

УДК 631.4

<https://doi.org/10.31713/vs120229>

Швець Ольга, аспірант (Державний біотехнологічний університет,
м. Харків) ORCID: 0000-0001-5860-9394

АКТУАЛЬНІ НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО ҐРУНТОЗНАВСТВА

У статті автором висвітлена проблематика сучасного етапу розвитку ґрунтознавства. Наводяться формулювання актуальних наукових проблем та завдань сучасного ґрунтознавства, що чекають свого вирішення. Охарактеризовані історичні етапи розвитку ґрунтознавства. Актуалізовані основні дилеми сучасного ґрунтознавства. Охарактеризовані нормативно-методичні проблеми ґрунтознавства. Автором виділені проблеми космічного ґрунтознавства. Огляд проблематики сучасного ґрунтознавства наочно продемонстрував, що перед вченими нині існує низка невирішених проблем, без яких неможливий стрімкий розвиток досліджуваного автором напрямку інженерної геології.

Ключові слова: ґрунт; ґрунтознавство; наукова проблематика; проблем ґрунтознавства; завдання ґрунтознавства.

Наукова проблема – це усвідомлення і формулювання концепції про незнання деякого явища, предмета, процесу та ін. З формальних методологічних позицій під проблемою розуміють велике узагальнене безліч сформульованих наукових питань, які охоплюють область майбутніх досліджень, що вимагають вивчення і вирішення.

Таким чином, наукова проблема ґрунтознавства — це усвідомлення вченим співтовариством ґрунтознавців і формулювання ними концепції про незнання актуальних явищ, особливостей і процесів, що відбуваються в ґрунтовому блоці екосистеми та вимагають свого вивчення та вирішення.

Сучасне ґрунтознавство налічує майже сто років в історії свого розвитку. За цей період вітчизняне ґрунтознавство пройшло значний шлях від становлення до розвитку в базовий науковий напрямок інженерної геології зі своєю методологією, теоретичною та нормологічною базою.

Відтак, метою статті є вивчення актуальних наукових проблем сучасного ґрунтознавства.

За минулі сто років періодично висувалися і вирішувалися ті чи інші наукові проблеми та завдання ґрунтознавства. Багато з них

обґрунтовувалися потребами розвитку суспільства на тому чи іншому історичному етапі.

На першому етапі (1920–1945 рр.) перед ґрунтознавством ставилися завдання з вивчення ґрунтів і гірських порід як ґрунтів у зв'язку з геологічним обґрунтуванням інженерно-будівельної діяльності – перш за все дорожнього («дорожнє ґрунтознавство»), гідротехнічного та промислового будівництва. При цьому потрібно було розробити власну методологію вивчення ґрунтів, спираючись на досягнення ґрунтознавства, механіки, колоїдної хімії та інших наук.

На другому етапі (1946–1986 рр.), коли відбулося становлення ґрунтознавства як наукового напрямку інженерної геології, В. В. Охотін в 1953 р., покликаючись на класифікацію практичних завдань при будівництві різного роду споруд, визначив перелік найбільш актуальних на той період практичних завдань ґрунтознавства [1]:

1. Класифікація ґрунтів з будівельної точки зору.
2. Встановлення розподілу виділених типів і видів ґрунтів в межах досліджуваних ділянок.
3. Визначення кількісних характеристик (показників) міцності ґрунтів кожного з виділених типів, її мінливості, а іноді також водопроникності і деяких інших властивостей, необхідних для будівельних розрахунків при проектуванні споруд.
4. Передбачення можливості зміни властивостей ґрунтів (в першу чергу їх міцності) під впливом споруд.
5. Оцінка небезпеки очікуваних деформацій ґрунтів для проектування споруд.
6. Рекомендація заходів щодо поліпшення властивостей ґрунтів стосовно до вимог проектованої споруди.

