніше тут збільшується вміст відносно "молодих" ГК спрощеної будови [124]. Найвищі ж значення  $E_4^{0,001}(0,10-0,11)$  у похованому гумусовому горизонті [Н] лучно-південночорноземного намитого ґрунта на днищі улоговини (ОЗ-21), де, як зазначалось вище, в умовах оптимального зволоження оптимальні й умови для гумусоутворення та формування типових для чорноземів гумусових речовин. У всіх розрізах значення цього показника зменшуються з глибиною, що, ймовірно, спричинено збільшенням вмісту бурих ГК в умовах зростання впливу кислих ґрунтоутворювальних порід або спрощенням молекул ГК за солонцюватості-засоленості ґрунтів.

Для порівняльної характеристики оптичних властивостей ГК, і зокрема оцінки ступеня конденсованості їхнього ароматичного ядра та аліфатичних структур, використовується також співставлення коефіцієнтів оптичної щільності або інтенсивності поглинання світла при довжинах хвиль 485 і 690 нм –  $E_4/E_6$  (коефіцієнт забарвленості). Це співвідношення відображає ступінь участі конденсованого ароматичного ядра у побудові молекули ГК. Ширше відношення засвідчує переважання у молекулах ГК аліфатичних груп [147]. Із наведених у табл. 5.7 даних видно, що це співвідношення ширше в чорноземних ґрунтах східної відносно ксероморфнішої частини острова (ОЗ-13). Ймовірно, тут ГК із слабкою конденсованістю ароматичного ядра в умовах гіршої вологозабезпеченості. Звуження цього співвідношення констатується у ґрунтах західної та північної краще вологозабезпечених частин острова (ОЗ-19 і 20), де інтенсивнішими є процеси гуміфікації, зростає "зрілість" ГК та структурованість їхніх молекул. Неоднозначним є профільний

розподіл значень коефіцієнтів забарвленості у досліджуваних ґрунтах. Домінує тенденція до розширення цього відношення донизу по профілю, що може бути наслідком процесу гідролітичного відщеплення від макромолекул ГК і винесення донизу по профілю більш лабільних бічних ланцюгів при посиленні процесу елюювання в умовах кращого зволоження чи прояву солонцевого процесу.

Ще одним показником оптичних властивостей ГК є показник якості і стабільності гумусу ( $K_{ст}$ ), запропонований Б. Н. Рябініним і Л. А. Рябініною [167], який ефективно впроваджується в практику ґрунтово-генетичних досліджень [124]. Згідно з даними табл. 5.7, якіснішим і стабільнішим є гумус чорноземних ґрунтів о. Зміїний знову ж таки в умовах кращої вологозабезпеченості (ОЗ-15, 19, 20 і 21). Менш якісний гумус у ґрунтах східної ксероморфнішої частини острова (ОЗ-13). З глибиною по профілю у всіх випадках показник якості гумусу знижується, що, як зазначалось вище, спричинено, ймовірно, збільшенням вмісту бурих ГК та зменшенням конденсованості їхнього ароматичного ядра.

Викладені і проаналізовані вище матеріали процесно-генетичної характеристики морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей примітивних і чорноземних ґрунтів о. Зміїний дають підстави зазначити наступне. Основні показники складу і властивостей ґрунтів острова та процеси їх формування визначальною мірою обумовлені речовинно-хімічним складом і властивостями кислих материнських і підстильних щільних порід. Це перш за все сильна кам'янистість ґрунтів, піщано-легкосуглинковий і супіщаний гранулометричний склад дрібнозему, кислотність, некарбонатність, збідненість основами, домінування у складі гумусу фракції ГК-1. Практично аналогічні за складом і властивостями некарбонатні кислі чорноземні і дернові ґрунти на щільних силікатних породах Гірського Криму Н. В. Вернандер називає "літогенно-кислими" [143, с. 140]. Нами [10, 153] аналогічно також пропонується класифікувати чорноземні (а вірогідно, і примітивні) ґрунти острова на рівні роду як літогенно-кислі.

## Висновки до розділу 5

Підсумуємо викладені у цьому розділі матеріали досліджень:

1. Вивчення морфології, гранулометричного і мікроагрегатного складів, показників кислотно-основної характеристики, фізико-хімічної вбирної здатності, гумусового стану чорноземних і примітивних ґрунтів острова та процесів формування засвідчують низку їх географо-генетичних особливостей і просторових відмінностей. Зумовлені ці особливості передусім відмінностями геоморфо-гіпсометричної та експозиційно-схилової приуроченості, близьким до поверхні заляганням щільних кислих порід, практично цілорічним поступанням солей з акваторії моря та посліду численної орнітофауни.

2. Близьким заляганням до поверхні щільних кислих порід зумовлені короткопрофільність, щебнистість-кам'янистість і кислотність ґрунтів, які посилюються до низу профілю, піщано-легкосуглинковий і супіщаний гранулометричний склад дрібнозему, некарбонатність і збідненість основами.

3. Ґрунти острова, зокрема чорноземні, вирізняються слабкою мікроагрегованістю і практичною безструктурністю, що, вірогідно, обумовлено специфікою гранулометричного складу, солонцюватістю, низькою мезобіологічною освоєністю, низьким вмістом, а часто й відсутністю коагуляторів у структурних "клеях", зокрема гумату кальцію. Із покращенням вологозабезпеченості зростає здатність ґрунтів до оструктурування як на мікро-, так і макрорівнях.

4. Констатується квазірівноважно-динамічний режим засоленості ґрунтів залежно від погодно-кліматичних та атмосферно-хімічних умов періоду року. За вмістом обмінного натрію практично всі чорноземні ґрунти різною мірою солонцюваті, однак без ознак прояву солонцево-ілювіального ЕГП та елювіально-солонцевої диференціації профілю.

5. Результати вивчення вмісту і профільного розподілу, якісного складу гумусу чорноземних ґрунтів острова та оптичних властивостей їхніх ГК загалом типові для ґрунтів чорноземного типу.

У складі гумусу тут домінують ГК – до 60-65%  $C_{\text{заг.}}$ . Значення коефіцієнта оптичної щільності 0,091-0,100, що характерно для чорноземів південних. Дещо вищі значення цього показника у ґрунтах кращого вологозабезпечення. Водночас отримані результати вирізняються рядом особливостей. Зокрема, у складі гумусу домінує фракція ГК-1 – 65-75% суми ГК у верхніх горизонтах, донизу профілю вміст її зростає до 80-84%. При цьому дуже низький вміст типово чорноземної фракції ГК-2 виявлено лише у верхніх горизонтах ґрунтів, у нижніх вона відсутня зовсім. Результати визначення оптичних властивостей ГК дають підстави для висновку, що високий вміст бурих ГК у чорноземних ґрунтах острова і збільшення його донизу по профілю зумовлено зростанням впливу кислих ґрунтоутворювальних порід, а вірогідно – спрощенням молекул ГК в умовах солонцюватості-засоленості ґрунтів.

6.3 інтенсифікацією під покривом степової трав'яної рослинності дерново-гумусоаккумулятивного (чорноземного) процесу ґрунтоутворення та зростанням ємності біоколообігу хімічних елементів і речовин посилюються процеси утворення і накопичення гумусу гуманного типу у верхніх горизонтах ґрунтів. Поступово наростає догори потужність гумусового горизонту і профілю загалом, у верхніх горизонтах зростає вміст біофільних елементів та основ, найбільше Кальцію. В результаті знижується кислотність і кам'янистість ґрунтів, важчає їх гранулометричний склад, у складі гумусу утворюється типово чорноземна фракція ГК-2.

## **РОЗДІЛ 6**

### **ПРОЦЕСИ ҐРУНТОТВОРЕННЯ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ЕВОЛЮЦІЇ ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ОСТРОВА**

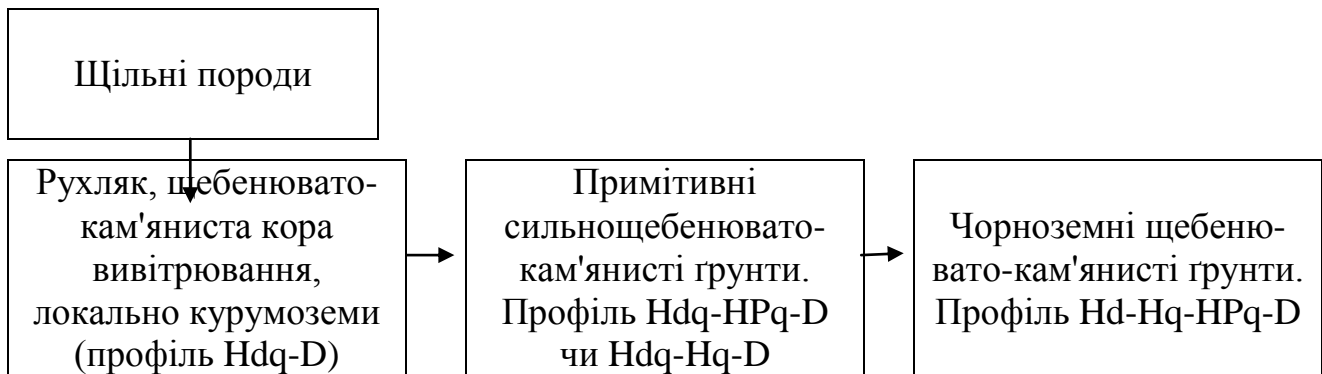
У попередніх розділах нашої монографії висвітлено і проаналізовано матеріали дослідження природних чинників ґрунотворення, їх особливостей, просторових відмінностей і ґрунтоутворювальний потенціал, генетико-діагностичні особливості показників і характеристик морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів острова, процесів їх формування та просторові відмінності. Отримані результати дають змогу перейти до висвітлення ключового питання нашої роботи – характеристики процесів ґрунотворення на острові, їх сутності, особливостей і сучасних тенденцій. Розгляд почнемо з аналізу встановленої нами загальної схеми і стадійності ґрунотворення на щільних породах значної міцності.

#### **6.1. Загальна схема і стадійність ґрунотворення**

Ґрунотворення, як зазначалось у першому розділі нашої роботи, – це складний і довготривалий процес утворення ґрунту із гірської породи земної поверхні, подальшого його розвитку та еволюції під дією живих організмів і продуктів їх метаболізму та розкладу відмерлих решток. Сутнісно за В. В. Пономарьовою [28] – це процес двосторонньої причинно-наслідкової дії живих організмів (головно рослин) на верхній шар вихідної гірської породи як джерело елементів мінерального живлення і запасу води (причина) та наступного перетворення цього шару породи у ґрунтове тіло (наслідок).

На підставі матеріалів дослідження природних чинників ґрунотворення острова, їхніх особливостей і ґрунтоутворювального потенціалу та просторових відмінностей [7, 9, 72, 115, 117, 118 та ін.] з долученням літературних джерел [21, 33, 36, 168, 169] нами встановлено загальну схему (модель) і стадійність процесу утворення

і подальшого розвитку ґрунту на щільних породах (рис. 6.1). Розроблена схема ґрунтоутворення доповідалась і обговорювалась на ІХ з'їзді ґрунтознавців і агрохіміків України (Миколаїв, 2014) [170].



**Рис. 6.1. Загальна схема і стадійність ґрунтоутворення на щільних породах о. Зміїний**

Схема ґрунтоутворення включає стадії вивітрювання щільних порід значної міцності і формування щебенювато-кам'янистої кори їх вивітрювання та локального курумоземоутворення → примітивного ґрунтоутворення → чорноземоутворення. По суті, це загальна схема (модель) і стадійність ймовірного процесу утворення та подальшого розвитку ґрунту на щільних породах острова, починаючи із стадії їх вивітрювання під дією як нижчих літофільних, так і вищих організмів та наростання ємності біологічного колообігу хімічних елементів і речовин. Руйнуючись, поверхневий шар щільних порід спочатку перетворюється у *щебенювато-кам'янистий елювій*, в якому при подальшому вивітрюванні накопичується дрібнозем і локально формуються *курумоземи* (за Г. В. Добровольським з співавторами [169] – кам'янистий субстрат, перекритий підстилкою та іншими органогенними відкладеннями). З плином часу, під дією організмів, безпосередньо на виходах щільних порід та їх рухлякових розсипах, минуючи стадію курумоземоутворення чи співпадаючи з нею, утворюються дуже малопотужні (до 5-9 см) *примітивні сильнощебенювато-кам'яністі ґрунти*. Із зростанням біопродуктивності екосистем та ємності біологічного колообігу і потужності кори вивітрювання щільних порід примітивні ґрунти

поступово еволюціонують у *чорноземні* – короткопрофільні, щебенювато-кам'янисті.

Таким чином, якщо на пухких ґрунтоутворювальних породах всі горизонти ґрунтового профілю формуються одночасно, а потужність окремих горизонтів збільшується з плином часу залежно від характеру та інтенсивності ЕГП [22, 26, 36 та ін.], то на щільних породах ґрунтовий профіль формується поступово. Спочатку під органогенною підстилкою (відкладеннями) утворюється гумусово-аккумулятивний горизонт Н чи НР, який в міру зростання біопродуктивності надземної рослинності та збільшення потужності кори вивітрювання "товщає" зазвичай догори. При цьому в межах утворюваного профілю відбувається поступове вирізнення генетичних горизонтів. Якщо у *курумоземах* профіль типу Нdq-D, то у примітивних ґрунтах під горизонтом дернини Hd уже виділяється малопотужний (до 5-9 см) примітивно-гумусовий кам'янистий горизонт НРq чи навіть Нq, а в чорноземних ґрунтах на потужнішій корі вивітрювання профіль вже "типово чорноземний" – Hd-Нq-НРq потужністю 20-35, до 40-50 см. Профілі як примітивних, так і чорноземних ґрунтів безпосередньо підстиляються щільною породою D.

Отже, на ранніх стадіях ґрунтоутворення на острові домінуючими є процеси вивітрювання щільних порід. Із зростанням біопродуктивності наземних екосистем та інтенсифікацією біологічного колообігу хімічних елементів посилюється біологічна направленість ґрунтоутворення і формуються примітивні сильнощебенювато-кам'янисті ґрунти, які з плином часу поступово еволюціонують у чорноземні. Охарактеризуємо особливості названих ґрунтоутворювальних процесів в умовах острова.

## **6.2. Загальні та елементарні процеси ґрунтоутворення, їх географо-генетичні особливості**

### **6.2.1. Процес примітивного ґрунтоутворення**

Сама назва – процес примітивного чи первинного, ініціального за [171], ґрунтоутворення засвідчує найпершу стадію утворення ґрунту із вихідної гірської породи під дією організмів. Як зазначають В. А. Ковда [24, 30], С. П. Позняк і Є. Н. Красеха [29, 31, 34], найтипівіше процес первинно-примітивного ґрунтоутворення прослідковується на виходах щільних порід та кам'янисто-рухляковій корі їх вивітрювання під дією літофільних організмів одночасно з процесами вивітрювання порід. По суті, це початкова стадія перетворення щільних порід у ґрунт, що є типовим для о. Зміїний, де ці породи повсюдно виходять на денну поверхню.

Дослідження процесу первинно-примітивного ґрунтоутворення на щільних породах започатковано ще на стадії становлення ґрунтознавчої науки. Так, засновник генетичного ґрунтознавства В. В. Докучаєв влітку 1870 р. вивчав процес первинного ґрунтоутворення на вапнякових плитах розвалин Староладозької фортеці [21, с. 423-427]. Фундаментальне ж вивчення перших стадій ґрунтоутворення на масивно-кристалічних породах під дією літофільних організмів започатковано у 40-50-х роках минулого століття Б. Б. Полиновим [172]. У наступні роки вивчення процесу примітивного ґрунтоутворення на щільних гірських породах із долученням матеріалів мікробіологічних і біогеохімічних досліджень проведено В. А. Ковдою [24], І. П. Герасимовим та М. А. Глазовською [27].

В останні роки в Україні зростає інтерес до вивчення процесу примітивного ґрунтоутворення на щільних породах (Г. С. Підвальна, 2004; А. А. Кирильчук, 2012 і 2013; О. І. Єргіна, 2013). Вивчення початкових стадій ґрунтоутворення дає змогу встановити сутність і закономірності ґрунтоутворення загалом і, насамперед, закономірності взаємодії біологічного і геологічного колообігу хімічних елементів, процесів розкладу, виносу, акумуляції і синтезу, балансу та

енергетики ґрунтотворення [24, 168, 171, 173]. Однак, в умовах о. Зміїний спеціальних досліджень процесу примітивного ґрунтотворення на щільних породах і утворених на них примітивних ґрунтів у попередні роки не проводилось. Таке дослідження тут вперше виконано за нашою участю у 2011 р. [117].

Згідно з матеріалами досліджень Б. Б. Полинова, В. А. Ковди, М. О. Красильнікова, І. П. Герасимова, М. А. Глазовської та ін., примітивне ґрунтоутворення починається з поселення на щільних породах літофільних мікроорганізмів, яким для життєдіяльності не потрібна органічна речовина. Це зелені, синьо-зелені і діатомові водорості, які є фотосинтезуючими організмами, та проживаючі з ними у симбіозі азотфіксуючі бактерії, здатні засвоювати атмосферний Нітроген і синтезувати органічні сполуки, різноманітна гетеротрофна флора (бактерії, гриби, актиноміцети). Під дією мікроорганізмів протікають процеси розрушення гірських порід і мінералів та синтезу вторинних мінеральних, органо-мінеральних і органічних сполук. Механізм впливу мікроорганізмів на вихідну породу полягає в тому, що організми у процесі життєдіяльності виділяють речовини з кислотними або лужними властивостями, які роз'їдають і розчиняють мінерали. Вуглекислота, яка виділяється при диханні мікроорганізмів та розкладанні мікробних тіл, прискорює розклад мінералів. Разом з тим мікробні ценози утворюють гумусові речовини, близькі до фульвокислот, що також сприяє розкладу первинних мінералів.

Зазначимо, що у сухій речовині бактеріальних тканин міститься 10-12% N, 2-5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,0-2,5% K<sub>2</sub>O, 0,3-0,8% MgO і CaO, невелика кількість сполук Fe, Si, S, Cu та інших хімічних елементів, а загальний вміст золи тут сягає 7-10%. Зольність водоростей суттєво більша – 20-40%, у складі золи міститься значна кількість Ca, Na, S, Cl, P [24, с. 237]. Вибіркове поглинання мікроорганізмами перелічених хімічних елементів призводить до поступового їх накопичення у плівці на поверхні щільних порід та їхньому рухляку. За даними М. О. Красильнікова [174], в утвореному під дією мікроорганізмів дрібноземі появляються аморфні опаловидні форми

Силіцію, гідроокису Феруму, вторинні глиноподібні мінерали. Одночасно накопичуються органічні, органо-мінеральні та мінеральні сполуки. В результаті на щільних породах та їхньому рухляку утворюється деяка кількість органо-мінерального пилу, який ще не є ґрунтом, але вже є поєднанням органічних азотистих і мінеральних сполук та слугує субстратом для поселення більш високорозвинених літофільних організмів, зокрема лишайників і грибів.

З поселенням лишайників на щільних породах значно збільшується швидкість первинно-примітивного ґрунтоутворювального процесу. Ріст і життєдіяльність лишайникової флори прискорює процес вивітрювання порід та інтенсифікує процес ґрунтоутворення і збільшення маси дрібнозему з елементами родючості. Лишайники виділяють органічні кислоти (лишайникову, лимонну, щавлеву та ін.), тому ризоїди лишайників здатні руйнувати навіть кварц. Крім цього, лишайники залучають до біологічного колообігу в умовах примітивного ґрунтоутворення на щільних породах більше 300 кг/га Нітрогену щорічно, в їхній золі концентруються Сульфур, Фосфор, Калій, а часто і Кальцій, Алюміній, Силіцій, Ферум та Магній. В результаті життєдіяльності та відмирання лишайників у дрібноземі накопичується до 10, інколи 30-40% органічної речовини, а також значна кількість вторинних глинистих мінералів, включно з мінералами монтморилонітової групи [24, 30, 31, 174]. У складі гумусу дрібнозему під лишайниками міститься значна кількість гумінових (20-25%) та фульвокислот (31-35%). Гумусові кислоти забезпечують значну частку вбирально-обмінної здатності дрібнозему і, водночас, сприяють посиленню виносу Кальцію і Фосфору та відносному накопиченню Алюмінію, Силіцію, Феруму і Магнію. Разом з тим лишайники слугують джерелом органічної речовини для літофільних грибів, з поселенням яких активізуються процеси вивітрювання і ґрунтоутворення на щільних породах [24, 30, 31].