Для вирішення перерахованих практичних завдань необхідно було вивчити умови формування і зміни ґрунтів, склад і основні властивості, що визначають їх природу і розглядаються з генетичної точки зору. Всі ці та інші теоретичні питання і складають зміст ґрунтознавства [1].

Хоча В.В. Охотін вважав вищевказані завдання практичними, для їх вирішення необхідно було виконати складні теоретичні наукові дослідження в галузі ґрунтознавства. За минулі більш ніж шістьдесят років багато з цих завдань ґрунтознавства, зазначених В.В. Охотінім в 1953 р, були в тій чи іншій мірі успішно вирішені вітчизняними і зарубіжними дослідниками. Підсумком цього етапу стало перетворення ґрунтознавства в зрілу науку з досить досконалим теоретичним базисом і розробленим апаратно-методичним ком-

плексом, які дозволили вирішити складні завдання вивчення ґрунтів [2].

У 1953 р Е. Н. Сергєєв однією з основних теоретичних завдань загального ґрунтознавства вважав «встановлення залежності між різними властивостями типових ґрунтів і їх генезисом». Він вважав, що така залежність може бути виражена «генетичною класифікацією ґрунтів, що дозволяє проводити попередню оцінку будівельних властивостей ґрунтів за їх генетичним типом». Подальші дослідження, однак, показали що, незважаючи на наявність залежності властивостей ґрунтів від їх генезису, подібна класифікація не може врахувати всього різноманіття прояву інженерно-геологічних особливостей ґрунтів, так як генезис не є єдиним фактором формування властивостей ґрунтів [1].

Біланчин Я. та ін., формулюючи основні теоретичні завдання інженерної геології, позначали ключові завдання, які повинні вирішуватися в рамках її першого наукового напрямку — ґрунтознавства наступним чином [3]:

1. Інженерно-геологічне вивчення гірських порід як ґрунтів, що можуть служити природним підставою, середовищем і будівельним матеріалом для різних споруд;

2. Дослідження впливу генезису порід і подальшого перетворення їх в земній корі на фізико-механічні властивості;

3. У зв'язку з цим стоїть завдання:

- вивчення закономірностей просторової зміни властивостей гірських порід, а також факторів, що впливають на ці зміни;

- створення генетичної інженерно-геологічної класифікації гірських порід;

- розробка нових і уніфікація існуючих методів досліджень і обробки результатів цих досліджень;

- розробка методів штучного поліпшення властивостей різних гірських порід» (в дужках вказана нумерація автора).

Як бачимо, і цей перелік завдань побудований дещо не логічно, він досить широкий і включає в себе завдання і загального, і регіонального ґрунтознавства і технічної меліорації ґрунтів, і прикладні завдання. Однак, ці завдання сформульовані скоріше у вигляді перерахування яких цілей досліджень, суть самих завдань в ряді випадків тут не розкривається і також не наводиться у формі наказового способу.

На другому етапі розвитку ґрунтознавства ставилася проблема вивчення ґрунтів «від мікрорівня до масиву, з метою раціонального використання геологічного середовища». У такій постановці основна

увага на тому етапі приділялася вирішенню морфологічних (а по суті, описових) завдань в області ґрунтознавства. І це було цілком виправдано в той період розвитку ґрунтознавства, оскільки тоді ще не були широко відомі як багато закономірностей мікробудування різних ґрунтів (особливо в дисперсних), так і їх особливостей макробудування, що проявляються тільки в масиві. Проте, таке формулювання завдань є досить загальним, розпливчастим і неконкретним, що ускладнює їх вирішення.

Незважаючи на це в дослідженні даної проблеми — вивченні ґрунтів від мікрорівня до масивів — у другій половині ХХ століття було досягнуто значного прогресу: описано мікробудову дисперсних, особливо глинистих, ґрунтів; встановлені типи структурних зв'язків в них та їх вплив на властивості ґрунтів; виявлені інженерно-геологічні особливості різних ґрунтових товщ (масивів); розроблена їх типізація та ін. [4; 5; 6].

Третій етап розвитку ґрунтознавства (що розпочався з 1987 р. згідно [4]), що охоплює нинішній час, та характеризується істотним розвитком теоретичних розробок і узагальнень. Багато змістовних завдань ґрунтознавства на цьому етапі були сформульовані Позняк С.П. [4] та ін. дослідниками [7; 8].

З урахуванням вже вирішених наукових проблем та завдань, сучасне ґрунтознавство відгукується на нові, невивчені та актуальні проблеми, які ставить розвиток суспільства. Таких проблем дуже багато. Зупинимося лише на головних із них.

Актуальні проблеми сучасного ґрунтознавства

До теперішнього етапу в ґрунтознавстві описано значну кількість різних типів ґрунтів, що відрізняються за різними ознаками: віком, генезисом, складом, станом і будовою, властивостями та ін. Все-таки, чи можна зараз зробити висновок, що в ґрунтознавстві вивчено все глобальне різноманіття ґрунтів? Очевидно, ні. Це стосується і вивченості різноманіття ґрунтів території України [9], та вивченості ґрунтів інших регіонів Землі.

В інженерно-геологічному відношенні недостатньо або зовсім не вивчені значна кількість ґрунтів океанічних і морських басейнів Землі, включаючи шельфові зони України. Серед скельних і напівскельних ґрунтів недостатньо вивчені сучасні ефузивні породи, зокрема так звані «вулканогенно-уламкові ґрунти», а також такі широко поширені осадові силікатні ґрунти, як аргіліти, алевроліти, пісковики і конгломерати. Незважаючи на значну поширеність цих ґрунтів, їм не присвячені узагальнюючі ґрунтознавчі роботи, немає їх інженерно-геологічних класифікацій тощо. Недостатньо вивчені

ґрунти вивітрювання. І, нарешті, погано або зовсім не вивчені види техногенних як скельних, так і дисперсних ґрунтів [10]. Цим обґрунтовується перша наукова проблема ґрунтознавства.

Отже, проблема 1 (глобального різноманіття ґрунтів).

Наукові змістовні завдання ґрунтознавства, які необхідно вирішити для розробки даної проблеми, нині можна сформулювати наступним чином.

Завдання 1–1. Встановити особливості складу, будови, стану і властивостей глобального різноманіття ґрунтів і доданків ними товщ (масивів, інженерно-геологічних структур) верхніх горизонтів земної кори.

Завдання 1–2. Розробити принципово нові методи і методики вивчення складу, будови, стану і властивостей ґрунтів, в першу чергу польових, що дозволяють оцінювати ці параметри безпосередньо в товщі ґрунтів.

Але, поряд з різноманіттям ґрунтів, існує й інша не менш важлива наукова проблема ґрунтознавства — дилема формування їх властивостей [11].

Проблема 2 (формування властивостей ґрунтів).

Завдання 2–1. Вивчити закономірності формування властивостей всього різноманіття ґрунтів і доданків ними товщ.

Закономірності формування складу, будови, стану і властивостей ґрунтів різних типів (класів, груп, видів, різновидів) вивчені вкрай нерівномірно. Нині в ґрунтознавстві відсутні або повністю, або частково дані про закономірності формування складу, будови, стану і властивостей багатьох ґрунтів. Для деяких генетичних типів ґрунтів ці закономірності взагалі не вивчені або охарактеризовані лише з найзагальніших літолого-петрографічних, але не інженерно-геологічних позицій. Тому дане завдання набуває глобальний (в сенсі поширення ґрунтів) і довготривалий характер (в сенсі тривалості вивчення ґрунтів різних типів). З плином часу це завдання поступово вирішується, тому що йде накопичення нових даних про закономірності формування властивостей ґрунтів різних типів; все більші колективи вчених залучаються до дослідження мало вивчених ґрунтів. Однак одноразово це завдання не може бути вирішене і в перспективі його рішення буде розтягнуто на найближчі десятиліття.