Згідно з теорією примітивного ґрунтоутворення В. А. Ковди [24], утворений літофільними мікроорганізмами, лишайниками і грибами примітивно-ґрунтовий субстрат поступово заселяється мохами, трав'яною і деревною рослинністю. В умовах о. Зміїний

літофільно-мохові угруповання рідкісні [15, 117]. Частіше такі примітивно-грунтові сильнокам'янисті субстрати тут заселені лишайниками із сильно зрідженою трав'яною рослинністю висотою лише 3-5 до 10 см, а часто і без покриву рослинності. Сумісно із трав'яною рослинністю продовжується участь у ґрунтоутворенні літофільних мікроорганізмів, лишайників і грибів, долучаються і безхребетні. Поступово на поверхні утворюється несучільна, слабкосформована "дернина" (підстилка) Hdq, складена із густого переплетіння живих і відмерлих рослинних коренів, решток лишайників і трав, а також темнозбарвленого дрібнозему. Під "дерниною" у дрібноземі примітивного ґрунту поступово зменшується вміст грубого рухляку і збільшується маса вторинних глинистих мінералів та органо-мінеральних сполук, зростає вміст гумусу з дуже високою кількістю детриту, Нітрогену, Кальцію, Фосфору, Калію, Сульфуру, збільшується ємність катіонного вбирання. Потужність горизонту (шару) утвореного примітивного ґрунту зростає до 5-9 см, в ньому уже можна вирізнити примітивно-гумусовий сильнокам'янистий горизонт НРq чи навіть Нq, який безпосередньо підстиляється вихідною щільною породою.

Отже, утворення примітивних ґрунтів на щільних породах о. Зміїний під дією як нижчих, так і вищих літофільних організмів відбувається за одночасного протікання процесів вивітрювання цих порід і біогенно-акумулятивних процесів ґрунтоутворення. Визначальними при цьому є процеси утворення кори вивітрювання порід та збагачення її дрібноземом, органічною речовиною, вторинними глинистими мінералами та органо-мінеральними сполуками. В комплекті ЕП біогенно-акумулятивної групи – повсте(підстилка)утворення, гумусоутворення і гумусонакопичення, акумуляція біофільних елементів і сполук, деякі їх показники і характеристики наведено у табл. 6.1. Прогресуюче нагромадження органіки на поверхні призводить до "потовщення" профілю ґрунтів (зазвичай догори), збільшення вмісту дрібнозему, гумусу і біофільних елементів, зростання вологоємності та катіоновбирної здатності, вирізнення генетичних горизонтів. Вочевидь, ці процеси

інтенсивнішають із поселенням на примітивних ґрунтах трав'яної рослинності та наростанням ємності біологічного колообігу хімічних елементів і речовин. Саме це, як зазначалось вище (п. 6.1), є свідченням поступової біогенізації складу і властивостей новоутворених примітивних ґрунтів та еволюції процесу примітивного ґрунтоутворення на щільних породах у процес чорноземоутворення як різновид дерново-гумусоаккумулятивного процесу, до характеристики якого і переходимо.

### **6.2.2. Чорноземоутворення на острові**

Як зазначалось у п. 1.2 нашої роботи, ще перші дослідники о. Зміїний позаминулого і минулого століть М. Д. Критський [40], О. Д. Нордман [41], V. Cusu, G. Vlasceanu [175], а починаючи з 2003-2005 рр. – і ґрунтознавці ОНУ імені І. І. Мечникова [2, 6-8, 10, 72 та ін.] однозначно констатували повсюдне поширення тут чорноземних ґрунтів. Virізняться вони, як зазначалось у попередньому п. 5.2 роботи, короткопрофільністю (зазвичай до 25-40 см), некарбонатністю і кам'янистістю-щебенюватістю, кислою та сильнокислою реакцією, локальною засоленістю та практично повсюдною солонцюватістю. Вміст гумусу у верхніх горизонтах аномально високий – від 8-10 до 15-18%, що у рази більше, ніж в чорноземах суходолу на широті острова [134]. У складі гумусу переважають гумінові кислоти із домінуванням фракції ГК-1 за практичної відсутності типової для чорноземів фракції ГК-2.

Зазначені особливості чорноземних ґрунтів, як і охарактеризованих раніше природних чинників їх утворення, дають підстави говорити про особливості та специфіку процесу чорноземоутворення на острові. З метою з'ясування висловленої думки звернемось до класичних основ теорії чорноземоутворення, фундаторами якої були Н. Д. Борисяк, В. В. Докучаєв, П. А. Костичев, О. Г. Набоких, Л. І. Прасолов, В. А. Ковда, І. А. Крупеніков та інші дослідники. Завдяки їх напрацюванням чорноземи і процес їх утворення нині всебічно і достатньо глибоко

вивчені, в т. ч. і в Україні [21, 22, 47, 134, 155, 157, 176 та ін.]. Оригінально про чорнозем і процес його утворення висловився відомий чорноземознавець І. А. Крупеніков в рік свого 95-ліття. Він називає чорнозем "унікальним феноменом Кайнозойської ери історії Землі", ґрунтом найбільш досконалим у всіх відношеннях, який утворився під покривом степової трав'яної рослинності і вирізняється надзвичайно сильною акумуляцією сонячної енергії, накопиченням значної кількості гумусу і асоційованих з ним хімічних елементів [44, с. 3-7].

Чорноземи та процеси їх утворення стали об'єктом досліджень з часу зародження ґрунтознавства. Витоки наукових уявлень про генезу чорноземів простежуємо ще в працях М. В. Ломоносова (1763), який вважав, що чорноземи утворюються в результаті "зігниття тваринних і рослинних тіл з часом" [цит. за 177, с. 118]. Вперше думку про рослинно-наземне походження чорноземів висловили професор Борисяк Н. Д. [155] та академік Рупрехт Ф. І. [178], які пов'язували утворення цих ґрунтів із поселенням і розвитком лучно-степової і степової трав'яної рослинності та накопиченням перегною у поверхневих шарах породи в результаті розкладу відмерлих органічних решток. Суттєво деталізував цей висновок професор Набоких О. Г., який вважав, що генеза чорнозему обумовлена головно впливом водного режиму, рослинності і мікроорганізмів [наводимо за 156].

Логічно завершений розвиток теорія рослинно-наземного походження чорноземів отримала у фундаментальній праці В. В. Докучаєва "Русский чернозем" [21]. Як зазначав вчений, чорнозем – це типово степовий ґрунт під покривом трав'яної рослинності, який є результатом накопичення перегною (гумусу) "від зігниття" відмерлої рослинності в умовах тісної взаємодії клімату, віку країни, рослинності, рельєфу місцевості і ґрунтоутворювальної породи. Перегній (гумус) – продукт неповного розкладу ("зігниття") – гуміфікації решток рослинних та інших організмів, що накопичується у верхніх горизонтах породи і забарвлює утворюваний ґрунт у темний (чорний) колір. За Докучаєвим, чорноземи утворюються на породах різної генези – пухких і щільних, карбонатних і

некарбонатних, починаючи від девонського до постпліоценового віку за умови одночасного протікання двох процесів: 1) накопичення гумусу у верхніх горизонтах ґрунтового профілю і поступового проникнення його донизу; 2) утворення гумусу в ґрунтовому профілі в результаті зігниття коренів рослин. Причому перший відбувається як шляхом механічного проникнення рослинних решток через тріщини і порожнечі, так і в результаті просочування високодисперсних уже звуглених органічних решток та розчинів гумусовоокислих сполук через ґрунтові пори і тріщини. При цьому В. В. Докучаєв, а в подальшому і Л. І. Прасолов [26] відмічали, що різні материнські породи зумовлюють в утворених на них чорноземах певні особливості будови профілю, речовинно-хімічного складу і властивостей.

Важливою природною передумовою процесу чорноземоутворення, як зазначали Докучаєв [21], а в подальшому Прасолов [26], Ковда [24, 37] та інші дослідники, є помірне, а частіше недостатнє атмосферне зволоження, непромивний чи періодично промивний тип водного режиму ґрунтів. Період весняного оптимального зволоження та активної життєдіяльності степової трав'яної рослинності змінюється періодом літнього чи літньо-осіннього висушування ґрунту і діапauзи у розвитку рослинності, період нагрівання ґрунту у теплу пору року – періодом промерзання взимку. Відповідно період активної мінералізації і гуміфікації опаду степової трав'яної рослинності в період оптимального весняного зволоження змінюється періодом поліконденсації – ускладнення новоутворених гумусових речовин у посушливу і морозну пору року. Тобто, під степовою трав'яною рослинністю сезонно чергуються періоди інтенсивного гумусоутворення і гумусонакопичення. Кінцевим результатом протікання цих ЕГП є утворення, накопичення і консервація в ґрунті органічної речовини у формі нових, стійких до розкладу гумусових речовин, які тісно поєднуються з мінеральною матрицею ґрунту [21, 24, 157, 177 та ін.].

Зазначимо, що біологічний колообіг хімічних елементів і речовин під покривом степової трав'яної рослинності вирізняється

відносно високою ємністю та інтенсивністю. За даними В. А. Ковди [24, 37], щорічне поступання в ґрунт опаду трав'яної рослинності сягає 45-100% від надземної фітомаси і 30-40% від ризомаси. В умовах відносно посушливого клімату та непромивного чи періодично промивного водного режиму ґрунтів сумарний баланс хімічних елементів і речовин біогеохімічного циклу колообігу переважно накопичувальний. Причому біогенно-акумулятивний процес тут поєднується із геохімічною і механічною акумуляцією хімічних елементів і речовин. В результаті у верхньому 0-30, а максимально 0-15 (20) см горизонті ґрунтів, де зосереджена більша частина сумарної біомаси трав та їх щорічного опаду, і накопичується найбільша кількість гумусу гуматного типу, високозбагаченого Нітрогеном [7, 10, 24, 37, 108, 137 та ін.]. Оскільки трав'яна рослинність залучає до біоколообігу значну кількість *C, N, Ca, K, P, S, Mg*, відносно рухомого *Si* та деяку кількість *Fe* і *Al*, від 70 до 95% кількості цих хімічних елементів і речовин зосереджується у верхньому 0-30 см горизонті утворюваних чорноземних ґрунтів [24, 37].

Особливо слід наголосити, що в процесі утворення чорноземні ґрунти збагачуються основами, і найбільше Кальцієм, оскільки степова трав'яна рослинність кальцієфільна [17, 97]. Поступово збільшується його кількість у ґрунтовому розчині та ГВК, в результаті чого нейтралізується реакція середовища, а в ґрунтовому розчині можливий синтез карбонатів *Ca* і *Mg* [24, 37, 137, 138].

Наведені вище ключові положення теорії чорноземоутворення з усією очевидністю засвідчують, що процес утворення чорноземів – це сутнісно різновид дерново-гумусоакумулятивного процесу під покривом степової трав'яної рослинності, яким зумовлюється формування у верхній частині профілю гумусово-акумулятивного горизонту Н і накопичення в ньому гумусу гуматно-кальцієвого типу та значної кількості біофільних елементів, в т. ч. Кальцію.

Зазначимо також, що чорноземи у класичному розумінні – це зональні ґрунти степових і лісостепових ландшафтів в межах внутрішньоконтинентальних рівнин, де вони утворюються під степовою чи лучно-степовою трав'яною рослинністю, зазвичай на

пухких карбонатних породах. Важливо відмітити, що ґрунтовий субстрат тут інтенсивно освоєний мікроорганізмами та мезофауною, а в результаті і дуже високий ступінь біопереробки відмерлих органічних решток, гумусових і гуміфікованих речовин. Чорноземоутворення в цих умовах є результатом сукупного прояву – дії комплекту і комплексу ЕГП, головно біогенно-акумулятивної групи ([за 30, 31] – повстеутворення на поверхні ґрунту, інтенсивного гумусоутворення і гумусонакопичення, акумуляції біофільних елементів і Нітрогену, а також оструктурення; утворення, міграції і акумуляції карбонатів [21, 26, 44, 119, 137, 177 та ін.]. Гумус в класичних чорноземах "м'який", типу мюль, в його складі домінує фракція ГК-2 (ГК-Са), міцно зв'язана з мінеральною матрицею. Ґрунти зазвичай не засолені і не солонцюваті.

У світлі охарактеризованих напрацювань з теорії чорноземоутворення із залученням викладених вище матеріалів вивчення природних умов як чинників ґрунтоутворення та їхнього ґрунтоутворювального потенціалу стає очевидним, що природно-екологічні умови острова є сприятливими для утворення ґрунтів саме чорноземного типу. Це перш за все доволі багата степова трав'яна рослинність, під якою сформувався горизонт ґрунтової дернини Nd та наземної повсті Hc, де зосереджено 60-70% сумарної біомаси [109]. Після відмирання трав їхня біомаса у значній кількості трансформується у гумусові речовини. Гумусоутворенню і гумусонакопиченню та чорноземоутворенню загалом в умовах острова сприяє щорічна сезонна змінюваність весняно-ранньолітнього періоду оптимального зволоження та мінералізації і гуміфікації органічних решток і довготривалість періоду літньо-осіннього висушування ґрунту та діпаузи у розвитку трав, коагуляції-консервації і накопичення новоутворених гумусових речовин. При цьому наголосимо, що в результаті поступового зростання потужності поверхневого органогенного горизонту Nd+Hc під практично незайманою степовою трав'яною рослинністю острова з плином часу зростає догори і потужність утворюваних чорноземних ґрунтів [10, 17, 109].

Водночас результати наших досліджень засвідчують низку особливостей чорноземоутворення на острові, спричинених насамперед особливостями природних чинників ґрунтоутворення. Чорноземоутворення на острові – це сутнісно один із проявів дерново-гумусоаккумулятивного процесу під покривом степової трав'яної рослинності на малопотужній (зазвичай 20-40, до 50 см) щепенюватого-кам'янистий корі вивітрювання щільних кислих порід в умовах цілорічного поступання солей з акваторії моря. Є результатом прояву – дії комплексу-комплексу біогенно-аккумулятивних ЕГП – повсте(підстилко)утворення, гумусоутворення і гумусонакопичення, акумуляції біофільних елементів і Нітрогену, а також процесів засолення і осолонцювання ґрунтів (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Елементарні ґрунтові процеси та показники їхньої діагностики і характеристики**

Елементарні ґрунтові процеси	Показники діагностики чи характеристики	Процес примітивного ґрунтоутворення	Процес чорноземоутворення
Повсте(підстилко)утворення	Потужність повсті	Несуцільна, 0,3-0,5, до 1-2 см	3-5, до 6 см
Гумусоутворення і гумусонакопичення	Вміст детриту в гумусі	40-50% і більше	25-35, до 40%
Засолення	Хімізм і ступінь засоленості	Сезонно-динамічно змінні за річної квазірівноважної стабільності	
Осолонцювання	Вміст обмінного Na <sup>+</sup>	1-3, до 5%	3-7, до 8-10% у верхніх горизонтах, з глибиною зростає до 6-9 (15)%

**Повсте(підстилко)утворення.** В умовах острова на горизонт ґрунтової дернини щорічно накладається опад відмерлої надземної фітомаси, утворюючи шар (горизонт) наземної трав'яної підстилки – степової повсті (Нс). Маса повсті поступово ущільнюється і з часом розкладається. Якщо верхній її шар – це зазвичай слаборозкладений опад, то в середньому шарі (ферментації) опад уже розрушений, а нижній (наземний) шар повсті на горизонті дернини (шар гуміфікації) – це уже однорідна органо-мінеральна маса. Потужність шару повсті під багатою високотравною рослинністю в межах краще

вологозабезпечених північної і східної частин острова та на виположених підніжжях схилів і днищах пониженень сягає 5-6 см, в умовах же ксероморфніших східної і південної частин становить 3-4 см.

**Гумусоутворення і гумусонакопичення.** Ще з наукових праць фундаторів вчення про генезу чорноземів Н. Д. Борисяка [155], В. В. Докучаєва [21], П. А. Костичева [22], О. Г. Набоких [156], В. Р. Вільямса [25], наступних поколінь дослідників [24, 26, 44, 97, 157, 158 та ін.], відомо, що основним процесом, яким обумовлюється утворення і накопичення гумусу в чорноземах, є дерново-гумусоакумулятивний під степовою трав'яною рослинністю. Суть його – в утворенні і накопиченні гумусу гуматного типу з формуванням гумусово-акумулятивного горизонту у верхній частині профілю та накопиченні в цьому горизонті біофільних елементів.

Як зазначають В. В. Пономарьова і Т. О. Плотнікова [137], гумус чорноземів – це похідна степової трав'яної рослинності, значною мірою пов'язана з її життєдіяльністю. Гумус і степовий фітоценоз співіснують в єдиному ритмі. В період весняно-ранньолітнього оптимального зволоження і бурхливого наростання вегетативної маси трав відбуваються процеси доволі інтенсивного розкладу, гуміфікації і мінералізації органічних решток, а також гумусу, і споживання елементів мінералізації рослинами. У наступні посушливий літньо-осінній та холодний зимовий періоди процеси гуміфікації органічних решток уповільнюються, а новоутворені гумусові речовини дегідратуються, поліконденсуються, коагулюють і накопичуються у верхніх горизонтах ґрунтів. При цьому зазначимо, що в кінці літа, коли розвиток рослин практично припиняється, вони "віддають" у ґрунт з прижиттєвими кореневими виділеннями нову синтезовану органічну речовину. Тобто, вищі зелені рослини впливають на ґрунт, ґрунто- і гумусоутворення не тільки відмерлими рештками, але й продукуванням ще за життя у ґрунт через активні корені різних органічних і мінеральних компонентів – органічних кислот, іонів  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , амінокислот, ферментів, гелеподібних виділень тощо. Дослідженнями С. А. Самцевич [106] встановлено, що маса гелеподібних виділень сягає 700-1250 м<sup>3</sup>/га під сільсько-

господарськими культурами, – це порядку 70-125 ц/га сухої речовини. Під степовою трав'яною рослинністю маса гелеподібних виділень набагато більша – понад 10% загальної біомаси. Тобто, кореневі виділення трав, згідно з [103, 106, 137], є важливим джерелом активної форми перегною ґрунтів.

Висвітлені у п. 5.2.5 результати визначення вмісту і профільного розподілу гумусу в досліджуваних чорноземних ґрунтах із долученням матеріалів вивчення природних умов їх утворення та морфогенетичних особливостей і гумусового профілю, зокрема, дають підстави для висновку про специфіку та особливості гумусоутворення і гумусонакопичення на острові, що обумовлено природно-екологічними умовами утворення і накопичення гумусу. Перш за все, високою біомасою практично незайманої степової трав'яної рослинності, більша частина якої (60-70%) зосереджена у поверхневому органогенному горизонті ґрунтової дернини Nd + степової повсті Hc. Водночас тут надзвичайно низький рівень мікро- і мезобіологічної освоєності ґрунтів [15] та біопереробки органічних решток, гумусових і різною мірою гуміфікованих речовин. За порівняно короткий весняно-ранньолітній період оптимального зволоження поступаюча маса відмерлих органічних решток не встигає повністю мінералізуватися та гуміфікуватися і в наступний довготривалий період літньо-осіннього висушування ґрунту консервується і накопичується в його верхніх горизонтах. В результаті чорноземні ґрунти острова вирізняються незвично високим (до 15-18%) вмістом гумусу з високою часткою детриту – 25-35%, до 40%. Гумусові речовини, як зазначалось у п. 5.2.1 роботи, практично не зв'язані з мінеральною матрицею, у сухому стані легко розтираються до однорідного "тонкосажового" стану, а при зволоженні перетворюється в чорну мазку масу. Ймовірно, за характером зв'язку з мінеральною матрицею гумус тут, переважно типу модер. У складі гумусу різко домінують ГК – 60-65% від  $C_{\text{заг}}$ , що засвідчує надзвичайно високий ступінь гуміфікації органічних речовин. Відношення  $C_{\text{ГК}}: C_{\text{ФК}}$  зазвичай у межах 2,5-3,3, тобто гумус тут гуматного типу, властивого чорноземним ґрунтам [61, 128].

Встановлено, що на ксероморфніших схилах східної і південної частин острова, а також на ділянках неглибокого (до 10-15 см) залягання щільних порід вміст детриту в гумусі зростає, порівняно з краще вологозабезпеченими західною і північною частиною території, й особливо з виположеними підніжжями схилів та днищами понижень, де інтенсивніші процеси мінералізації та гуміфікації органічних решток, і чорноземоутворення загалом. В умовах кращого вологозабезпечення, як зазначалось у п. 5.2.5 роботи, зростає якість і стабільність гумусу гуматного типу, а в його складі збільшується вміст типово чорноземної фракції ГК-2.