Завдання 2–2. Виявити закони та закономірності сучасної динаміки всього різноманіття ґрунтів і доданків ними товщ під впливом еволюції природи в зв'язку з інженерно-господарською діяльністю людини.

Тут мова йде про найважливішу наукову задачу – виявлення законів і закономірностей динаміки складу, будови, стану і властивостей всієї вивченої сукупності ґрунтів (тобто їх зміни у фізичному часі). Дане завдання є предметом розробки геодинамічного ґрунтознавства і фактично становить його основну наукову проблему. Дотепер, геодинамічне ґрунтознавство є одним з найбільш слабо розроблених наукових розділів ґрунтознавства.

Значення цього завдання можна пояснити простим прикладом. У разі інженерних вишукувань під будівництво будь-якої споруди здійснюються натурні випробування ґрунтів в масиві (ґрунтів підстави споруди) протягом певного періоду. Одержані при цьому характеристики ґрунтів (наприклад, міцності або деформаційних властивостей) обробляються відомими способами з метою отримання значень розрахункових параметрів, які потім використовуються при проектуванні споруд. Доречно наголосити, що ці показники (характеристики) відображають стан ґрунту лише на момент його випробувань (вишукувань). У літературі не наведено жодної гарантії, що зі зміною сезону властивості ґрунтів залишаться тими, які закладені в проєкт і відповідні розрахунки. Звідси можуть виникати і виникають різні катастрофічні наслідки. Можна заперечити, що в розрахункові показники закладаються певні коефіцієнти запасу, які якраз і враховують ці сезонні та інші зміни. Але спеціальних досліджень на цей рахунок ніким не проводилося, методик розрахунку коефіцієнта запасу, що враховує сезонні коливання стану і властивостей ґрунтів, також не існує. Ба більше, в різних інженерно-геологічних умовах ці коливання будуть дуже різні навіть для одного і того ж виду ґрунту.

Динаміку зміни властивостей ґрунтів необхідно розглядати в найширшому сенсі. По суті, будь-яка властивість даного ґрунту, що характеризується тим (тими) або іншим (іншими) показником (показниками), в залежності від умов існування ґрунту буде змінюватися в певному діапазоні. Виявити ці діапазони для різних ґрунтів і різних показників властивостей — найважливіше теоретичне завдання, що має до того ж і величезне практичне значення.

Таким чином, закономірності динаміки складу, будови, стану і властивостей різних ґрунтів вивчені до теперішнього часу вкрай нерівномірно і явно недостатньо. Це обумовлено рядом причин:

- складністю предмета дослідження, тому що подібні дослідження повинні проводитися в ґрунтових масивах, тобто в натурних умовах;
- відсутністю методик режимних спостережень за ґрунтами або систем моніторингу;

- недоліками нормативно-методичних документів вишукувань.

Кардинальне вирішення цих питань могла б дати організація спеціалізованих систем моніторингу ґрунтів, які поки в Україні також слабо розробляються і повільно впроваджуються в практику. Однак навіть при її організації це завдання не може бути вирішене «миттєво», вона вимагає тривалої та систематичної розробки.

Завдання 2–3. Розробити прогноз динаміки розвитку всього різноманіття ґрунтів і доданків ними товщ під впливом еволюції природи та інженерно-господарської діяльності людини.

Поставлене завдання тісно пов'язане з рішенням попереднього, оскільки складання надійних прогнозів можливо лише в тому випадку, коли зрозумілі і вивчені закономірності самої динаміки всього різноманіття властивостей ґрунтів. Відповідно до цього, необхідна розробка та обґрунтування методики складання кількісних прогнозів динаміки зміни складу, будови, стану і властивостей ґрунтів.

Завдання 2–4. Вивчити історію формування, створити логіко-графічні моделі формування властивостей ґрунтів різних класів (скельних, дисперсних, мерзлих) різних генетичних типів (магматичних, метаморфічних, осадово-вулканогенних і особливо осадових морських, алювіальних, льодовикових та ін.) у випадках дії конкретних інженерно-геологічних структур і в загальнотеоретичному плані (ці дослідження вимагають застосування методів абсолютного датування, ізотопії та спорово-пилкових досліджень при вивченні опорних інженерно-геологічних розрізів).