Для характеристики процесів гумусоутворення і гумусонакопичення, їх особливостей і закономірностей залежно від зонально-підзональних та гідрологічних відмінностей умов ґрунтоутворення і типів ґрунтів М. І. Полупан із співавторами [125] запропонували коефіцієнт профільного нагромадження гумусу (КПНГ) і коефіцієнт відносної акумуляції гумусу (КВАГ). *КПНГ* – критерій визначення типу ґрунтоутворення, представляє співвідношення між вмістом гумусу і фізичної глини у профілі ґрунту. *КВАГ* – критерій інтенсивності гумусонакопичення в зональних ґрунтах, діагностична ознака їхнього підтипового рівня та ступеня гідроморфності, представляє співвідношення між вмістом гумусу і фізичної глини у 0-30 см горизонті, віднесене до 10% останньої [125, с. 281]. За результатами визначень названих авторів, КПНГ в чорноземах звичайних суходолу півдня України складає 0,055-0,065, в чорноземах південних – 0,045-0,055, а КВАГ – 0,70-0,90 і 0,55-0,66 відповідно. Причому, із зростанням ступеня гідроморфності ґрунтів і збільшенням вмісту фізичної глини значення як КПНГ, так і КВАГ збільшуються. Так, КВАГ у чорноземах типових зростає до 1,0-1,3, а в дернових оглеєних ґрунтах – до 2,0-3,0 [125, с. 14, 18, 19].

Результати проведених недавно В. І. Михайлюком, Г. Б. Морозом, О. О. Ожован досліджень гумусоутворення і гумусонакопичення в агроосвоєних чорноземах звичайних і чорноземах південних Одеської області з визначенням їх параметрів

та просторових відмінностей [124, 159] засвідчили, що значення КПНГ і КВАГ тут загалом на рівні відповідних значень для чорноземів, наведених у навчальному посібнику М. І. Полупана із співавторами [125].

За пропонованою методикою визначено коефіцієнти КПНГ і КВАГ у чорноземних ґрунтах ділянок наших досліджень (табл. 6.2). Як засвідчують отримані дані, значення коефіцієнтів гумусонакопичення тут різко різняться від значень, наведених у навчальному посібнику [125] для чорноземів материкової території України. Так, значення КВАГ у ґрунтах острова на порядок, а КПНГ – на 1,5-2,0 порядки більші, порівняно із відповідними значеннями у зональних чорноземах звичайних і південних на лесових породах. Це вже дає підстави зробити висновок про специфічність та особливості гумусоутворення і гумусонакопичення на острові, яке відбувається під покривом практично незайманої степової трав'яної рослинності, на відміну від умов практично повсюдного агроосвоєння чорноземів материкового півдня країни. В результаті вміст гумусу у ґрунтах острова у 2-3 рази більший, і що важливо – із високим вмістом детриту у верхніх горизонтах, порівняно із агроосвоєними чорноземами суходолу півдня країни. Зазначимо, що співставлявані чорноземи суттєво різняться і за гранулометричним складом. Якщо чорноземи на лесових породах пересічно середньо- і важкосуглинкові із вмістом фізичної глини 35-50, до 55-65%, то чорноземні ґрунти острова піщано-легкосуглинкові та супіщані сильнокам'янисті з вмістом фізичної глини у дрібноземі лише 19-28%.

Зважаючи на сказане, неправомірно, очевидно, співставляти коефіцієнти КПНГ і КВАГ чорноземних ґрунтів острова під покривом степової трав'яної рослинності на малопотужній кам'янистій некарбонатній корі вивітрювання щільних кислих порід і агроосвоєних чорноземів материкового півдня України на пухких карбонатних лесових суглинках і глинах легких. Разом з тим, незважаючи на зазначенні суттєві відмінності умов утворення і речовинно-хімічного складу співставляваних чорноземних ґрунтів, отримані нами показники є підставою для висновку, що гумусоут-

## Показники гумусонакопичення в чорноземних ґрунтах о. Зміїний

Розріз, ґрунт*	Генетичні горизонти	Глибина, см	Вміст гумусу, %	КПНГ	КВАГ
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</i></b>					
ОЗ-14, Чк	Нq	6-16	12,0	1,030	5,505
	Нpq	21-30	9,1		
	Phq	30-39	8,3		
ОЗ-19, Чн	Нq	5-15	14,6	1,468	5,817
	Нpq	16-24	14,6		
	Phq	24-34	10,9		
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3-5°</i></b>					
ОЗ-13, схил східн. експ.; Чн	Нq	4-14	17,9	1,667	7,103
	Нpq	14-23	15,1		
	Phq	23-32	8,5		
ОЗ-16, схил півд. експ.; Чн	Нq	5-15	13,4	0,874	5,826
	Нpq	17-24	7,7		
ОЗ-20, схил півн. експ.; Чк	Нq	9-19	18,2	0,717	6,716
	Нpq	27-37	14,7		
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин</i></b>					
ОЗ-15, підніжжя схилу; Чк	Нtq	7-17	14,8	1,756	7,437
	Нq	20-30	14,0		
	Нpq	33-44	12,8		
	Phq	44-52	5,0		
ОЗ-17, підніжжя схилу; Чк	Нq	6-16	10,5	0,610	4,667
	Нpq	20-30	7,0		
	Phq	40-50	4,1		
ОЗ-21, днище улоговини; Чл	Н	6-15	12,3	0,799	3,228
	[Н]	20-30	13,4		
	[Н]	40-50	13,5		
	Нpqgl	60-70	5,9		
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</i></b>					
ОЗ-18, Чн	Нq	2-12	15,8	2,086	8,927
	Нpq	12-19	12,9		
	Phq	19-29	8,5		

\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

ворення і гумусонакопичення на острові вирізняється специфічними і доволі суттєвими особливостями.

**Процес засолення ґрунтів.** На поверхню острова, як зазначалось у попередніх розділах нашої роботи, практично цілорічно з атмосферними опадами і відкладеннями, а також безпосередньо з моря поступають солі, головно хлориди і сульфати натрію. Це спричинює процес засолення ґрунтів, який вирізняється сезонно-динамічною змінюваністю як хімізму, так і ступеня засоленості за річної загалом їхньої квазірівноважної стабільності. У літні посушливі місяці засоленість верхніх горизонтів зростає, а весною і після рясних літньо-осінніх дощів знижується внаслідок вимивання солей із верхніх горизонтів низхідними токами атмосферної вологи. Солі, які вимиваються з ґрунтів, як зазначалось у попередньому п. 3.2 роботи, в значній кількості поступають у підґрунтові води, а частково з латерально-підґрунтовим стоком видаляються за межі острова.

**Процес осолонцювання та солонцюватість ґрунтів.** Результати визначення вмісту увібраного натрію у чорноземних і примітивних ґрунтах острова свідчать про практично повсюдну їхню слабку і середню солонцюватість (див. табл. 6.2). Причому з глибиною по профілю вміст натрію у ГВК збільшується до 6-9, а в ряді випадків і 13-15% від суми увібраних катіонів основ. Водночас у досліджуваних ґрунтах із підвищеним вмістом обмінного натрію відсутні будь-які ознаки прояву солонцево-ілювіального ЕПІ та елювіально-ілювіальної диференціації профілю. Тобто, маємо унікальний випадок "натрієво-хімічної" солонцюватості ґрунтів без будь-яких ознак солонцево-ілювіального ЕПІ та елювіально-солонцевої диференціації їхнього профілю.

Серед інших особливостей процесу чорноземоутворення на острові та утворених чорноземних ґрунтів відмітимо ще наступне. Мала потужність ґрунтоутворювального субстрату є природною перепорою для формування міцної кореневої системи трав'яної рослинності, а відповідно й утворення глибокопрофільних чорноземних ґрунтів. Потужність їхнього профілю на острові пересічно до 25-40(45) см. Від вихідних порід ґрунти успадковують

некарбонатність, кам'янистість, кислотність та збідненість основами. За рельєфом найкращі умови для розвитку трав'яної рослинності, а відповідно і чорноземоутворення, на виположених делювіально-аккумулятивних підніжжях схилів та днищах понижень, куди додатково поступають волога та продукти вивітрювання і ґрунтотворення з гіпсометрично вищих рівнів. На таких ділянках і потужніші чорноземні ґрунти – порядку 45-55, а на днищах улоговин до 65-75 см. Відносно потужніший ГРП і на краще вологозабезпечених схилах західної та північної експозицій, що детальніше аналізувалось у попередніх розділах 4 і 5 нашої роботи.

### **6.3. Тенденції сучасного ґрунтотворення та еволюції ґрунтів і ґрунтового покриву острова, стратегія заходів щодо їх збереження**

Проблема ґрунтотворення загалом та еволюції ґрунтів зокрема – одна із ключових у ґрунтознавстві. Вона різнобічно аналізувалась в роботах В. В. Докучаєва, П. С. Коссовича, С. О. Захарова, В. Р. Вільямса, Б. Б. Полинова, О. А. Роде, В. А. Ковди, І. П. Герасимова, М. А. Глазовської, С. В. Зонна, Г. В. Добровольського, І. В. Іванова, О. М. Геннадієва, О. Л. Александровського, Ф. І. Козловського та багатьох інших дослідників. Актуальність та важливе теоретичне і практичне значення цих робіт в тому, що на основі пізнання процесів утворення і розвитку ґрунтів, направленості і швидкості їх зміни можна отримати цілісне уявлення про сучасний стан ґрунтів і ГП території, спрогнозувати подальший їх розвиток та зміни еколого-біопродукційного потенціалу і ландшафту загалом.

Як зазначалось у першому розділі нашої роботи, ґрунтотворення – це процес довготривалий і незворотний. Причому інтенсивність як його окремих явищ і ЕГП, так і процесу загалом, може суттєво різнитися у залежності від різних умов і причин. Крім цього, процес ґрунтотворення характеризується циклічністю з проявами різних стадій впродовж періоду формування профілю ґрунту, його складу і властивостей. Кожна із стадій утворення і розвитку ґрунту

вирізняється певною сукупністю якісних ознак, зміна яких впродовж процесу ґрунотворення і називається *еволюцією ґрунтів* [32]. Інакше кажучи, процес еволюції ґрунтів можна визначити як процес доволі складної і довготривалої зміни ґрунотворення в напрямку до зрілого стану ґрунтів і наступного їх перетворення під впливом зміни умов середовища чи саморозвитку біогеоценозу. Як процес утворення ґрунту, так і наступної зміни його знаходить відображення у прогресуючій зміні складу і властивостей з плином часу. Вивчення послідовності зміни тих чи інших ознак і характеристик ґрунтів дозволяє встановити ряд послідовно змінюваних стадій його еволюції та формування певних нових ознак і характеристик будови профілю, складу і властивостей [32, 33, 49].

За результатами досліджень О. А. Роде [32], швидкість процесу ґрунотворення з плином часу уповільнюється, відповідно і ґрунти, досягнувши тих чи інших стадій розвитку, в подальшому змінюються (еволюціонують) значно повільніше. В результаті деякі стадії ґрунотворення можуть бути довготривалими, а стан ґрунтів здаватись навіть сталим і рівноважним. Однак, на будь-якій стадії розвитку / еволюції ґрунту ґрунтоутворювальний процес не є замкнутим чи зворотним у своїх річних циклах, і ґрунт продовжує змінюватися в процесі саморозвитку біогеоценозу за визначального впливу живих організмів і рослинності, зокрема. Але темп змін ґрунтів впродовж стадій еволюції настільки незначний, що не виявляється звичними методами досліджень. В результаті важко надати достатньо точний і обґрунтований прогноз направленості еволюції ґрунтів. Це можна зробити лише у загальній формі на підставі ґрунтово-генетичних і порівняльно-географічних досліджень ґрунтів і природних ландшафтів загалом за наявності теоретико-методологічних уявлень про еволюцію ґрунтів. Як зазначає І. А. Крупеніков, від прогнозу еволюції ґрунтів не слід вимагати точності та однозначності, це лише вірогідність, припущення можливого [51, с. 243].

Практика дослідження еволюції ґрунтів володіє доволі обширним арсеналом методів, характеристику яких наведено в

публікації відомих ґрунтознавців-еволюціоністів І. В. Іванова та О. Л. Александровського [49]. Це насамперед загальноприйняті методи вивчення профілю та генетичної природи ґрунтів, хронорядів, прямого датування ознак, режимно-моніторингових спостережень, повторних ґрунтових зніманих і досліджень, моделювання процесів, порівняльно-профільних, порівняльно-географічних, ґрунтово-археологічних, палеогеографічних і палеопедологічних досліджень.

У світлі викладеного вище та із долученням літературних матеріалів висловимо своє бачення тенденцій і направленості сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів о. Зміїний. Фактологічна основа для цього – результати виконаних нами досліджень природних чинників та процесів утворення ґрунтів, сформованості і будови їх профілю, речовинно-хімічного складу, властивостей і генетичних особливостей, просторових відмінностей та відносного віку залежно від оролітологічної приуроченості і рівня зволоженості, стану і продуктивності рослинного покриву.

Базуючись на досвіді прогнозування стану ґрунтів Молдови [51], онтогенезу рензин Західного регіону України [33], попередньо визначимо два вихідні положення щодо прогнозування тенденцій і направленості сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів острова. Перше, прогноз базується на виявленні (передбаченні) тенденцій і направленості кожного із процесів шляхом умовного продовження чи екстраполяції у майбутнє відомих чи встановлених їхніх нинішніх тенденцій і закономірностей. І друге: виходячи із суті прогнозів як чогось очікуваного, вони не можуть бути однозначними (одноваріантними). Пропонується мінімум два сценарії (варіанти) прогнозу залежно від стану природно-господарського середовища і тенденції його зміни – *екологічно оптимістичний* за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності і прогресуючого зростання еколого-ресурсного потенціалу біогеоценозів та ємності біоколообігу хімічних елементів і речовин, а відповідно і прогресуючої інтенсифікації процесу ґрунтоутворення, і чорноземоутворення зокрема, та *екологічно загрозливий* при суттєвому погіршенні природно-екологічного стану середовища [180].

За вихідну і визначальну передумову для прогнозування еволюції ґрунтів острова за *екологічно оптимістичним сценарієм* нами прийнято покритість більшої частини (75,5% [17]) його території практично незайманою степовою трав'яною рослинністю (не коситься, не випасається). На поверхню і в ґрунтову товщу тут щорічно поступає значна маса опадів трав'яної рослинності (див. п. 3.4.2), що засвідчує прогресуючу інтенсивність біоколообігу хімічних елементів і речовин. У верхній частині профілю ґрунту формується горизонт дернини (Hd), на який щорічно накладається опад відмерлої надземної фітомаси (горизонт чи шар степової повсті Hc). В результаті під покривом трав'яної рослинності формується поверхневий органогенний горизонт Hc + Hd, де зосереджено 60-70% фітомаси трав [109], яка і є основним джерелом гумусо- та ґрунтоутворення і чорноземоутворення, зокрема. Органогенний горизонт, як зазначалось раніше, характеризується дуже високою здатністю акумулювати і зберігати атмосферну вологу, яка власне й активізує наростання біомаси та забезпечує сприятливі умови для формування максимально кореневмісного горизонту саме у верхніх 15-25 см товщі. Це призводить до поступового збільшення потужності як гумусово-акумулятивного горизонту, так і профілю ґрунтів (чорноземних, примітивних) загалом шляхом наростання їх товщі догори. Аналогічні тенденції збільшення профілю чорноземів раніше констатувались і акад. Герасимовим І. П. [181, с. 263].

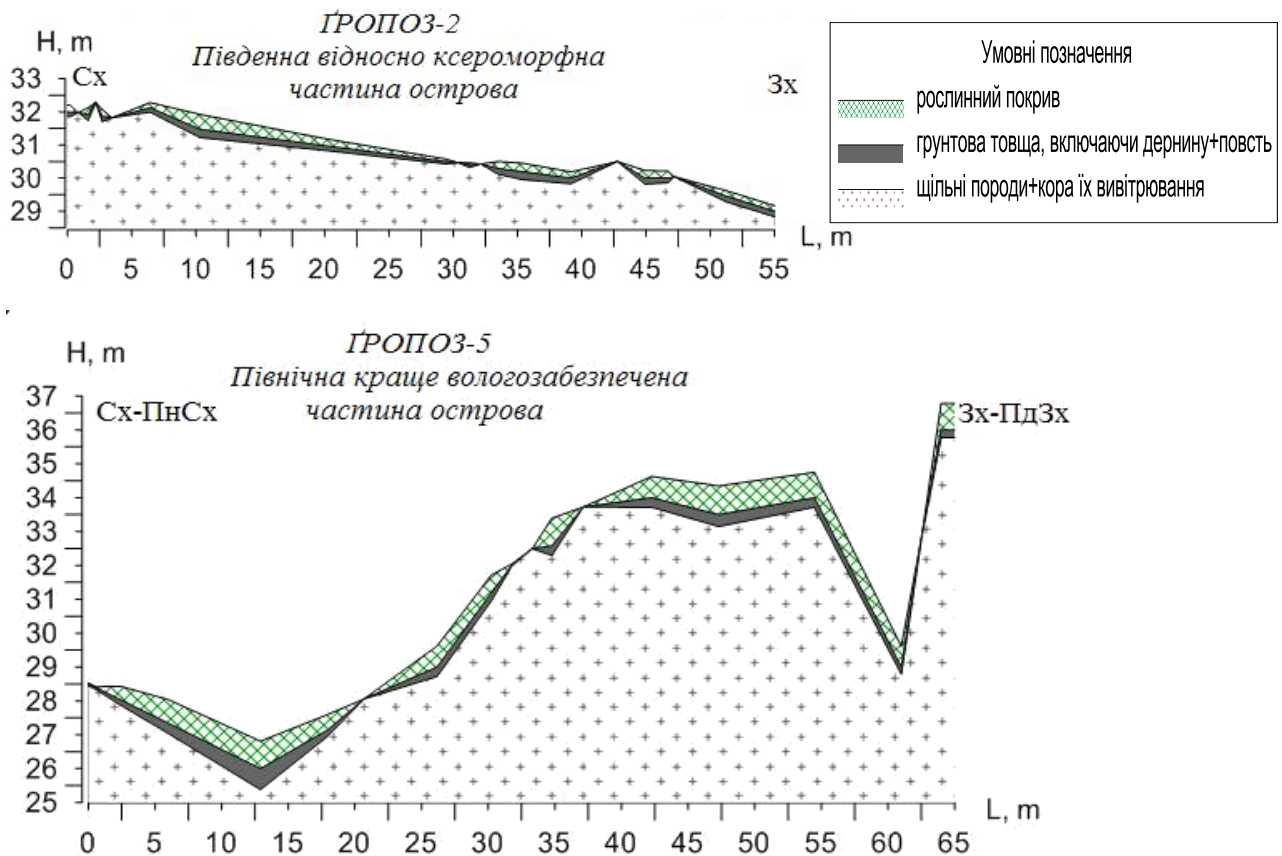
Найсприятливіші умови для розвитку рослинності, а відповідно для гумусо- і ґрунтоутворення та чорноземоутворення зокрема, як зазначалось у п. 3.4.2 роботи, на делювіально-акумулятивних підніжжях схилів і днищах понижень, куди додатково поступають волога та продукти вивітрювання і ґрунтоутворення з гіпсометрично вищих рівнів поверхні. Відносно краще вологозабезпечені також західна і північна частини острова порівняно із ксероморфнішими східною і південною частинами. Відповідно суттєво різняться умови ґрунто- і чорноземоутворення в межах цих частин території, що проілюструємо двома ландшафтними (ґрунтово-рослинно-оролітологічними) профілями – ГРОПОЗ-2 у південній

ксероморфнішій частині острова і ГРОПОЗ-5 у північній краще вологозабезпеченій частині, схил якої ускладнений улоговинами глибиною від 1-3 до 5-7 м (рис. 6.2). Як бачимо із рисунка, в умовах краще вологозабезпечених частин острова, й особливо на підніжжях схилів та днищах понижень, потужніший ГРП, суттєво менша тут частка примітивних ґрунтів у структурі ГП порівняно із ксероморфнішими східною і південною частинами, що детально аналізувалось у розділі 4 нашої роботи.

Отже, у нинішніх природно-екологічних умовах острова виразно прослідковуються просторові відмінності чинників і процесів ґрунтоутворення та ґрунтів залежно від геоморфно-гіпсометричної та експозиційно-схилової приуроченості, а відповідно і ступеня зволоженості, сформованості покриву степової трав'яної рослинності та її біопродуктивності. За квазістабільних природно-екологічних умов відмінності процесів та потужнісно-профільної вираженості ґрунтоутворення, ймовірно, залишатимуться і надалі, а еволюція ґрунтів відбуватиметься у напрямку незворотно-поступального посилення їхніх чорноземних властивостей і характеристик, зокрема [за 21, 119, 134, 177 та ін.]:

- наростання потужності чорноземного профілю та його гумусово-акумулятивного горизонту;
- поліпшення якості гумусу гуматного типу зі зниженням його детритності та зростанням вмісту фракції ГК-2;
- зниження кислотності ґрунтів до нейтрального чи близького до нього рівня;
- зростання забезпеченості елементами живлення рослин, зокрема *НРК*.

Зараз чорноземні ґрунти острова, як неодноразово відмічалось у попередніх розділах роботи, вирізняються незвично високим вмістом гумусу гуматного типу та доступних рослинам форм *НРК*. Однак, гумус тут з високим вмістом детриту та з дуже високими значеннями коефіцієнтів КПНГ і КВАГ. Ґрунти некарбонатні, кислі, ненасичені основами, у складі гумусу домінує фракція бурих гумінових кислот ГК-1.



**Рис. 6.2. Ландшафтні профілі о. Змійний [за 118]**  
(масштаб горизонтальний 1:500, масштаб вертикальний 1:200)

Догори за профілем поступово зростає вміст увібраних основ, головно Кальцію, знижується ступінь кислотності, а в складі гумусу верхніх горизонтів утворюється фракція ГК-2. Наймовірніше, зростання вмісту Кальцію у верхніх горизонтах ґрунтів – це результат його біогеохімічної акумуляції в процесі чорноземоутворення під покривом кальцієфільної степової трав'яної рослинності. З інтенсифікацією процесу чорноземоутворення верхні горизонти ґрунтів і збагачуватимуться Са, знизиться їх кислотність, а в складі гумусу збільшиться вміст фракції ГК-2 [10, 37, 137, 138, 152 та ін.].

Як засвідчили дослідження В. В. Пономарьової і Т. О. Плотнікової [137], формування гумусового і карбонатного горизонтів у профілі чорноземних ґрунтів – це єдиний процес, впродовж якого утворення цих горизонтів генетично і речовинно взаємопов'язано. Сутність чорноземоутворення трактується як результат одночасного і значною мірою рівноважного протікання двох генетично і біогеохімічно споріднених процесів – гуміфікації рослинних решток і

утворення ГК, здатних осаджуватись Кальцієм, та мінералізації рослинних решток з утворенням бікарбонату кальцію, частина якого осаджується ГК і зв'язується з ними у формі ГК-Са (ГК-2). Друга, надлишкова частина бікарбонату Са, мігрує донизу і в багатовіковому режимі чорноземоутворення акумулюється під гумусовим горизонтом у формі СаСО<sub>3</sub>. Процес же формування карбонатного горизонту обмежується розвитком першого, оскільки в обох одне і те ж матеріальне джерело – певна маса рослинних решток. Формування зрілого чорноземного профілю з властивими гуматно-гумусовим і карбонатним горизонтами за різними оцінками триває від 2-3(5) до 10 тис. років, залежно від речовинно-хімічного складу ґрунтоутворювальної породи [50, 113 та ін.].

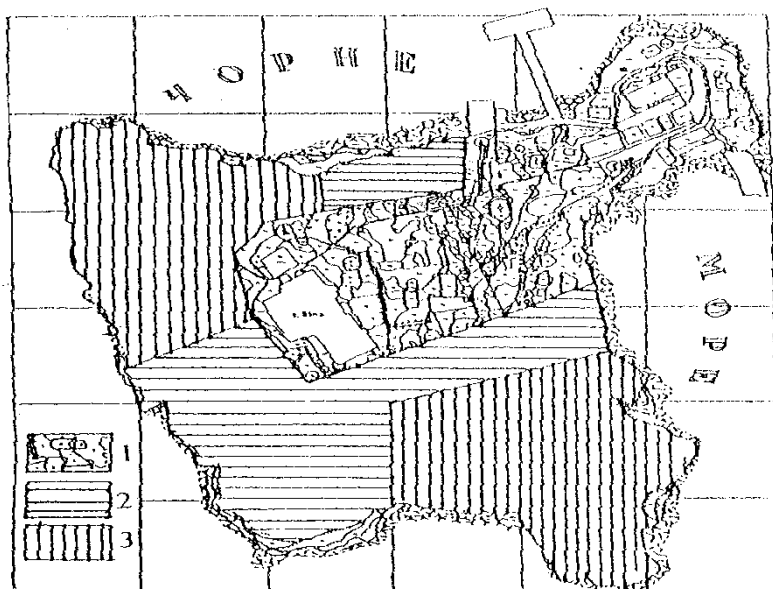
Домінує уявлення, що сталість чорноземного процесу і чорноземних ґрунтів загалом забезпечуються карбонатністю як порід, так і ґрунтів. На думку Є. А. Афанасьєвої [50] та В. В. Пономарьової і Т. О. Плотнікової [137], правильніше вважати, що власне процес чорноземоутворення *формує карбонатний горизонт* і забезпечує сталість чорноземному типу ґрунтоутворення і сформованих ґрунтів. Тобто, сталість як процесу чорноземоутворення, так і чорноземних ґрунтів забезпечується самою біогеохімічною сутністю процесу утворення чорноземів: біогенно новоутворений Кальцій осаджує і закріплює у гумусово-акумулятивному горизонті профілю гумусові речовини, які й утримують його від вимивання.

Зазначимо також, що за екологічно оптимістичного сценарію еволюції ґрунтів острова при збереженні покриву степової трав'яної рослинності практично виключаються прояви ерозії ґрунтів. Наведені у п. 3.4.2 результати проведених нами ґрунтово-гідрологічних досліджень [109] та роботи інших авторів, починаючи з В. В. Докучаєва [97, 103-105 та ін.], засвідчили, що степова трав'яна рослинність та верхні високоорганогенні горизонти сформованих під її покривом ґрунтів здатні акумулювати і утримувати значну кількість атмосферної вологи, яка витрачається виключно на водозабезпечення рослин. І лише незначна кількість вологи поступає на підґрунтовий, і ще менше – на поверхневий стік, який власне і спричинює ерозію

ґрунтів [69, 123 та ін.]. Тобто, покрив степової трав'яної рослинності острова та горизонт дернини сформованих тут ґрунтів служать природною перепоною для процесів їх ерозії та екологічно оптимістичною передумовою збереження унікального степового біогеоценозу загалом.

На ділянках зведення чи розрушення покриву степової трав'яної рослинності, як зазначалось у розділі 4 роботи, локально можливі прояви розрушення-ерозії ґрунтів, особливо на схилах, де і природного стану ґрунти менш потужні через відносну ксероморфність умов середовища. Тут найбільша вірогідність *екологічно загрозового сценарію* направленості подальшого ґрунтотворення та еволюції ґрунтів острова. Посилення антропогенного втручання у природне середовище, зведення / розрушення при цьому покриву трав'яної рослинності і поверхні та розвиток ерозії ґрунтів може зруйнувати загалом нестійкі екосистеми і ГП як їх складову. В результаті це може призвести до оголення острова і перетворення його, як зазначають науковці Інституту ботаніки НАН України "... у непривабливий кам'янистий останець серед моря" [17, с. 184]. З метою збереження цього унікального куточка північночорноморської степової природи ними розроблено схему природоохоронного зонування острова (рис. 6.3), згідно з яким пріоритетним є збереження фітосистем за регламентації антропогенного втручання. Виділено зону господарського ощадливого природокористування площею порядку 6-7 га (біля третини території острова), ділянки заповідного режиму з обмеженим доступом (не менше 7 га) та зону заказного режиму і регламентованих втручань площею 6,5 га.

Цікавими і необхідними для прогнозування подальшого ґрунтотворення та еволюції ґрунтів і ГП острова, на нашу думку, є матеріали виконаної Я. М. Біланчиним і О. А. Буяновським [11, 182] оцінки стану ґрунтів і ГП його території та укладена ними у 2014 р. відповідна карта-схема оцінки стану (рис. 6.4). Згідно із наведеною картосхемою, виділяються чотири градації оцінки стану ґрунтів і ГП острова залежно від ступеня антропогенної зміненості і наявним



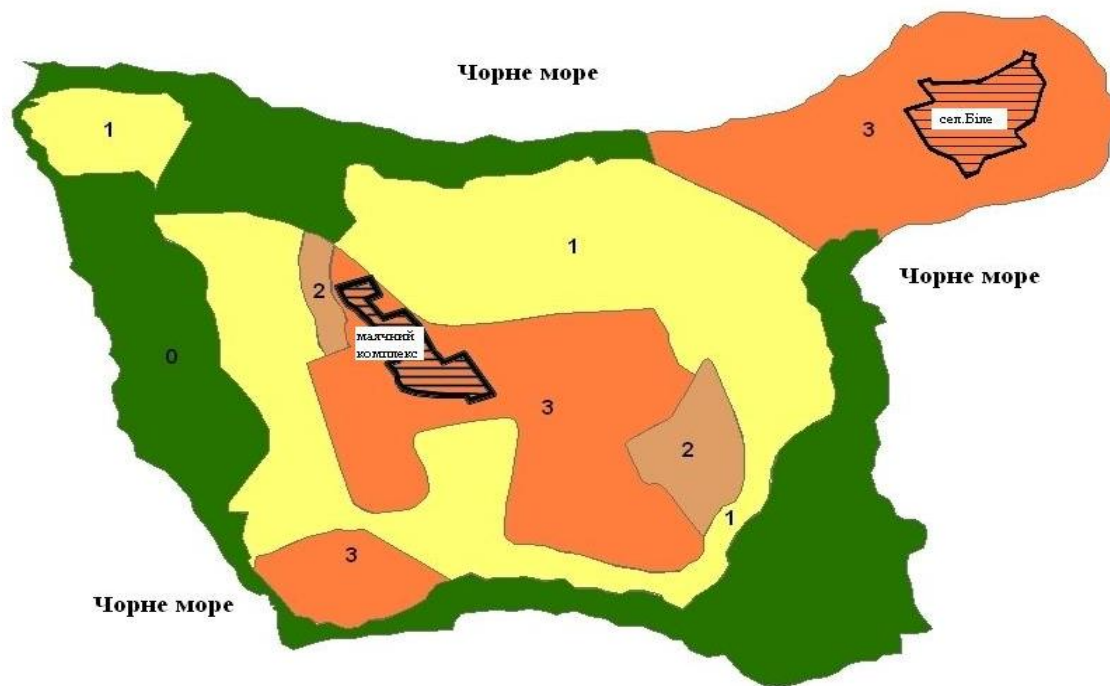
*Умовні позначення*

- 1 – зона господарського ощадливого природокористування;
- 2 – зона регламентованих втручань (заказний режим);
- 3 – ділянки заповідного режиму

**Рис. 6.3. Схема природоохоронного зонування о. Змійний [за 17]**

покривом степової трав'яної рослинності. Найбільш змінені, перетворені, а часто й порушені поверхня і ґрунти на ділянках бувших військово-оборонних об'єктів, сучасної житлової забудови, виробничо-управлінської інфраструктури, складів нафтопродуктів та непридатної для використання техніки, забруднення нафтопродуктами, побутовим і будівельним сміттям та відходами (градації оцінки 2 і 3).

Викладене у цьому підрозділі роботи дає підстави для екологічно оптимістичного висновку, що за нинішнього "нормального" (природного) стану та еволюції біогеоценозу о. Змійний при збереженні покриву степової трав'яної рослинності продовжуватиметься тенденція до інтенсифікації дерново-гумусоаккумулятивного (чорноземного) процесу ґрунтоутворення. В результаті у ґрунтах посилюватимуться чорноземні властивості і характеристики: зростатиме потужність їх профілю, вміст і запаси гумусу гуматного типу, вміст основ, і Кальцію зокрема, знижуватиметься кислотність і кам'янистість, у складі гумусу утворюватиметься фракція ГК-2. На підставі цього нами [104, 153] висловлено думку, що подальше ґрунтоутворення та еволюція ґрунтів на більшій частині острова відбуватиметься у напрямку незворотно-поступального наростання чорноземних властивостей, що забезпе-



**Рис. 6.4. Карта-схема оцінки стану ґрунтів і ґрунтового покриття о. Змійний [за 11, 182]**

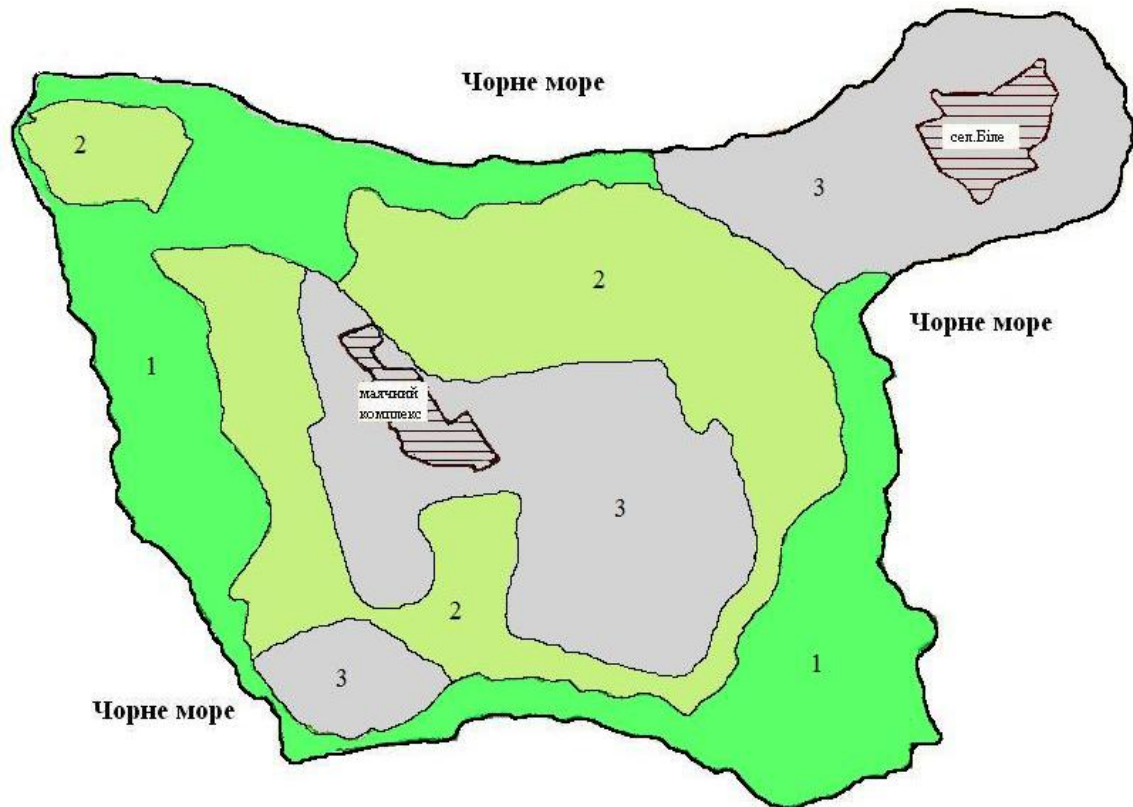
*Умовні позначення*

- 0 – Ґрунти і ґрунтовий покрив нормального (природного) стану;
- 1 – Ґрунти і ґрунтовий покрив слабого антропогенного впливу і змінності (дороги та пішохідні доріжки, поодинокі об’єкти господарської інфраструктури, нечисленні звалища побутового і будівельного сміття тощо);
- 2 – Ґрунти і ґрунтовий покрив середнього ступеня антропогенного впливу і змінності в зонах об’єктів забудови і господарської інфраструктури, ділянок порушеної поверхні, середнього ступеня забрудненості побутовим і будівельним сміттям та відходами;
- 3 – Ґрунти і ґрунтовий покрив сильного ступеня антропогенної змінності й перетвореності, а часто й порушені забудовою, об’єктами і спорудами військово-оборонного призначення, складами нафтопродуктів, металобрухту і непридатної для використання техніки, сильного ступеня забруднення нафтопродуктами, побутовим і будівельним сміттям та відходами.

чуватиметься заповідним режимом території та існуючим покривом степової трав’яної рослинності.

За результатами дослідження тенденцій сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів із долученням літературних матеріалів нами спрогнозовано зони різної направленості ґрунтоутворення на острові залежно від ступеня антропогенної змінності-перетвореності, порушеності і забрудненості поверхні та ГРП. Встановлено показники прогнозованої направленості ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів, їхні значення і характеристики (табл. 6.3). Отримані матеріали покладено в основу створення карти-

схеми прогнозу направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів о. Зміїний (рис. 6.5). За вихідну картографічну основу використано наведену вище карту-схему оцінки стану ґрунтів і ҐП острова, створену Я. М. Біланчиним та А. О. Буяновським [182, 11].



**Рис. 6.5. Карта-схема прогнозу направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів о. Зміїний**

*Умовні позначення*

- 1 Зона екологічно оптимістичної направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності
- 2 Зона екологічно оптимістичної направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності і регламентації господарського втручання
- 3 Зона вірогідної екологічно загрозованої направленості ґрунтотворення на ділянках інтенсивної господарської зміненості і порушеності та сильної забрудненості поверхні і ґрунтового покриву.

Використано також ландшафтну карту острова [13], на якій відображено у загальних рисах антропогенну зміненість і перетвореність природних ландшафтів, схему функціонального зонування [183] та космічні знімки території.

Як бачимо із табл. 6.3 і карти-схеми рис. 6.5, в межах острова виділено три зони прогнозованого екологічно оптимістичного та екологічно загрозового ґрунотворення і еволюції ґрунтів залежно від ступеня антропогенно-господарської зміненості-перетвореності і забрудненості поверхні та ГП (порівняно із природним станом), сучасного стану і тенденцій зміни біогеоценозу та його ґрунтового компоненту. Домінують за площею зони градацій 1 і 2 екологічно оптимістичної направленості ґрунотворення та еволюції ґрунтів. Зона 1 територіально співпадає із зоною суходільного заказника [за 183], що в межах узбережно-крутосхилового геоморфогіпсометричного рівня поверхні на північному заході, заході, півдні і сході острова. Природно-екологічні умови тут сприятливі для екологічно оптимістичного саморозвитку біогеоценозу, а відповідно і екологічно оптимістичної направленості ґрунотворення та еволюції ґрунтів. Зона 2 вірогідної екологічно оптимістичної направленості ґрунотворення приурочена до схилових місцевостей острова нижче вершинно-вододільного рівня його поверхні в межах як господарської, так і заповідної функціональних зон. Virізняється слабким ступенем антропогенної зміненості природних ландшафтів, спричиненим наявністю доріг і пішохідних доріжок, поодиноких об'єктів господарської інфраструктури та невеликих звалищ побутового і будівельного сміття. Безперечно, для забезпечення подальшого ґрунотворення за екологічно оптимістичним сценарієм тут необхідно зберегти покрив степової трав'яної рослинності та регламентувати господарське втручання, а при можливості – навіть знизити його нинішній ступінь впливу на степовий біогеоценоз. І нарешті, зона 3 вірогідної локальної екологічно загрозової направленості ґрунотворення на острові виділена трьома контурами в межах господарської функціональної зони. Зокрема, це контур в межах селища Біле, де поверхня і ГРП сильно порушені об'єктами забудови, а територія сильно забруднена побутовим і будівельним сміттям та відходами. Другий, доволі великий за площею контур

**Показники і характеристики прогнозованої направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів  
острова**

Зони прогнозованої направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів	Оцінка сучасного стану ґРП та поверхні	Частка ґРП нормального (природного) стану [за 182, 11]	Показники і характеристики прогнозованої направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів, їхні значення чи тенденції
<i>Зона екологічно оптимістичної направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності</i>	Нормального (природного) стану	75-100% ареалу	Інтенсифікація дерново-гумусоаккумулятивного (чорноземного) процесу ґрунтотворення та зростання потужності профілю і гумусово-аккумулятивного горизонту (не менше 1,0-1,2 см /100 років). У верхніх горизонтах збільшуються запаси гумусу гуматного типу, вмісту основ, фракції ГК-2 та НРК; знижується кислотність з нинішніх фонових рН <sub>водн.</sub> 4,6-4,8 (5,0) до рН <sub>водн.</sub> 5,0-5,5 (5,8); поважчання гранулометричного складу дрібнозему – приблизно на градацію (до легко- і середньосуглинкового) у прийдешні 100-200 років.
<i>Зона екологічно оптимістичної направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності і регламентації господарського втручання</i>	Слабкого антропогенного впливу і змінності	50-75% ареалу	Домінування тенденцій прогнозованого ґрунтотворення та еволюції ґрунтів, властивих для попередньої зони екологічно оптимістичної направленості, хоча зміни тут зазвичай менш значимі, а на ділянках навіть слабкого антропогенного впливу і змінності – частіше й неоднозначні.
<i>Зона вірогідної екологічно загрозованої направленості ґрунтотворення на ділянках інтенсивної господарської змінності і порушеності та сильної забрудненості поверхні і ґрунтового покриву</i>	Середнього і сильного ступеня антропогенної змінності, а часто й порушеності та сильного ступеня забрудненості	менше 50% ареалу з утворенням ділянок девеґетації ґрунтів	Локальні порушення поверхні та девеґетація ґрунтів, поступове знеживлення едафону і різке зниження його біопродуктивності, втрата властивих екологічних функцій, локальний прояв ерозії та дегуміфікації ґрунтів.