Завдання 2–5. Створити на основі накопичених даних завершені приватні і загальні теорії формування складу, будови, стану і властивостей ґрунтів (перші — приватні теорії — повинні описувати формування названих особливостей ґрунтів певних генетичних, літологічних та інших типів, а загальна теорія повинна відображати головні риси формування всього глобального різноманіття ґрунтів).

Отже, вирішення зазначених вище п'яти наукових завдань дозволить підійти і до вирішення проблеми формування властивостей ґрунтів загалом.

Важливою відмінною рисою розвитку сучасного ґрунтознавства є його орієнтація не тільки на вирішення суто інженерно-геологічних завдань, а й на вирішення геоекологічних або, точніше, еколого-геологічних завдань. Ґрунт є одним з компонентів біогеоценозів або екосистем, важливою частиною еколого-геологічних систем. У зв'язку з цим перед ґрунтознавством висувається проблема еколого-геологічної оцінки ролі тих чи інших ґрунтів у формуванні еколого-геологічних умов територій, ролі ґрунтів у стані еколого-геологічних

систем тощо. Останнє обумовлює перед ґрунтознавством нову проблему-еколого-геологічну.

Проблема 3 (еколого-геологічна).

Вирішення цієї дилеми дозволить підійти й до вирішення важливих глобальних екологічних проблем сьогодення. Відмінними рисами глобальних проблем є наступні:

- вони знаходяться у прямій залежності від діяльності світової спільноти загалом; потребують невідкладних і ефективних рішень;
- загрожують загибеллю всьому людству;
- вимагають колективних зусиль усіх землян.

Однією з таких глобальних екологічних проблем є наступна: як запобігти катастрофічному забрудненню навколишнього середовища на Землі, що постійно збільшується у зв'язку з розвитком людської цивілізації, наслідком якого є зниження біорізноманіття на Землі, що загрожує і вимиранням людини? Стало бути, вирішення цієї глобальної проблеми залежить від зусиль людства в різних галузях політики, науки, промисловості, економіки тощо [12]. Втім без зусиль в області геоекології, екологічної геології її успішно не вирішити. Відтак вирішуючи вищевказану еколого-геологічну проблему ґрунтознавство має внести свій внесок. Для цього можна виділити наступні наукові завдання:

Завдання 3–1. Вивчити екологічну роль компонентів ґрунтів.

Тверді, рідкі і газоподібні компоненти ґрунтів надають певний вплив на стан екосистем, проте закономірності цього впливу ще не з'ясовані. Не менш важливу, а можливо й фундаментальну роль, відіграє і біотична (жива) складова ґрунтів. Вона повинна розглядатися двояко:

- як можливий біоіндикатор стану екосистеми (або еколого-геологічної системи);
- як фактор зміни, розвитку та еволюції даної екосистеми (або еколого-геологічної системи).

Завдання 3–2. Розробити теорію впливу ґрунтів на стан екосистем та еколого-геологічні умови.

Вирішення цього завдання дозволить впритул підійти до розробки вищевказаної еколого-геологічної проблеми.

Завдання 3–3. Розробити теорію очищення ґрунтів від токсичних забруднень та їх екологічної рекультивациі та відновлення.

Це завдання, поряд з теоретичним, відіграє значне практичне значення, оскільки його рішення сприятиме розробленню інноваційних промислових технологій очищення ґрунтів від забруднень на

техногенно-порушених і забруднених територіях з метою їх екологічного відновлення.

Нормативно-методичні проблеми ґрунтознавства

Поряд з вищевказаними науковими проблемами сучасного ґрунтознавства, варто наголосити також про важливі методологічні та методичні проблеми. Серед них, розробці нормативно-методичних питань ґрунтознавства, включаючи обґрунтування різних нормативних документів, якими користуються вишукувачі. Вони мають в кінцевому підсумку прикладну спрямованість, проте їх рішення будується на теоретичній основі ґрунтознавства.