сильнозміненої та порушеної поверхні, сильно забрудненої нафтопродуктами, сміттям і відходами, непридатною для використання технікою виділено у центральній вершинно-вододільній частині з ділянками бувших військово-оборонних об'єктів, сучасної забудови та виробничо-управлінської інфраструктури, складів нафтопродуктів, металобрухту та непридатної техніки (світл. 6.1). Третій ареал сильнозміненої, порушеної та нафтозабрудненої поверхні і ґрунтів виділено у південно-західній частині острова, де складуються нафтоцистерни. Повсюдно в межах цих контурів візуально різко виділяються ділянки девеґетації ґрунтів площею від 100-200 до 400-500 м<sup>2</sup>. На фоні відсутності чи сильної пригніченості наземної трав'яної рослинності тут мають місце знеживлення едафону та різке зниження його біопродуктивності, можливі прояви ерозійного розрушення і дегуміфікації ґрунтів. З метою запобігання відвернення) локального



**Світл. 6.1. Ділянка порушеної поверхні з металобрухтом у південно-східній частині острова (фото автора, 2009 р.)**

(прояву екологічно загрозливого ґрунтоутворення, відновлення степового біогеоценозу на таких ділянках інтенсивної зміненості і

порушеності поверхні та ГП, сильного ступеня забрудненості, особливо нафтопродуктами, необхідне, насамперед, проведення спеціальної землерекультивації з наступним обов'язковим відновленням покриву трав'яної рослинності.

У світлі охарактеризованих вище тенденцій сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів постає питання про ***стратегію заходів щодо збереження ґрунтів і ГП та унікального степового ландшафту острова загалом***. Реально це здійснимо за екологічно оптимістичного сценарію подальшої зміни природного середовища та еволюції ґрунтів. Тобто, за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності і зростання еколого-ресурсного потенціалу острівних біогеоценозів, а відповідно й подальшої інтенсифікації процесу ґрунтоутворення і чорноземоутворення, зокрема.

Перш ніж говорити про пріоритети стратегії заходів щодо збереження степового ландшафту, ґрунтів і ГП острова звернемо увагу на наступне. За умови несуцільного і короткопрофільного розвитку ґрунтів дуже обмеженими є можливості для землеробського освоєння території та формування агро- і лісокомплексів. Тут наявний лише територіальний ресурс для певного використання суходолу, а також значний науково-пізнавальний, оздоровчий і туристично-рекреаційний потенціали. При цьому слід усвідомити, що причина погіршення стану природно-екологічного і ґрунтового середовища – в ігноруванні потенційної стійкості до антропогенного пресу та перевищення рівня антропогенного навантаження. Необхідність встановлення допустимої межі навантаження, дотримання якої забезпечить оптимальне поєднання екологічних і продукційних функцій ґрунтів, робить першочерговою необхідністю екологічного нормування допустимого антропогенного навантаження на ГП і ландшафт загалом. При цьому заходи і нормативи щодо екологічно безпечного нормування навантаження слід диференціювати залежно від біолітоорологічних і ґрунтово-екологічних умов середовища [13, 184-188].

Усвідомлюючи факт, що навіть в умовах заповідного режиму неможливо повністю виключити антропогенний тиск на природно-

екологічне середовище і ГП ні сьогодні, ні в найближчій перспективі, постає необхідність нормування антропогенного навантаження з метою збереження ґрунтів і ГП острова та екосистеми загалом. У цьому плані пропонуються наступні екологічно безпечні пріоритетні види людської діяльності на острові: природоохоронні і науково-дослідницькі роботи, оздоровчі, туристично-рекреаційні та освітньо-просвітницькі заняття, моніторинг навколишнього природного середовища. Особливо значний туристично-рекреаційний та оздоровчо-бальнеологічний потенціал умов і ресурсів острова, зокрема можливості краєзнавчо-туристського пізнання, бальнеологічного використання його цілющих природних умов, включно з кліматотерапією, орієнтованою, насамперед, на оздоровлення морським іонізованим повітрям. У цьому зв'язку варто зробити все можливе для облагодатнення цього унікального і принадного острівця суші, завдавши мінімальної шкоди його незайманій на значній площі степовій природі, ґрунтам і ґрунтовому покриву.

## **Висновки до розділу 6**

1. Встановлено загальну схему (модель) ґрунтоутворення на щільних силікатних породах значної міцності, яка включає стадії вивітрювання щільних порід і формування щебенювато-кам'янистої кори їх вивітрювання та локального куруземоутворення → примітивного ґрунтоутворення → чорноземоутворення під покривом степової трав'яної рослинності на ділянках, де товщина кори вивітрювання більше 10-12 см.

2. З'ясовано географо-генетичні особливості та просторові відмінності процесів примітивного і чорноземного ґрунтоутворення на щільних породах острова і корі їх вивітрювання, складові ЕГП цих загальних процесів (повсте(підстилко)утворення, гумусоутворення і гумусонакопичення, засолення, осолонцювання та ін.) та показники їх діагностики і характеристики. Специфічними особливостями процесів ґрунтоутворення на острові є наростання потужності

гумусово-акумулятивного горизонту і профілю ґрунтів загалом догори по мірі зростання біопродуктивності надземної трав'яної рослинності, сезонно-динамічна змінюваність засоленості ґрунтів за річної її квазірівноважної стабільності, натрієво-хімічна солонцюватість ґрунтів за відсутності прояву солонцево-ілювіального ЕГП.

3. Специфічно-особливими є процеси гумусоутворення і гумусонакопичення в ґрунтах острова, що обумовлено зосередженістю до 80-85% загальної біомаси трав'яної рослинності у горизонті ґрунтової дернини і степової повсті та максимально кореневмісному горизонті Н<sub>q</sub> до глибини пересічно 15-25 см, низьким рівнем біоосвоєності ґрунтів та біопереробки органічних решток і гумусових речовин, короткою тривалістю весняно-ранньолітнього вологого та довготривалістю посушливого літньо-осінного періодів, поступанням на поверхню морських солей та посліду численної орнітофауни. В результаті у верхніх горизонтах чорноземних ґрунтів накопичується до 15-18% гумусу типу модер з високим вмістом детриту та аномально високими значеннями коефіцієнтів КПНГ і КВАГ. Якісніший гумус утворюється в умовах краще вологозабезпечених західної і північної частин острова та на підніжжях схилів і днищах понижень, порівняно із ксероморфнішими східною і південною частинами території.

4. Процес примітивного ґрунтоутворення на щільних породах острова відбувається за одночасного вивітрювання порід та прояву біогенно-акумулятивних ЕГП – повсте(підстилко)утворення, утворення і накопичення гумусу з дуже високим вмістом детриту, акумуляції біофільних елементів і сполук *NPК* в умовах поступання морських солей та посліду численної орнітофауни.

5. Чорноземоутворення на острові – це сутнісно один із проявів дерново-гумусоакумулятивного процесу під покривом степової трав'яної рослинності на малопотужній (зазвичай 20-40, до 50 см) щебенювато-кам'янистій корі вивітрювання щільних кислих порід в умовах цілорічного поступання солей з акваторії моря та посліду численної орнітофауни. Є результатом прояву – дії біогенно-

аккумулятивних ЕГП – повсте(підстилко)утворення, гумусоутворення і накопичення гумусу гуматного типу, аккумуляції біофільних елементів і Нітрогену, а також процесів засолення і осолонцювання.

6. З'ясовано тенденції сучасного ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів і ГП острова в напрямку незворотно-поступального наростання їхніх чорноземних властивостей і характеристик. Спрогнозовано два сценарії подальшого ґрунтоутворення – екологічно оптимістичний за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності та екологічно загрозливий на ділянках посилення антропогенного впливу, порушеності-зміненості та сильного забруднення поверхні та ГП. Встановлено показники прогнозованої направленості ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів, їхні значення і характеристики.

7. Створено карту-схему прогнозу направленості ґрунтоутворення на острові. Виділено дві зони екологічно оптимістичної направленості ґрунтоутворення і еволюції ґрунтів, а відповідно і збереження унікальної степової природи, та зону вірогідної локальної екологічно загрозливої направленості ґрунтоутворення і руйнування нестійкої екосистеми та ГП на ділянках сильної господарської зміненості, порушеності і забрудненості поверхні та ГРП. Тут необхідне насамперед проведення спеціальної рекультивації з обов'язковим відновленням покриву трав'яної рослинності.

8. Зважаючи на локальність-фрагментарність ГП, короткопрофільність і сильну кам'янистість ґрунтів, дуже обмеженими є можливості для землеробського та лісогосподарського освоєння території острова. Тут наявний лише територіальний ресурс суходолу та значний науково-пізнавальний, оздоровчий і туристично-рекреаційний потенціали. В стратегії заходів щодо збереження унікального степового ландшафту, ґрунтів і ГП острова пріоритетними видами діяльності людей повинно бути проведення природоохоронних заходів і науково-моніторингових досліджень, оздоровчих, туристично-рекреаційних та освітньо-просвітницьких занять.

## ВИСНОВКИ

Результати дослідження ґрунтотворення на о. Зміїний, його географо-генетичних особливостей та сучасних тенденцій дають змогу сформулювати наступні підсумкові висновки:

1. Острів – унікально-особливий об'єкт дослідження ґрунтотворення з огляду на складеність палеозойськими щільними кислими породами значної міцності, які повсюдно виходять на денну поверхню і займають від 5-10 до 30-50% площі, покритість ділянок між виходами порід практично незайманою степовою трав'яною рослинністю, поступання солей (головно хлоридів і сульфатів натрію) з акваторії моря, у значній кількості і біофільних елементів та посліду численної орнітофауни. Кора вивітрювання щільних кислих порід малопотужна (пересічно до 25-40 см) і сильнокам'яниста, чим зумовлюється короткопрофільність, кам'янистість і висока водопроникність та кислотність сформованих тут чорноземних і примітивних ґрунтів.

Зима на острові коротка і м'яка, літо тривале і жарке, річна кількість опадів біля 300 мм з виразною середземноморською ритмікою випадання. Краще вологозабезпечені західна і північна частини території та виположені делювіально-акумулятивні підніжжя схилів і днища понижень порівняно із ксероморфнішими східною і південною частинами.

2. Методологія наших досліджень базувалась на докучаєвській концепції ґрунту і ґрунтотворення, згідно з якою в результаті ґрунтотворення формується той чи інший тип ґрунту з властивими йому будовою профілю, показниками і характеристиками речовинно-хімічного складу і властивостей та "слідами" процесів формування.

Дослідження проводились на 9 ключових ділянках і 6 ландшафтних (ґрунтово-рослинно-оролітологічних) профілях, які репрезентують умови різної геоморфо-гіпсометричної і схилово-експозиційної приуроченості та геологічної будови, відмінності гідротермічного режиму, міграції хімічних елементів і речовин,

розвитку степової трав'яної рослинності, а в результаті – відмінності умов і процесів утворення, розвитку та еволюції ґрунтів.

3. Вивчення умов розвитку, стану та біомаси степових трав'яних фітоценозів острова засвідчило, що на ділянках кращого вологозабезпечення сумарна біомаса сягає 70-85, до 110 т/га, в межах ксероморфніших східної і південної частин вона у 3-4(5) разів менше. Порядку 60-70% біомаси зосереджено у горизонті ґрунтової дернини Hd та наземному шарі степової повсті Hc. Встановлено надзвичайно високу здатність степових трав'яних фітоценозів акумулювати й утримувати атмосферну вологу, більшу частину якої рослини витрачають виключно на транспірацію. Менша частина атмосферної вологи поступає на підґрунтовий стік, а поверхневий стік на ділянках з покривом трав'яної рослинності практично відсутній. Відповідно на таких ділянках мала чи й відсутня зовсім вірогідність прояву процесів ерозії ґрунтів.

4. З'ясовано ґрунтоутворювальний потенціал природних чинників ґрунтоутворення на острові – біологічного (степової трав'яної рослинності та посліду численної орнітофауни), щільних кислих порід і кам'янистої кори їх вивітрювання, клімату і атмосферно-хімічних умов та рельєфу. Потенціал біологічного чинника, передусім степової трав'яної рослинності, є основним (провідним) у ґрунтоутворенні, оскільки визначає направленість загального процесу ґрунтоутворення і таких важливих ЕГП, як утворення і накопичення гумусу та біофільних елементів, формування морфології, речовинно-хімічного складу, властивостей та рівня родючості утворюваних типів ґрунтів. Високозначимим є потенціал щільних кислих порід та кори їх вивітрювання, впливом яких зумовлюються особливості системи «морфологія-речовинно-хімічний склад-властивості» ґрунтів острова.

5. Встановлено загальну схему ґрунтоутворення на щільних породах острова, яка включає стадії вивітрювання порід і формування щебенювато-кам'янистої кори їх вивітрювання та локального курумоземоутворення → примітивного ґрунтоутворення → чорноземоутворення під степовою трав'яною рослинністю на

ділянках з потужністю кори вивітрювання більше 10-12 см. Профіль ґрунтів тут формується пересічно шляхом наростання потужності догори. Спочатку під органічною підстилкою чи відкладеннями формується гумусовий горизонт, який по мірі зростання біопродуктивності надземної рослинності "товщає" догори, і в межах утвореного профілю поступово вирізняються генетичні горизонти, відмінні зазвичай лише за вмістом гумусу.

6. З'ясовано географо-генетичні особливості та просторові відмінності процесів примітивного і чорноземного ґрунтоутворення на щільних породах острова і корі їх вивітрювання, складові ЕГП цих загальних процесів [повсте(підстилко)утворення, гумусоутворення і гумусонакопичення, засолення, осолонцювання та ін.], встановлено показники їх діагностики і характеристики. Специфічно-особливими є процеси гумусоутворення і гумусонакопичення, в результаті яких у верхніх горизонтах чорноземних ґрунтів накопичується до 12-15(18)% гумусу з високим (до 35-40% маси), а в примітивних ґрунтах – дуже високим (до 50% і більше маси гумусу) вмістом детриту, аномально високими значеннями коефіцієнтів КПНГ (0,61-1,76, до 2,09) і КВАГ (3,23-7,44, до 8,93) та домінуванням фракції ГК-1 за практичної відсутності типово чорноземної фракції ГК-2.

7. Процес примітивного ґрунтоутворення на щільних породах острова відбувається за одночасного вивітрювання порід та прояву-дії біогенно-аккумулятивних ЕГП – підстилкоутворення, утворення і накопичення гумусу з дуже високим вмістом детриту, аккумуляції біофільних елементів і сполук *НРК*, а також засолення, вірогідно і натрієво-хімічного осолонцювання.

8. Чорноземоутворення на острові – це сутнісно дерново-гумусоаккумулятивний процес під покривом практично незайманої степової трав'яної рослинності на малопотужній корі вивітрювання щільних кислих порід в умовах практично цілорічного поступання морських солей та посліду численної орнітофауни. Є результатом сукупного прояву-дії біогенно-аккумулятивних ЕГП – повсте(підстилко)утворення, гумусоутворення і гумусонакопичення, аккумуляції біофільних елементів і Нітрогену, а також засолення і

натрієво-хімічного осолонцювання. Сприятливіші умови для утворення якісного гумусу і чорноземоутворення загалом в межах краще вологозабезпечених західної і північної частин острова та на делювіально-акумулятивних підніжжях схилів і днищах понижень.

9. Встановлено тенденції сучасного ґрунтотворення та еволюції ґрунтів острова у напрямку незворотно-поступального посилення їхніх чорноземних властивостей і характеристик: наростання потужності гумусово-акумулятивного горизонту і чорноземного профілю загалом, покращення якості гумусу та збільшення його запасів і вмісту фракції ГК-2, зниження кислотності до близького до нейтрального рівня, зростання забезпеченості елементами живлення рослин. Спрогнозовано два сценарії подальшого ґрунтотворення на острові – екологічно оптимістичний за умови збереження покриву степової трав'яної рослинності та екологічно загрозливий на ділянках посилення антропогенної порушеності-зміненості і забрудненості поверхні та ГРП.

10. Створено карту-схему прогнозу направленості ґрунтотворення та еволюції ґрунтів острова. Виділено дві зони екологічно оптимістичної направленості ґрунтотворення, а відповідно і збереження унікального степового ландшафту, та зону вірогідної локальної екологічно загрозливої направленості ґрунтотворення і еволюції ґрунтів та руйнування екосистеми на ділянках інтенсивного господарського впливу, порушеності-зміненості і сильної забрудненості поверхні та ГРП.

11. В стратегії заходів щодо збереження унікального степового ландшафту, ґрунтів і ГП острова пріоритетними видами діяльності людей повинно бути проведення природоохоронних заходів і науково-моніторингових досліджень, туристично-рекреаційних, оздоровчих і освітньо-просвітницьких занять. На ділянках сильної порушеності-зміненості і забрудненості поверхні та ГРП необхідне насамперед проведення спеціальної рекультивації і відновлення покриву трав'яної рослинності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біланчин Я. М. Умови та процеси ґрунтоутворення на острові Зміїний / Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортік, В. І. Медінець // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. – 2005. – Т. 10. – Вип. 4. – С. 50-55.
2. Біланчин Я. М. Ґрунти острова Зміїний: морфологія, літологія, засоленість / Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортік, А. О. Буяновський // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. – 2005. – Т.10. – Вип.4. – С. 56-65.
3. Звіт про результати виконання науково-технічної роботи “Вивчити процеси острівного ґрунтоутворення та провести картографування і оцінку стану ґрунтів о. Зміїний (ЗМ/334-2008)”. 2 етап. Дослідження генетичної природи речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів о. Зміїний (проміжний) / [Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортік, А. О. Буяновський, І. В. Свідерська]. – Одеса : ОНУ імені І.І. Мечникова, 2008. – 54 с. – № держреєстрації 0108U007064.
4. Звіт про результати виконання науково-технічної роботи “Вивчити процеси острівного ґрунтоутворення та провести картографування і оцінку стану ґрунтів о. Зміїний (ЗМ/334-2008)”. 3 етап. Адаптивне опробування методики ґрунтового знімання в умовах о. Зміїний. Зонування території острова за станом ґрунтового покриву і видами використання (проміжний) / [Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортік, А. О. Буяновський, І. В. Свідерська]. – Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2009. – 36 с. – № держреєстрації 0108U007064.
5. Звіт про результати виконання науково-технічної роботи "Вивчити процеси острівного ґрунтоутворення та провести картографування і оцінку стану ґрунтів о. Зміїний (ЗМ/334-2008)" (заключний) / [Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортік, А. О. Буяновський, І. В. Свідерська]. – Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2009. – 74 с. – № держреєстрації 0108U007064.
6. Біланчин Я. М. Про генетичну природу чорноземів о. Зміїний, їх речовинно-хімічного складу і властивостей / Я. М. Біланчин, Л. М. Гошуренко, І. В. Свідерська // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 7. – С. 240-245.

7. Біланчин Я. М. Дослідження ґрунтового покриву о. Зміїний / Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик, А. О. Буяновський // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики: монографія / відп. ред. В. І. Медінець ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 54-79.
8. Біланчин Я. М. Карта ґрунтів острова Зміїний / [Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик, І. В. Свідерська] // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. наук. зб. Спец. випуск до VIII з'їзду УТГА (5-9 липня 2010 р., м. Житомир). – Кн. друга. – Житомир : Рута, 2010. – С. 10-12.
9. Леонідова І. В. Природні умови острова Зміїний, їх роль у формуванні ландшафтно- і ґрунтово-геохімічного середовища / І. В. Леонідова // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2011. – № 1. – С. 149-157.
10. Біланчин Я. М. Чорноземні ґрунти острова Зміїний / Я. М. Біланчин // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків : ННЦ "ІГА імені О. Н. Соколовського", 2011. – Вип. 76. – С. 95-100.
11. Буяновський А. О. Ґрунти і ґрунтовий покрив острова Зміїний : дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.05 / А. О. Буяновський ; ЛНУ імені Івана Франка. – Львів, 2014. – 200 с.
12. Васильєва Т. В. Флора острова Змеиньий / Т. В. Васильєва, С. Г. Коваленко, Е. Б. Паузер // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. – 2005. – Вип. 4. – С. 66-72.
13. Пащенко В. М. Острів Зміїний. Природа, мешканці, землеустрій : Монографія / В. М. Пащенко. – К. : НДІГК, 2008. – 140 с. : 307 іл.
14. Острів Зміїний. Абіотичні характеристики: монографія / В. А. Сминтина, В. І. Медінець, Є. І. Газетов [та ін.] ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – XII, 172 с., [14] арк. іл.
15. Острів Зміїний. Рослинний і тваринний світ : монографія / В. А. Сминтина, В. О. Іваниця, Т. В. Гудзенко [та ін.]; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – X, 182 с., [38] арк. іл.
16. Васильєва Т. В. Рослинний світ / Т. В. Васильєва // Острів Зміїний. Рослинний і тваринний світ: монографія / відп. ред. В. О. Іваниця ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 23-68.

17. Ткаченко В. С. Рослинність острова Зміїний / В. С. Ткаченко, Я. П. Дідух, І. А. Коротченко // Укр. ботан. журн. – 2010. – Т. 67. – № 2. – С. 172-186.
18. Острів Зміїний та шельф: просторово-часова динаміка геоекологічного стану: Монографія / Наук. ред. К. А. Позаченюк. – Сімферополь : Бізнес-Інформ, 2009. – 424 с., іл.
19. Котович О. В. Характеристика ґрунтового покриву острова Зміїний, його мозаїчність та гідрологічні особливості / О. В. Котович, О. К. Балалаєв, О. В. Стрижак // Ґрунтознавство. – 2009. – Т. 10, № 3-4 (15). – С. 104-115.
20. Позняк С. Актуальні проблеми географії ґрунтів / С. Позняк // Вісн. Львів. ун-ту. Серія геогр. – 2013. – Вип. 44. – С. 3-7.
21. Докучаєв В. В. Русский чернозем : Отчет Вольн. экон. Об-ву / В. В. Докучаєв. – СПб., 1883 // Докучаєв В. В. Избран. сочинения. – Т. I. – М. : Сельхозгиз, 1948. – С. 28-480.
22. Костычев П. А. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства / П. А. Костычев – М.-Л. : Сельхозгиз, 1937. – 240 с.
23. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса / В. А. Ковда. – М. : Наука, 1973. – Кн. первая. – 432 с.
24. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса / В. А. Ковда. – М. : Наука, 1973. – Кн. вторая. – 468 с.
25. Вильямс В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс // В. Р. Вильямс. Собрание сочинений в двенадцати томах. Том пятый. – Селхозгиз, 1950.  
Глава третья. Почвообразовательный процесс. – С. 74-111.  
Глава пятая. Дерновый почвообразовательный процесс. – С. 141-176.  
Глава седьмая. Степной почвообразовательный процесс. – С. 209-231.
26. Прасолов Л. И. Чернозем как тип почвообразования / Л. И. Прасолов // Почвы СССР. Т. I. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1939. – С. 225-259.
27. Герасимов И. П. Основы почвоведения и география почв / И. П. Герасимов, М. А. Глазовская. – М. : Географгиз, 1960. – 491 с.
28. Пономарева В. В. О сущности и факторах почвообразования / В. В. Пономарева // Почвоведение. – 1958. – № 9. – С. 48-56.

29. Корсунов В. М. Педосфера Земли / В. М. Корсунов, Е. Н. Красеха. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. – 472 с.
30. Почвоведение. Почва и почвообразование / [под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова] / [Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др.]. – М. : Высш. шк., 1988. – Ч. 1. – 400 с.
31. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підручник. У двох частинах. Ч. 1 / С. П. Позняк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 270 с.
32. Роде А. А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв / А. А. Роде. – М. : ОГИЗ, 1947. – 143 с.
33. Кирильчук А. А. Онтогенез і географія рензин Західного регіону України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. геогр. наук: спец. 11.00.05 «біогеографія та географія ґрунтів» / А. А. Кирильчук; ЛНУ імені Івана Франка. – Львів, 2014. - 40 с.
34. Позняк С. П. Чинники ґрунтоутворення: Навчальний посібник / С. П. Позняк, Є. Н. Красеха. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2007. – 400 с.
35. Таргульян В. О. Некоторые проблемы теории почвообразовательных процессов и эволюции почв / В. О. Таргульян, Ф. Н. Козловский // Процессы почвообразования и эволюция почв. – М. : Наука, 1985. – С. 3-9.
36. Зонн С. В. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С. В. Зонн, А. П. Травлеев. – К. : Наук. думка, 1989. – 216 с.
37. Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова / В. А. Ковда – М. : Наука, 1985.– 264 с.
38. Почвоведение / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, Н. Н. Розов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 719 с. : ил.
39. Роде А. А. Система методов исследования в почвоведении / А. А. Роде. – Новосибирск : Наука, 1971. – 92 с.
40. Острів Зміїний. Історія та археологія : монографія / В. А. Сминтина, О. В. Сминтина, С. Б. Охотніков [та інш.] ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – X, 178 с., [10] арк. іл.

41. Мурзакевич Н. Н. Поездка на остров Левки, или Фидониси, в 1841 году / Н. Н. Мурзакевич // Записки Одес. об-ва истории и древности. – Одесса, 1844. – Т. 1. – Отделение второе. – С. 549-562.
42. Біланчин Я. М. Про кислотність чорноземних ґрунтів острова Зміїний / Я. М. Біланчин, І. В. Свідерська // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. –2009.– Т.14.– Вип. 16.– С. 22-30.
43. Гринь Г. С. Полевая диагностика почв. Учебное пособие / Г. С. Гринь. – Харьков : ХСХИ, 1974. – 224 с.
44. Крупеников И. А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения / И. А. Крупеников. – Кишинев : Pontos, 2008. – 288 с.
45. Корсунов В. М. Пространственная организация почвенного покрова / В. М. Корсунов, Е. Н. Красеха. – Новосибирск : Наука, 1990. – 200 с.
46. Позняк С. П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины / С. П. Позняк. – Львов : ВНТЛ, 1997. – 240 с.
47. Носко Б. С. Антропогенна еволюція чорноземів / Б. С. Носко. – Харків : 13 типографія, 2006. – 239 с.
48. Геннадиев А. Н. Почвы и время: модели развития / А. Н. Геннадиев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 232 с. : ил.
49. Иванов И. В. Методы изучения эволюции почв /И. В. Иванов, А. Л. Александровский // Почвоведение – 1987. – № 1. – С. 112-121.
50. Афанасьева Е. А. К вопросу о происхождении и эволюции черноземных почв / Е. А. Афанасьева // Почвоведение. – 1946. – № 6. – С. 379-384.
51. Крупеников И. А. Почвенный покров Молдовы: прошлое, настоящее, управление, прогноз / И. А. Крупеников. – Кишинев : Штиинца, 1992. – 264 с.
52. Позняк С. П. Картографування ґрунтового покриву : навч. посіб. / С. П. Позняк, Є. Н. Красеха, М. Г. Кіт. – Львів : Видавн. центр ЛНУ, 2003. – 500 с.
53. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования / Мин-во сельского

- хозяйства СССР. Главное управление землепользования и землеустройства. – М. : Колос, 1973. – 96 с.
54. Составление и использование почвенных карт / Под ред. А. Д. Кашанского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1987. – 273 с. : ил.
55. Шейко В. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності / В. М. Шейко, Н. М. Кушнарєнко. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Знання-Прес, 2002. – 295 с.
56. Якість ґрунту. Спрощений опис ґрунту : ДСТУ ISO 11259:2004. – [Чинний від 2006-04-01]. – К. : Держстандарт України, 2006. – 28 с. – (Державний стандарт України).
57. Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів. Терміни та визначення понять: ДСТУ 7300:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К. : Держстандарт України, 2014. – 24 с. – (Державний стандарт України).
58. Агрофизические методы исследования почв / Отв. ред. С. И. Долгов. – Изд. пятое, дополненное и переработанное. – М. : Наука, 1966. – 260 с.
59. Агрохимические методы исследования почв / Отв. ред. А. В. Соколов. – М. : Наука, 1975. – 656 с.
60. Физико-химические методы исследования почв / Под ред. Н. Г. Зырина, Д. С. Орлова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 382 с. : ил.
61. Орлов Д. С. Химия почв: Учебник / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н. И. Суханова. – М. : Высш. шк., 2005. – 558 с. : ил.
62. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
63. Хлесткова Е. А. Использование некоторых показателей гумусного состояния почв в целях диагностики / Е. А. Хлесткова // Почвоведение. – 1991. – № 6. – С. 38-46.
64. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи (2-ое пересмотренное и дополненное издание) // В. В. Медведев. – Харьков : Городская типография, 2012. – 536 с.

65. Теории и методы физики почв: Коллективная монография / Под ред. Е. В. Шеина и Л. О. Карпачевского. – М. : "Гриф и К", 2007. – 616 с.
66. Титлянова А. А. Изучение биологического круговорота в биогеоценозах: Методическое руководство / А. А. Титлянова. – Новосибирск : СО АН СССР, 1971. – 32 с.
67. Гришина Л. А. Учет биомассы и химический анализ растений: Учеб. пособие / Л. А. Гришина, Е. М. Самойлова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1971. – 100 с.
68. Шалыт М. С. Надземная и подземная части некоторых травянистых и полукустарниковых фитоценозов Крымской яйлы и методика их количественного учета / М. С. Шалыт, Л. Ф. Животенко // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы. Международ. симпоз. СССР 28 августа -12 сентября 1968 г. – Л. : Наука, 1968. – С. 245-250.
69. Полупан Н. И. Особенности склонового почвообразования и развития эрозии / Н. И. Полупан, В. Б. Соловей, М. Н. Скляревская, В. А. Мирошниченко // Вісн. аграр. науки. – 1996. - № 7. – С. 15-23.
70. Корзюков А. І. Тваринний світ // А. І. Корзюков, Д. А. Ківганов, В. П. Стойловський [та ін.] // Острів Зміїний. Рослинний і тваринний світ : монографія / відп. ред. В. О. Іваниця ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 82-157.
71. Маринич О. М. Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2003. – 479 с.
72. Биланчин Я. М. Остров Змеиный: природно-географические условия, почвообразование и почвы / Я. М. Биланчин, А. А. Буяновский, И. В. Леонидова // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. – 2014. - № 1. – С. 88-92.
73. Сучков И. А. Геологические исследования острова Змеиный / И. А. Сучков, Н. А. Федорончук, В. К. Свистун, Н. А. Савчук, В. И. Главацкий. // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. – 2005. – Т.10. – Вип. 4. – С. 94-99.
74. Шуйський Ю. Д. Чи є островом Зміїний? / Ю. Д. Шуйський // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2005. – Т. 10 – Вип. 6. – С. 102-105.

75. Усенко І. С. До геології о. Зміїного / І. С. Усенко // ДАН УРСР. – 1967. – № 4. – С. 20-22.
76. Друмя А. В. О геологическом строении острова Змеиногo (Черное море) / А. В. Друмя, П. К. Иванчук // БМОИП. Отд-ние геол. – 1962. – Т. 37. – Вып. 1. – С. 63-68.
77. Ткаченко Г. Г. Геология острова Змеиногo (Черное море) / Г. Г. Ткаченко, Л. И. Пазюк, А. И. Самсонов // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. – 1969. – Вып. 3. – С. 3-19.
78. Кацук О. К. Литология и метаморфизм складчатого фундамента Скифской плиты в пределах Украинского Черноморья : дис. ... канд. геол. наук: спец. 04.00.10 / О. К. Кацук; ОГУ імені І. І. Мечникова. – Одесса, 1997.– 141 с.
79. Сулимов И. Н. Геология и прогноз нефтегазаносности района острова Змеиногo в Черном море / И. Н. Сулимов. – Одесса : Астропринт, 2001. – 108 с.
80. Зелінський І. П. Загальна геологія: Курс лекцій / І. П. Зелінський, І. М. Крижанівська. – Одеса : Астропринт, 2001. – 168 с.
81. Методы анализов химического состава природных вод, водных и солевых вытяжек из почво-грунтов. – К. : УкрНИИГиМ, 1970. – С. 53-60.
82. Біланчин Я. М. Атмосферні опади і відкладення та води підґрунтового стоку острова Зміїний / Я. М. Біланчин, В. І. Медінець, Л. М. Гошуренко, В. З. Піцик // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2013. – Т. 18. – Вип. 1 (17) – С. 116-132.
83. Медінець В. І. Кліматичні і метеорологічні дослідження / В. І. Медінець, Є. І. Газетов, В. М. Морозов // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики : монографія; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 80-114.
84. Медінець В. І. Атмосферно-хімічні дослідження / В. І. Медінець, С. В. Медінець, В. В. Проценко // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики: монографія; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 115-137.

85. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / Под ред. Г. И. Швевса, Ю. А. Амброз. – Киев – Одесса : Вища школа, 1979. – 144 с.
86. Медінець В. І. Моніторинг хімічного складу атмосферних опадів на острові Зміїний у 2009 – 2012 рр. / В. І. Медінець, С. С. Котогура, А. П. Мілева, С. В. Медінець // Зб. докл. та статей до Міжн. наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми Чорного моря» (1-2 листопада, 2012, Одеса). – Одеса : ІНВАЦ, 2012. – С. 19-22.
87. Добровольський В. В. О геохимической специфике почвообразования на морских и океанических островах и побережьях / В. В. Добровольский // Почвоведение. – 1991. – № 4. – С. 89-102.
88. Таргульян В. О. Основные закономерности генезиса и географии почв прибрежных областей Тихоокеанского региона / В. О. Таргульян // Почвы островов и приокеанических регионов Тихого океана. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. – С. 5-18.
89. Полюнов Б. Б. Избранные труды / академик Б. Б. Полюнов. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 732 с.
90. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. – М. : Высш. школа. 1988. – 328 с.
91. Перельман А. И. Геохимия ландшафта : учеб. пособие / А. И. Перельман. – М. : Высш. школа. 1975. – 342 с.
92. Лазаренко П. И. Сравнительная оценка почв склонов различной экспозиции / П. И. Лазаренко, Р. М. Бовсуновский // Тез. докл. IV съезда почвоведов и агрохимиков Украины, секция Почвоведения и мелиорации. – Харьков, 1994. – С. 7.
93. Brooke M. L. The Biology and biomass of skinks *Mabuya seychellensis* and *Mabuya wrightii* on Cousin Island, Seychelles / M. L. Brooke, D. S. Houston // J. Zool. London. 1983. – V. 200. – P. 179-195.
94. Іванюк Г. С. Біопродуктивність ґрунтів : навч. посіб. / Г. С. Іванюк. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2009. – 350 с.

95. Агрохимия / ред. Б. А. Ягодина. – М. : Колос, 1982. – 574 с., ил.
96. Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений / А. В. Петербургский. – М. : Россельхозиздат, 1971. – 335 с.
97. Красеха Є. Н. Еволюція степових екосистем: ліси, трав'янисті угруповання, чорноземи / Є. Н. Красеха, В. А. Сич // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2009. - № 1. – С. 151-159.
98. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держстандарт України, 2006. – 19 с. – (Державний стандарт України).
99. Чертко Н. К. Исследование и картографирование техногенной нагрузки на современные ландшафты Белорусского Полесья / Н. К. Чертко, А. А. Карпиченко // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Серія : Географ. та геол. науки. – 2014. – Т. 19. – Вип. 3 (22) – С. 22-28.
100. Borza Al. Observatiuni Fitosociologice pe insula Serpilor / Al. Borza // Lucraririle intaiului congres al naturalistilor din Romania (18-21 apr., Cluj). – Cluj, 1928.
101. Calienescu R. I. Insula Serpilor / R. I. Calienescu // Analele Dobrogei. – 1931. – № 12. – Р. 1 – 62.
102. Назарчук Ю. С. Лишайники / Ю. С. Назарчук // Острів Зміїний. Рослинний і тваринний світ : монографія / відп. ред. В. О. Іваниця ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 69-81.
103. Быстрицкая Т. Л. Почвы и первичная биологическая продуктивность степей Приазовья (на примере заповедника "Хомутовская степь"). / Т. Л. Быстрицкая, В. В. Осычнюк. – М. : Наука, 1975. – 112 с.
104. Кривульченко А. І. Сухі степи Причорномор'я і Приазов'я: ландшафти, галогеохімія ґрунто-підґрунтя : монографія / А. І. Кривульченко. – К. : Гідромакс, 2005. – 345 с.
105. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев // В. В. Докучаев. Избранные сочинения. Т. II. – М. : Госсельхозиздат, 1949. – С. 161-228.

106. Самцевич С. А. Гелеобразные корневые выделения растений и их действие на почву и корневую микрофлору / С. А. Самцевич // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы. – Международ. симпоз. СССР 28 августа -12 сентября 1968 г. – Л. : Наука, 1968. – С. 206-209.
107. Гоголев И. Н. Бурые горно-лесные почвы Советских Карпат : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора с.-х. наук / Гоголев Иван Николаевич. – М., 1965. – 40 с.
108. Біланчин Я. М. Біомаса степових фітоценозів та ґрунти різних геоморфогенно-гіпсометричних рівнів (зон) поверхні острова Зміїний / [Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський, І. В. Свідерська, М. Й. Тортик] // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 16. – С. 31-41.
109. Леонідова І. В. Біологічний чинник ґрунтоутворення острова Зміїний / І. В. Леонідова // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Серія : Географ. та геол. науки. – 2013. – Т. 18. – Вип. 1 (17). – С. 133-146.
110. Таргульян В. О. Развитие почв во времени / В. О. Таргульян // Проблемы почвоведения. – М. : Наука, 1982. – С. 108-113.
111. Шоба С. А. Почвообразующий потенциал почвообразующих факторов / [С. А. Шоба, М. И. Герасимова, В. О. Таргульян, И. С. Урусевская и др.] // Генеза, географія та екологія ґрунтів : Зб. наук. праць Міжнар. конф. (Львів, 16-18 вересня 1999 р.) – Львів, 1999. – С. 90-92.
112. Герасимова М. И. Методические подходы к картографической оценке климата как фактора почвообразования / [М. И. Герасимова, И. О. Алябина, И. С. Урусевская, С. А. Шоба, В. О. Таргульян] // Весник МГУ. Серия 17. Почвоведение. – 2000. - № 4. – С. 9-14.
113. Глазовская М. А. География почв с основами почвоведения / М. А. Глазовская, А. Н. Геннадиев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 400 с. : ил.
114. Михайлюк В. І. Ґрунтоутворюючий режим території / В. І. Михайлюк // Аграрний вісник Причорномор'я : Зб. наук. праць. – Вип. 26. – Ч. 1. – Одеса : ОДАУ, 2004. – С. 183-191.
115. Біланчин Я. Ґрунтоутворний потенціал природних чинників

- грунтоутворення острова Зміїний / Я. Біланчин, І. Леонідова // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. географ. – 2013. – Вип. 44. – С. 17-23.
116. Полевой определитель почв / под ред. Н. И. Полупана, Б. С. Носко, В. П. Кузьмичева. – К. : Урожай, 1981. – 320 с.
117. Біланчин Я. М. Примітивні ґрунти острова Зміїний / Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський, І. В. Леонідова, І. А. Орлик // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. : Географ. та геол. науки. – 2012. – Т. 17. – Вип. 3 (16). – С. 103-113.
118. Біланчин Я. М. Оролітологія поверхні о. Зміїний, її роль у формуванні та диференціації ґрунтово-рослинного покриву / Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський, І. В. Леонідова, І. А. Орлик // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. : Географ. та геол. науки. – 2012. – Т. 17. – Вип. 2 (15). – С. 44-53.
119. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підручник. У двох частинах. Ч. 2 / С. П. Позняк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 286 с.
120. Добровольский Г. В. География почв / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 416 с., ил.
121. Докучаев В. В. К учению о зонах природы / В. В. Докучаев // Избранные сочинения. В 3 томах. – М. : Госсельхозиздат, 1949. – Т. III. – С. 317-329.
122. Докучаев В. В. Избранные сочинения. В 3 томах / В. В. Докучаев – М. : Госсельхозиздат, 1949. – Т. III. – 427 с.
123. Світличний О. О. Основи ерозієзнавства / О. О. Світличний, С. Г. Чорний. – Суми : Університетська книга, 2007. – 266 с.
124. Мороз Г. Б. Ґрунти середньо-сухостепового педоекотону Північно-Західного Причорномор'я : монографія / Г. Б. Мороз, В. І. Михайлюк. – Львів : ЗУКЦ, 2011. – 184 с.
125. Полупан М. І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. І. Кисіль, В. А. Величко. – К : Колообіг, 2005. – 304 с. : іл.
126. Кіт М. Г. Морфологія ґрунтів. Основи теорії і практикум / М. Г. Кіт. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2008. – 232 с.
127. Біланчин Я. Природа кислотності чорноземних ґрунтів острова Зміїний /

- Я. Біланчин, Л. Гошуренко, І. Свідерська // Вісн. Львів. уні-ту. Сер. географ. – 2011. – Вип. 39. – С. 22-27.
128. Гришина Л. А. Система показателів гумусного стану ґрунтів / Л. А. Гришина, Д. С. Орлов // Проблеми ґрунтознавства. – М. : Наука, 1978. – С. 42-47.
129. Біланчин Я. М. Морфогенетичні особливості чорноземних ґрунтів острова Зміїний / Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. наук. збірник. Спец. випуск до VIII з'їзду УТГА (5-9 липня 2010 р., м. Житомир). – Кн. друга. – Житомир : Рута, 2010. – С. 8-10.
130. Munsell Soil Color charts. – New York, 1992. – 40 p.
131. Морфологічні ознаки і будова профілю ґрунтів / М. Й. Тортик, П. І. Жанталай, В. І. Тригуб. – Одеса : Фенікс, 2010. – 130 с. + додатки.
132. Качинский Н. А. Структура почвы / Н. А. Качинский. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 101 с.
133. Наконечний Ю. І. Ґрунти заплави ріки Західний Буг / Ю. І. Наконечний, С. П. Позняк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 220 с. + 0,375 вкл.
134. Черноземы СССР (Украина) / Отв. ред. В. М. Фридланд и др. – М. : Колос, 1981. – 256 с.
135. Тортик М. Й. Специфічність деяких фізичних властивостей ґрунтів острова Зміїний / М. Й. Тортик, А. О. Буяновський // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Серія : Географ. та геол. науки. – 2013. – Т. 18. – Вип. 3 (19). – С. 103-110.
136. Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения / М. М. Кононова. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 315 с.
137. Пономарева В. В. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. : Наука, 1980. – 222 с.
138. Біланчин Я. М. Біогеохімія ґрунтоутворення в умовах острова Зміїний / Я. М. Біланчин // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2010. – Т. 15. – Вип. 10. – С. 119-134.

139. Буяновский А. А. Эколого-географические и биогеохимические особенности почвообразования и почвы острова Змеиный (Украина) / А. А. Буяновский, Я. М. Биланчин, И. В. Леонидова // Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения : Сб. статей / НАН Республики Армения, Центр эколого-ноосферных исследований. – Ереван : Гитутюн, 2013. – С. 63-71.
140. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. - М. : Высш. шк., 1988. – 328 с. : ил.
141. Базилевич Н. И. Учет засоленных почв. Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету засоленных почв / Н. И. Базилевич, Е. И. Панкова. – М. : Колос, 1970. – С. 80-112.
142. Чернов В. А. О природе почвенной кислотности / В. А. Чернов. – М : Изд-во АН СССР, 1947. – 186 с.
143. Природа Украинской ССР. Почвы / Н. Б. Вернандер, И. Н. Гоголев, Д. И. Ковалишин и др. – К. : Наук. думка, 1986. - 216 с.
144. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты / под ред. Н. И. Полупана. – К. : Урожай, 1988. – 296 с.
145. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України (за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва). – К. : Аграр. наука, 2012. – 240 с.
146. Тюрин И. В. Некоторые результаты работ по сравнительному изучению состава гумуса в почвах СССР / И. В. Тюрин // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева : Работы по органическому веществу почвы. – М. : Изд-во АН СССР, 1951. – Т. XXXVIII. – С. 22-32.
147. Кононова М. М. Гумус главнейших типов почв СССР, его природа и пути образования / М. М. Кононова // Почвоведение. – 1956. – № 3. – С. 18-30.
148. Підвальна Г. С. Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Пасмового Побужжя : монографія / Г. С. Підвальна, С. П. Позняк. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2004. – 192 с.

149. Wolf B. Sustainable soils: The Place of Organic Matter in Sustaining Soils and their Productivity / Benjamin Wolf, George Heft Snyder – Binghamton : Food product Press, 2003. – 352 p.
150. Бацула О. О. Дослідження гумусових речовин цілинних та розорюваних ґрунтів за допомогою спектроскопів у видимій та ультрафіолетовій областях спектра / О. О. Бацула // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1977. – Вип. 34. – С. 49-55.
151. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д. С. Орлов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 332 с.
152. Біланчин Я. Гумусовий стан чорноземних ґрунтів острова Зміїний / [Я. Біланчин, Л. Гошуренко, І. Леонідова, І. Орлик] // Вісн. Львів. ун-ту. Серія геогр. – 2013. – Вип. 41. – С. 24-37.
153. Леонідова І. В. Гумус та чорноземоутворення на острові Зміїний / І. В. Леонідова // Геополітика и екогеодинаміка регіонів. – 2014. – Т. 10. – Вип. 1. – С. 684-691.
154. Лісовський А. С. Чорноземи типові Придністерського Поділля: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.05 – біогеографія та географія ґрунтів / Лісовський Андрій Сергійович. – Львів, 2014. – 20 с.
155. Борисяк Н. Д. О черноземе / Н. Д. Борисяк. – Харьков : Университетская типография, 1852. – 74 с.
156. Михайлюк В. І. Олександр Гнатович Набоких – основоположник ґрунтознавства в Україні та фундатор Одеського сільськогосподарського інституту / В. І. Михайлюк // Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. праць. – Вип. 46 – Одеса: СМІЛ, 2008. – С. 168-181.
157. Позняк С.П. Чорнозем / С. П. Позняк // Екологічна енциклопедія : У 3 т. / Редколегія: А. В. Толстоухов (гол. редактор) та ін. – К.: ТОВ "Центр екологічної освіти та інформації", 2008. – Т. 3: О-Я. – С. 368-369.
158. Элементарные почвообразовательные процессы: Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика / Н. А. Караваева, В. О. Таргульян, А. П. Александровский и др. – М. : Наука, 1992. – 184 с.

159. Ожован О. О. Генетичні особливості гумусового стану автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.18. «ґрунтознавство» / О. О. Ожован; ОДАУ. – Чернівці, 2014. – 20 с.
160. Пономарева В. В. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И. В. Тюрина, в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова // Агрехимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – С. 47-55.
161. Александрова Л. М. Органическое вещество почв и процессы его трансформации / Л. М. Александрова. – Л. : Наука, 1980. – 287 с.
162. Підкова О. М. Оптична щільність гумусових речовин ґрунтів Розточчя / О. М. Підкова // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 7. – С. 165-171.
163. Плотникова Т. А. Упрощенный вариант метода определения оптической плотности гумусовых веществ с одним светофильтром / Т. А. Плотникова, В. В. Пономарева // Почвоведение. – 1967. № 7. – С. 73-85.
164. Кононова М. М. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв / М. М. Кононова, Н. П. Бельчева // Почвоведение. – 1961. – № 10. – С. 75-87.
165. Перминова И. В. Анализ, классификация и прогноз свойств гуминовых кислот: автореф. дис...д-ра хим. наук / И. В. Перминова. – М., 2000. – 50 с.
166. Плотникова Т. А. Содержание и состав гумуса в южных черноземах и темно-каштановых почвах Кустанайской области / Т. А. Плотникова // Почвоведение. – 1969. - № 12. – С. 29-39.
167. Рябинин Б. Н. Изменение серых лесных почв после обработки препаратом 2,4-Д / Б. Н. Рябинин, Л. А. Рябинина // Восстановление мелиорированных лесов Северо-Запада РСФСР. Сб. научн. трудов. – Ленинград, 1980. – С. 118-120.
168. Єрґіна О. І. Просторово-часові закономірності процесів сучасного ґрунтотворення на Кримському півострові : автореф. дис. на здобуття наук.

- ступеня докт. геогр. наук : спец. 11.00.05. «Біогеографія та географія ґрунтів» / О. І. Єрґіна. – Львів, 2013. - 39 с.
169. Добровольский Г. В. Геосферы и педосфера / Г. В. Добровольский, Л. О. Карпачевский, Е. А. Криксунов. – М. : ГЕОС, 2010. – 190 с. + вкл.
170. Біланчин Я. М. Загальна схема і стадійність ґрунтоутворення на острові Зміїний // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. наук. збірник. Спец. випуск до ІХ з'їзду УТґА (30 червня - 4 липня 2014 р., м. Миколаїв) / Я. М. Біланчин, І. В. Леонідова. – Кн. друга. – Харків : Смугаста типографія, 2014. – С. 4-6.
171. Путівник польової екскурсії учасників міжнародної наукової конференції "Актуальні проблеми генетичного, географічного, історичного, екологічного ґрунтознавства" (19-21 вересня 2013р., м. Львів) [Текст] / В. Г. Гаськевич, А. А. Кирильчук, Т. С. Ямелинець. – Львів: ВЦ ЛНУ, 2013. – 58 с.
172. Полюнов Б. Б. Первые стадии почвообразования на массивно-кристаллических породах / Б. Б. Полюнов // Почвоведение. – 1945. – № 7. – С. 327-339.
173. Кирильчук А. А. Первинне ґрунтоутворення на продуктах вивітрювання щільних карбонатних порід / А. А. Кирильчук // Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук. праць. – У 3 томах. – Т. І. – К. : ВГЛ "Обрії", 2012. – С. 131-133.
174. Красильников Н. А. Микрофлора высокогорных скальных пород и азотфиксирующая ее деятельность/ Н. А. Красильников // Успехи совр. биологии. – 1956. – Т. 41. – Вып. 2. – С. 177-192.
175. Cucu V. Insula Serpilor / V. Cucu, G. Vlasceanu. – Bucuresti, 1991.
176. Красеха Є. Н. Ґрунтоутворення під степовою рослинністю: до історії питання // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 7. – С. 275-283.
177. Почвоведение. В 2 ч. / Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 2. Типы почв, их география и использование [Л. Г. Богатырев, В. А. Васильевская, А. С. Владыченский и др.]. – М. : Высш. шк., 1988. – 368 с. : ил.

178. Рупрехт Ф. И. Геоботанические исследования о черноземе / Ф. И. Рупрехт. – СПб, 1866. – С. 38-58.
179. Александровский А. Л. Эволюция почв и географическая среда / А. Л. Александровский, Е. И. Александровская ; Ин-т географии РАН. – М. : Наука, 2005. – 223 с.
180. Леонідова І. В. Тенденції і направленість сучасного ґрунтотворення та еволюції ґрунтів острова Зміїний / І. В. Леонідова // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Серія : Географ. та геол. науки. – 2014. – Т. 19. – Вип. 4 (23). – С. 107-114.
181. Герасимов И. П. Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения / И. П. Герасимов. – М. : Наука, 1976. – 299 с.
182. Біланчин Я. М. Оцінка стану ґрунтів і ґрунтового покриву острова Зміїний / Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. – Вып. 1. – С. 365-370.
183. Николаенко Д. В. Функциональное зонирование острова Змеиный и его акватории. Теоретические проблемы и практические задачи / Д. В. Николаенко, Т. С. Самойлова, И. М. Молдованов // Містобудування та територіальне планування.– К. : КНУБА, 2008. – Вип. 29. – С. 207-214.
184. Балюк С. А. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров Украины / С. А. Балюк, Н. Н. Мирошниченко, А. И. Фатеев // Почвоведение. – 2008. - № 12. – С. 1501-1509.
185. Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель / под общ. ред. С. А. Шобы, А. С. Яковлева, Н. Г. Рыбальского / [А. Г. Барсегян, В. М. Гендигов, Г. П. Глазунов и др.]. – М. : НИА-Природа, 2013. – 310 с.
186. Козловский Ф. И. Теория и методы изучения почвенного покрова / Ф. И. Козловский. – М. : ГЕОС, 2003. – 536 с.
187. Seybolt C. A. Soil Resilience: a Fundamental of Soil Quality / C. A. Seybolt, J. E. Herric, J. J. Brejida // Soil Science. – 1999. – Vol. 164. – 4. – P. 224-234.
188. Doran J. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality / J. Doran, M. R. Zeiss // Applied Ecology. – 2000. – V. 15. – P. 3-11.

## Додаток А

### Результати визначення біомаси степової трав'яної рослинності о. Зміїний (липень 2009 р.)

Показники характеристики біомаси  Ключові ділянки, стан трав'яного покриву	Надземна маса живих трав та їх нерозкладеного опаду, <u>т/га</u> % сум. біомаси	Горизонт степової повсті (шари ферментації та гуміфікації) + горизонт ґрунтової дернини			Маса коріння у гумусовому і перехідному горизонтах ґрунту			Сумарна біомаса, т/га
		потужність, см	візуальна характеристика [за 75]	<u>біомаса, т/га</u> % сум. біомаси	горизонт профілю ґрунту	глибина, см	маса, т/га - % сум. біомаси	
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</i></b>								
ОЗ-14, добре сформований	<u>6,81</u> 25,4%	4-5	пухкого зложення, злегка сира	<u>17,46</u> 65,1%	Нq Нpq Phq <b>Разом</b>	3-21 21-30 30-39 3-39	2,46-9,2% 0,08-0,3% 0,01-<0,1% <b>2,55-9,5%</b>	26,82
ОЗ-19, потужна високотравна степова рослинність	<u>19,94</u> 23,0%	5-8	пухкого зложення, злегка сира, локально слабо оторф'яніла	<u>64,86</u> 74,8%	Нq Нpq Phq <b>Разом</b>	4-16 16-24 24-34 4-34	1,74-2,1% 0,12-0,1% 0,07-<0,1% <b>1,93-2,2%</b>	86,73
<b><i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3-5 (6)°</i></b>								
ОЗ-13, гірший порівняно із вододільним плато	<u>3,76</u> 20,1%	5-6	пухкого зложення, сира (після дощу), слабо оторф'яніла	<u>10,15</u> 54,1%	Нq Нpq Phq <b>Разом</b>	4-14 4-23 23-32 4-32	4,17-22,2% 0,63-3,4% 0,04-0,2% <b>4,84-25,8%</b>	18,75
ОЗ-16, травостій розріджений	<u>3,67</u> 13,7%	4-5	пухкого зложення, суха	<u>17,35</u> 64,8%	Нq Нpq Phq <b>Разом</b>	3-17 17-24 24-34 3-34	5,48-20,3% 0,23-0,7% 0,02-0,5% <b>5,73-21,5</b>	26,75
ОЗ-20, потужна високотравна степова рослинність	<u>13,42</u> 19,8%	5-7	пухкого зложення, з ознаками слабого оторф'яніння	<u>48,07</u> 70,9%	Нq Нpq <b>Разом</b>	4-25 25-38 4-38	6,06-8,9% 0,29-0,4% <b>6,35-9,3%</b>	67,84

## Закінчення додатка А

Показники характеристики біомаси Ключові ділянки, стан трав'яного покриву	Надземна маса живих трав та їх нерозкладеного опаду, <u>т/га</u> % сум. біомаси	Горизонт степової повсті (шари ферментації та гуміфікації) + горизонт ґрунтової дернини			Маса коріння у гумусовому і перехідному горизонтах ґрунту			Сумарна біомаса, т/га
		потужність, см	візуальна характеристика [за 75]	біомаса, т/га % сум. біомаси	горизонт профілю ґрунту	глибина, см	маса, т/га - % сум. біомаси	
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніж схилів та днищ улоговин</b>								
ОЗ-15, потужна лучно-степова рослинність	<u>19,37</u> 16,7%	7-9	пухкого зложення, сира, оторф'яніла	<u>76,36</u> 65,8%	Нq Нpq Phq <b>Разом</b>	6-33 33-44 44-52 6-52	19,94-17,2% 0,14-0,1% 0,25-0,2% <b>20,33-17,5%</b>	116,06
ОЗ-17, високотравна степова рослинність, децю антропогенно змінена	<u>8,65</u> 28,1%	6-7	пухкого зложення, ознаки антропогенної зміненості	<u>20,05</u> 65,2%	Нq Нpq Phq <b>Разом</b>	5-18 18-32 32-51 5-51	1,69-5,5% 0,11-0,4% 0,25-0,8% <b>2,05-6,7%</b>	30,75
ОЗ-21, багата високотравна рослинність	<u>21,50</u> 28,4%	7-9	пухкого зложення, злегка сира, в нижній частині оторф'яніла	<u>46,78</u> 61,7%	Н Нпох. Нpq gl <b>Разом</b>	6-15 15-54 54-74 6-74	1,94-2,5% 5,02-6,6% 0,58-0,8% <b>7,54-9,9%</b>	75,82
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>								
ОЗ-18, рослинність у середньому стані, децю антропогенно змінена	<u>4,34</u> 14,4%	3-5	пухкого зложення, суха, ознаки антропогенної зміненості	<u>21,53</u> 71,7%	Нq Нpq Phq <b>Разом</b>	2-12 12-19 19-29 2-29	3,13-10,4% 0,55-1,8% 0,49-1,6% <b>4,17-13,9%</b>	30,04

## Додаток Б

### Морфологічні описи профілів чорноземних ґрунтів ключових ділянок досліджень

**Б.1. Розріз ОЗ-14.** Закладено в південній частині вододільного плато із слабим ухилом поверхні на південь. Виходи щільних порід займають 10-20% поверхні. В рослинному покриві домінують свинорий пальчастий, ячмінь мишачий, пирій, грабельки звичайні, конюшина польова, мальва. Ґрунтоутворювальна порода – щебенювато-кам'янистий елювій щільних конгломерато-брекчієвих порід. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



Hdq  
0-3 см

**Hdq** – дернина густа, пухкого складення, волога (після дощу), з поодинокими включеннями щебеню та будівельного сміття;

Hq  
3-21 см

**Hq** – гумусово-аккумулятивний горизонт, вологий, темно-сірий до чорного, піщано-легкосуглинковий, рівномірно гумусований, щебенюватий, порохуватий, слабо ущільнений, з ознаками слабого оторфування, корені трав, поодинокі включення будівельного сміття. Перехід поступовий за забарвленням;

Hrq  
21-30 см

**Hrq** – гумусово-перехідний горизонт, вологий, темно-сірий до чорного, піщано-легкосуглинковий, менш кам'янистий ніж Hq, ущільнений, зменшується маса рослинних коренів порівняно із верхнім горизонтом, перехід поступовий;

Phq  
30-39см

**Phq** – перехідний до породи горизонт, вологий, темно-сірий з буризною, сильно кам'янистий.

**Визначення ґрунту:** чорноземний короткопрофільний піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий.

**Б.2. Розріз ОЗ-16.** Закладено на відносно ксероморфнішому схилі південної експозиції з ухилом поверхні до 2° у південній частині острова. Виходи на поверхню щільних порід займають біля 10-15 % поверхні. Травостій розріджений, домінують свинорий пальчастий, анізанта покрівельна, хандрила. Ґрунтоутворювальна порода – щебенювато-кам'янистий елювій конгломерато-пісковикових порід. Від НСІ не скипає по всьому профілю.

*Продовження додатка Б*



**Hd**  
0-3 см

**Hq**  
3-17 см

**Hrq**  
17-24 см

**Phq**  
24-34 см

**Hd** – дернина, пухкого складення, суха;  
**Hq** – гумусово-аккумулятивний горизонт, свіжий, темно-сірий, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, безструктурно-порохуватий, локальна мікроагрегованість, причому вискодисперсні частки нескоагульовані, основна маса рослинних коренів до глибини 11-12 см, перехід ясний за забарвленням;  
**Hrq** – гумусово-перехідний горизонт, сіро-бурий, зволожений, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, різко зменшується маса коріння порівняно із верхнім горизонтом, перехід ясний за забарвленням;  
**Phq** – перехідний до породи горизонт, зволожений, темно-каштанового забарвлення, суцільний щєбінь, рідко корені трав.

**Визначення ґрунту: чорноземний неповнорозвинений піщано-легкосуглинковий сильнокам'янистий.**

**Б.3. Розріз ОЗ-17.** Закладено на виположеному шлейфі підніжжя схилу в західній відносно краще зволоженої частині острова з ознаками антропогенної змінності. Виходи на поверхню щільних порід займають біля 10% поверхні. Високотравна степова рослинність, дещо антропогенно змінена із домінуванням злакових – пирій лучний, ячмінь мишачий. Ґрунтоутворювальна порода – щєбенювато-кам'янистий делювій-елювій щільних порід. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



**Hdq**  
0-5 см

**Hq**  
5-18 см

**Hrq**  
18-32 см

**Phq**  
32-51 см

**Hdq** – дернина, пухкого складення, суха, з ознаками антропогенного впливу, включення щєбню;  
**Hq** – гумусово-аккумулятивний горизонт, темно-сірий з буризною, піщано-легкосуглинковий, пухкий, кам'янистий, основна маса коренів трав до глибини 14-15 см, перехід поступовий за забарвленням;  
**Hrq** – гумусово-перехідний горизонт, темно-сірий з буризною, слабо ущільненого складення, піщано-легкосуглинковий, кам'янистий, суттєво зменшується кількість рослинних коренів, перехід ясний за забарвленням;  
**Phq** – перехідний до породи горизонт, слабо гумусований, сірувато-бурого кольору піщано-середньосуглинковий, щєбенюватий.

**Визначення ґрунту: чорноземний короткопрофільний піщано-легкосуглинковий кам'янистий.**

**Б.4. Розріз ОЗ-18.** Закладено у північно-західній виположено-рівнинній частині острова в межах геоморфо-гіпсометричного рівня (зони) давньої морської тераси, неподалік вертолітного майданчика. Рослинний покрив не суцільний, низькорослий, в його складі переважають злаки (свинорий пальчастий, фестука). Виходи на поверхню щільних порід займають 30-50% поверхні. Грунтоутворювальна порода – щебенювато-кам'янистий елювій щільних порід. Від НСІ не скипає по всьому профілю.



**Hdq**  
0-2 см

**Hdq** – дернина, пухка, суха, складена масою сухих рослинних решток та живих коренів трав, включення щебню;

**Hq**  
2-12 см

**Hq** – гумусово-аккумулятивний горизонт, свіжий, темно-сірий, рівномірно гумусований, супіщаний, сильнощебенювато-кам'янистий, безструктурно-порохуватий, слабо виражена мікроагрегованість, густо корені трав. Перехід ясний за ступенем гумусності, зволоження та масою коріння трав;

**Hpq**  
12-19 см

**Hpq** – гумусово-перехідний горизонт, менш вологий, ніж попередній, сірий з каштановим відтінком, піщано-легкосуглинковий,

**Phq**  
19-29 см

сильнощебенюватий, лише грубе коріння трав, перехід поступовий за забарвленням;

**Phq** – перехідний до породи горизонт, сіро-бурий, слабо гумусований, піщано-легкосуглинковий, сильнокам'янистий, поодинокі скупчення коренів трав в пустотах між камінням.

**Визначення ґрунту: чорноземний неповнорозвинений супіщаний сильнокам'янистий.**

## Додаток В

### Мікроагрегатний склад ґрунтів о. Зміїний

Розріз, ґрунт*	Гори- зонт	Гли- бина, см	Розмір часток в мм, вміст у %						Сума часток < 0,01 мм
			Фізичний пісок			Фізична глина			
			пісок		пил		мул		
			1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і приводільних спадистих схилів</b>									
ОЗ-14, Чк*	Нq	6-16	39,25	27,10	25,35	4,25	3,41	0,64	8,30
	Нpq	21-30	33,29	25,79	28,20	6,36	5,72	0,64	12,72
	Phq	30-39	37,06	35,29	11,85	6,65	7,49	1,66	15,80
ОЗ-19, Чн	Нq	5-15	33,12	32,16	27,69	3,83	2,35	0,85	7,03
	Нpq	16-24	33,18	27,26	26,01	7,31	4,95	1,29	13,55
	Phq	24-34	30,99	37,21	22,05	5,09	3,60	1,06	9,75
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3-5°</b>									
ОЗ-13, схил східн. експ.; Чн	Нq	4-14	43,94	30,81	21,30	2,13	1,18	0,64	3,95
	Нpq	14-23	37,02	31,30	24,52	3,69	2,82	0,65	7,16
	Phq	23-32	24,47	28,71	31,36	8,56	5,85	1,05	15,46
ОЗ-16, схил півд. експ.; Чн	Нq	5-15	42,99	28,68	21,94	3,19	2,77	0,43	6,39
	Нpq	17-24	37,90	27,60	22,78	4,90	5,54	1,28	11,72
ОЗ-20, схил півн. експ.; Чк	Нq	9-19	27,63	30,25	32,4	5,18	3,89	0,65	9,72
	Нpq	27-37	33,20	30,52	23,32	6,05	6,26	0,65	13,0
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніжжів та днищ улоговин</b>									
ОЗ-15, підніжжя схилу; Чк	Нtq	7-17	61,28	23,24	12,30	2,12	0,85	0,21	3,18
	Нq	20-30	40,95	29,23	23,10	3,15	2,94	0,63	6,72
	Нpq	33-44	40,61	28,81	24,16	2,39	3,18	0,85	6,42
	Phq	44-52	31,46	30,50	21,32	5,44	9,40	1,88	16,72
ОЗ-17, підніжжя схилу; Чк	Нq	6-16	39,66	31,51	23,50	2,76	2,12	0,42	5,30
	Нpq	20-30	39,06	30,70	21,42	4,41	3,78	0,63	8,82
	Phq	40-50	38,54	30,56	18,54	4,12	6,80	1,44	12,36
ОЗ-21, днище улоговини; Чл	Н	6-15	29,50	38,40	25,25	3,43	2,56	0,86	6,85
	[Н]	20-30	27,73	32,74	29,17	4,96	4,75	0,65	10,36
	[Н]	40-50	26,92	32,90	25,06	6,70	7,34	1,08	15,12
	Нpqgl	60-70	31,17	32,78	18,75	5,20	9,89	2,30	17,30
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>									
ОЗ-18, Чн	Нq	2-12	45,58	30,16	19,83	1,48	2,32	0,63	4,43
	Нpq	12-19	39,51	27,32	22,90	5,13	4,71	0,43	10,27
	Phq	19-29	42,27	25,08	19,93	6,36	5,30	1,06	12,72

\* Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

## Додаток Г

### Результати аналізів водних витяжок із ґрунтів ключових ділянок досліджень (липень 2009 р.)

Гори- зонт	Глиби- на, см	рН	Аніони			Катіони				Σ солей, % загальна токсичних	$\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-}}$	$\frac{\text{Na}^+ + \text{K}^+}{\text{Ca}^{2+}}$	$\frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{2+}}$	Хімізм* і ступінь засолення за Σ солей [за 139]: загальною токсичних
			HCO <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>					
			ммоль/100 г ґрунту чи дернини (підстилки) % від маси ґрунту чи дернини (підстилки)											
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних спадистих схилів</i>														
ОЗ-19, Чн														
Hd	0-4	5,65	<u>0,32</u> 0,020	<u>0,56</u> 0,020	<u>3,42</u> 0,164	<u>1,04</u> 0,021	<u>0,72</u> 0,008	<u>1,10</u> 0,025	<u>1,44</u> 0,056	<u>0,314</u> 0,239	0,16	2,44	1,06	с, слабкий с, слабкий
Hq	5-15	5,60	<u>0,18</u> 0,011	<u>2,09</u> 0,073	<u>1,11</u> 0,053	<u>0,60</u> 0,012	<u>0,32</u> 0,004	<u>2,10</u> 0,048	<u>0,36</u> 0,014	<u>0,215</u> 0,172	1,88	4,10	3,50	сх, середній сх, середній
Hpq	16-24	5,15	<u>0,17</u> 0,010	<u>4,07</u> 0,142	<u>2,13</u> 0,102	<u>1,22</u> 0,024	<u>0,86</u> 0,010	<u>4,00</u> 0,092	<u>0,29</u> 0,011	<u>0,391</u> 0,307	1,91	3,52	3,28	сх, середній сх, середній
Phq	24-34	4,45	<u>0,14</u> 0,009	<u>5,09</u> 0,178	<u>6,01</u> 0,288	<u>1,60</u> 0,032	<u>1,34</u> 0,016	<u>8,10</u> 0,186	<u>0,20</u> 0,008	<u>0,717</u> 0,606	0,85	5,13	5,06	хс, сильний хс, сильний
<i>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3-5°</i>														
ОЗ-13, Чн; схил східної експозиції														
Hd	0-4	5,45	<u>0,60</u> 0,036	<u>0,32</u> 0,011	<u>6,92</u> 0,332	<u>1,68</u> 0,034	<u>2,56</u> 0,031	<u>1,30</u> 0,030	<u>2,30</u> 0,090	<u>0,564</u> 0,418	0,05	2,14	0,77	с, середній с, середній
Hq	4-14	5,03	<u>0,01</u> 0,001	<u>1,41</u> 0,049	<u>0,92</u> 0,044	<u>0,30</u> 0,006	<u>0,28</u> 0,003	<u>1,60</u> 0,037	<u>0,16</u> 0,006	<u>0,146</u> 0,125	1,53	5,87	5,33	сх, слабкий сх, середній
Hpq	14-23	4,53	<u>0,02</u> 0,001	<u>1,77</u> 0,062	<u>0,62</u> 0,030	<u>0,28</u> 0,006	<u>0,44</u> 0,005	<u>1,60</u> 0,037	<u>0,09</u> 0,004	<u>0,145</u> 0,126	2,85	6,04	5,77	х, слабкий х, середній
Phq	23-32	4,70	<u>0,03</u> 0,002	<u>1,61</u> 0,056	<u>0,68</u> 0,033	<u>0,34</u> 0,007	<u>0,08</u> 0,001	<u>1,80</u> 0,041	<u>0,10</u> 0,004	<u>0,144</u> 0,120	2,37	5,59	5,29	сх, слабкий сх, слабкий
ОЗ-16, Чн; схил південної експозиції														
Hd	0-3	5,47	<u>0,92</u> 0,056	<u>1,36</u> 0,048	<u>2,00</u> 0,096	<u>0,56</u> 0,011	<u>0,40</u> 0,005	<u>2,40</u> 0,055	<u>0,92</u> 0,036	<u>0,307</u> 0,262	0,68	5,93	4,28	хс, слабкий хс, середній
Hq	5-15	5,13	<u>0,12</u> 0,007	<u>1,57</u> 0,055	<u>0,81</u> 0,039	<u>0,26</u> 0,005	<u>0,26</u> 0,003	<u>1,80</u> 0,041	<u>0,18</u> 0,007	<u>0,157</u> 0,138	1,94	7,62	6,92	сх, слабкий сх, середній

## Продовження додатка Г

Гори-зонт	Глибина, см	рН	Аніони			Катіони				Σ солей, % загальна токсичних	Cl SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> Ca <sup>2+</sup>	Хімізм* і ступінь засолення за Σ солей [за 139]: загальною токсичних
			HCO <sup>3-</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>					
			ммоль/100 г ґрунту чи дернини (підстилки) % від маси ґрунту чи дернини (підстилки)											
Нрґ	17-24	4,82	<u>0,06</u> 0,004	<u>4,11</u> 0,144	<u>0,92</u> 0,044	<u>0,44</u> 0,009	<u>0,50</u> 0,006	<u>3,90</u> 0,090	<u>0,25</u> 0,010	<u>0,307</u> 0,276	4,47	9,43	8,86	<u>х, середній</u> х, середній
ОЗ-20, Чк; схил північної експозиції														
Нд	0-4	5,40	<u>0,44</u> 0,027	<u>0,56</u> 0,020	<u>1,40</u> 0,067	<u>0,16</u> 0,003	<u>0,40</u> 0,005	<u>1,00</u> 0,23	<u>0,84</u> 0,033	<u>0,178</u> 0,165	0,40	11,50	6,25	<u>хс, незасолений</u> хс, слабкий
Нґ	9-19	5,03	<u>0,10</u> 0,006	<u>1,97</u> 0,069	<u>0,63</u> 0,030	<u>0,42</u> 0,008	<u>0,38</u> 0,005	<u>1,80</u> 0,041	<u>0,10</u> 0,004	<u>0,163</u> 0,134	3,13	4,52	4,28	<u>х, середній</u> х, середній
Нрґ	27-37	5,03	<u>0,10</u> 0,006	<u>1,23</u> 0,043	<u>0,67</u> 0,032	<u>0,22</u> 0,004	<u>0,18</u> 0,002	<u>1,50</u> 0,035	<u>0,10</u> 0,004	<u>0,126</u> 0,110	1,84	7,27	6,82	<u>сх, слабкий</u> сх, слабкий
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних підніжж схилів та днищ улоговин</b>														
ОЗ-15, Чк; підніжжя схилу														
Нд	0-6	5,85	<u>0,84</u> 0,051	<u>0,64</u> 0,022	<u>2,58</u> 0,124	<u>0,40</u> 0,008	<u>0,96</u> 0,012	<u>1,30</u> 0,030	<u>1,40</u> 0,055	<u>0,302</u> 0,270	0,25	6,75	3,25	<u>с, слабкий</u> с, слабкий
Нтґ	7-17	5,63	<u>0,08</u> 0,05	<u>1,05</u> 0,037	<u>1,70</u> 0,082	<u>0,26</u> 0,005	<u>0,22</u> 0,003	<u>2,10</u> 0,048	<u>0,25</u> 0,010	<u>0,190</u> 0,171	0,62	9,04	8,08	<u>хс, слабкий</u> хс, слабкий
Нґ	20-30	4,83	<u>0,12</u> 0,007	<u>4,95</u> 0,173	<u>1,63</u> 0,078	<u>0,74</u> 0,015	<u>0,62</u> 0,007	<u>5,10</u> 0,117	<u>0,24</u> 0,009	<u>0,406</u> 0,355	3,04	7,22	6,89	<u>х, сильний</u> х, сильний
Нрґ	33-44	4,67	<u>0,06</u> 0,004	<u>3,77</u> 0,132	<u>3,93</u> 0,189	<u>0,86</u> 0,017	<u>0,90</u> 0,011	<u>5,70</u> 0,131	<u>0,30</u> 0,012	<u>0,496</u> 0,437	0,96	6,98	6,63	<u>хс, середній</u> хс, середній
Phґ	44-52	4,68	<u>0,06</u> 0,04	<u>6,49</u> 0,227	<u>2,30</u> 0,110	<u>1,14</u> 0,023	<u>1,02</u> 0,012	<u>6,50</u> 0,150	<u>0,19</u> 0,007	<u>0,533</u> 0,454	2,82	5,87	5,70	<u>х, сильний</u> х, сильний
ОЗ-17, Чк; підніжжя схилу														
Нд	0-5	5,75	<u>0,84</u> 0,050	<u>0,40</u> 0,014	<u>3,14</u> 0,150	<u>0,72</u> 0,014	<u>0,56</u> 0,006	<u>1,30</u> 0,030	<u>1,80</u> 0,070	<u>0,334</u> 0,313	0,13	4,30	1,80	<u>с, слабкий</u> с, середній
Нґ	6-16	5,75	<u>0,08</u> 0,005	<u>0,55</u> 0,019	<u>0,78</u> 0,037	<u>0,18</u> 0,004	<u>0,20</u> 0,002	<u>0,90</u> 0,021	<u>0,13</u> 0,005	<u>0,093</u> 0,079	0,70	5,72	5,00	<u>хс, незасолений</u> хс, незасолений

## Закінчення додатка Г

Гори-зонт	Глибина, см	рН	Аніони			Катіони				Σ солей, % загальна токсичних	$\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-}}$	$\frac{\text{Na}^+ + \text{K}^+}{\text{Ca}^{2+}}$	$\frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{2+}}$	Хімізм * і ступінь засолення за Σ солей [за 139]: загальною токсичних
			HCO <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>					
			ммоль/100 г ґрунту чи дернини (підстилки) % від маси ґрунту чи дернини (підстилки)											
Нрq	20-30	5,15	<u>0,07</u> 0,004	<u>1,55</u> 0,054	<u>0,84</u> 0,040	<u>0,22</u> 0,004	<u>0,28</u> 0,003	<u>1,80</u> 0,041	<u>0,16</u> 0,006	<u>0,152</u> 0,137	1,84	8,91	8,18	<u>сх, слабкий</u> сх, слабкий
Phq	40-50	5,05	<u>0,14</u> 0,009	<u>1,01</u> 0,035	<u>0,95</u> 0,046	<u>0,32</u> 0,006	<u>0,20</u> 0,002	<u>1,50</u> 0,035	<u>0,08</u> 0,003	<u>0,136</u> 0,112	1,06	4,94	4,69	<u>сх, слабкий</u> сх, слабкий
ОЗ-21, Чл; днище улоговини														
Hd	0-6	5,60	<u>0,32</u> 0,020	<u>0,32</u> 0,011	<u>0,98</u> 0,047	<u>0,08</u> 0,002	<u>0,02</u> 0,000	<u>0,52</u> 0,012	<u>1,00</u> 0,039	<u>0,131</u> 0,124	0,33	19,00	6,50	<u>хс, незасолений</u> хс, слабкий
H	6-15	5,80	<u>0,18</u> 0,011	<u>1,67</u> 0,058	<u>0,55</u> 0,026	<u>0,26</u> 0,005	<u>0,18</u> 0,002	<u>1,50</u> 0,035	<u>0,46</u> 0,018	<u>0,155</u> 0,135	3,04	7,54	5,77	<u>х, середній</u> х, середній
[H]	20-30	5,58	<u>0,13</u> 0,008	<u>0,85</u> 0,030	<u>0,73</u> 0,035	<u>0,18</u> 0,004	<u>0,12</u> 0,001	<u>1,30</u> 0,030	<u>0,11</u> 0,004	<u>0,112</u> 0,098	1,16	7,83	7,22	<u>сх, слабкий</u> сх, слабкий
[H]	40-50	5,35	<u>0,12</u> 0,007	<u>1,35</u> 0,047	<u>0,86</u> 0,041	<u>0,14</u> 0,003	<u>0,12</u> 0,001	<u>2,00</u> 0,046	<u>0,07</u> 0,003	<u>0,148</u> 0,137	1,57	14,78	14,28	<u>сх, слабкий</u> сх, середній
Нрqq	60-70	5,50	<u>0,08</u> 0,005	<u>0,45</u> 0,016	<u>0,83</u> 0,040	<u>0,12</u> 0,002	<u>0,16</u> 0,002	<u>1,00</u> 0,023	<u>0,08</u> 0,003	<u>0,091</u> 0,082	0,54	9,00	8,33	<u>хс, незасолений</u> хс, незасолений
<b>Геоморфо-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>														
ОЗ-18, Чн														
Hd	0-2	5,55	<u>0,32</u> 0,020	<u>1,20</u> 0,042	<u>1,18</u> 0,056	<u>0,08</u> 0,002	<u>0,64</u> 0,008	<u>1,30</u> 0,030	<u>0,68</u> 0,026	<u>0,184</u> 0,177	1,02	24,75	16,25	<u>сх, слабкий</u> сх, середній
Hq	2-12	5,20	<u>0,04</u> 0,02	<u>2,39</u> 0,084	<u>0,95</u> 0,046	<u>0,10</u> 0,002	<u>0,28</u> 0,003	<u>2,80</u> 0,064	<u>0,20</u> 0,008	<u>0,209</u> 0,202	2,52	30,00	28,00	<u>х, середній</u> х, середній
Нрq	12-19	4,83	<u>0,04</u> 0,002	<u>2,33</u> 0,082	<u>0,80</u> 0,038	<u>0,16</u> 0,003	<u>0,24</u> 0,003	<u>2,60</u> 0,060	<u>0,17</u> 0,007	<u>0,195</u> 0,184	2,91	17,31	16,25	<u>х, середній</u> х, середній
Phq	19-29	4,65	<u>0,04</u> 0,002	<u>2,27</u> 0,079	<u>0,61</u> 0,029	<u>0,18</u> 0,004	<u>0,32</u> 0,004	<u>2,30</u> 0,053	<u>0,12</u> 0,005	<u>0,176</u> 0,163	3,72	13,44	12,78	<u>х, середній</u> х, середній

\* Хімізм засолення: х – хлоридний; сх – сульфатно-хлоридний; хс – хлоридно-сульфатний; с – сульфатний.\*\*Індекси ґрунтів: Чн – чорноземні неповнорозвинені ґрунти; Чк – чорноземні короткопрофільні ґрунти; Чл – лучно-південночорноземний намитий ґрунт

*Наукове видання*

**Леонідова Ірина Вікторівна  
Біланчин Ярослав Михайлович**

**ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ  
ГРУНТОТВОРЕННЯ НА ОСТРОВІ ЗМІЇНИЙ**

*МОНОГРАФІЯ*

За редакцією авторів

Підп. до друку 20.10.2017. Формат 60x84/16.  
Ум.-друк. арк. 11,74. Тираж 100 прим.  
Зам. № 1658.

**Видавець і виготовлювач  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова**

Свідоцтво ДК № 4215 від 22.11.2011 р.  
Україна, 65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12  
Тел.: (048) 723 28 39. E-mail: druk@onu.edu.ua