Нормативно-методична проблематика ґрунтознавства дуже широка і вимагає спеціального розгляду. Тут же слушно виділимо лише одну актуальну проблему нормативно-методичного характеру.

Проблема 4. Як розробити методику переходу від параметрів властивостей ґрунтів, що вивчаються в зразку, до розрахункових показників цих властивостей в масиві?

Вищеописана прикладна проблема залишиться однією з основних в ґрунтознавстві першої половини XXI століття [9]. Для її реалізації необхідно вирішити наступне завдання.

Завдання 4–1. Обґрунтувати методику переходу від параметрів властивостей ґрунтів, що визначаються у зразку, до розрахункових показників цих властивостей у масиві.

Вирішення цього завдання, не обмежується лише обліком масштабного ефекту (хоча сама проблема масштабного ефекту в ґрунтах теж поки ще не вирішена), а зачіпає більш загальну проблему — оцінки емерджентності властивостей ґрунтового масиву, як складної системи. Таким чином, можна сформулювати окрему задачу, пов'язану з цим.

Завдання 4–2. Розробити методику оцінки властивостей масиву ґрунтів для інженерно-геологічних цілей.

Вирішення цього завдання можливе на основі системного аналізу і сучасних досягнень в області теорії систем.

Проблеми космічного ґрунтознавства

Сучасні інтереси людства полягають не лише в освоєнні Землі, а все більш простягаються на найближчі космічні тіла, перш за все Місяць та Марс. Їх освоєння неможливо без знань про ґрунти, що складають поверхневі горизонти. З першими польотами на Місяць в 60-70-і роки минулого століття виникло «місячне ґрунтознавство». З посадками на Марс автоматичних космічних апаратів, включаючи марсоходи, почалося активне вивчення ґрунтів Марса, формується «марсіанське ґрунтознавство» і т. п. В наші дні можна говорити про

космічне ґрунтознавство як новий науковий напрямок ґрунтознавства [13]. Актуальність проблем космічного ґрунтознавства очевидна. Серед них поки можна виділити одну найголовнішу.

Проблема 5. Які інженерно-геологічні умови і особливості поверхневих відкладень Місяця, Марса, Фобоса, Венери, Меркурія та інших небесних тіл, що впливають на посадку автоматичних космічних апаратів, пілотованих космічних кораблів і будівництво на них космічних станцій?

Наразі це проблема є відкритою, незважаючи на велику нову інформацію про ґрунти різних небесних тіл, одержану з різних посадочних апаратів. З польотами людини на Місяць (американська програма «Аполлон 11–17» 1969–1972 рр.) та роботою там автоматичних станцій, створенням місяцеходів та ін. виникло «місячне ґрунтознавство» (або «ґрунтознавство Місяця») — перший науковий напрямок в галузі інженерної геології планет, ініціаторами якого були радянські дослідники. А втім, навіть після посадки астронавтів на Місяць, інженерно-геологічні умови цього супутника Землі вивчені все-таки недостатньо, значна кількість районів Місяця взагалі не відвідувалися автоматичними апаратами, і їх ґрунти залишаються недослідженими. Допоки в якійсь мірі вивчені місячні ґрунти лише самого верхнього шару, але практично немає інформації про інженерно-геологічні особливості місячних ґрунтів більш глибоких горизонтів в різних районах цього супутника Землі. Відсутні надійні відомості про екзогенні геологічні процеси на Місяці, їх регіональні закономірності розвитку та ін.

Ми все більше і більше отримуємо нової інформації про ґрунтах Марса і розвиток на ньому різних ендегенних і екзогенних геологічних процесів. На наших очах відбувається становлення ґрунтознавства Марса. Однак в цілому інженерно-геологічні особливості Марса і його супутників (Фобоса і Деймоса) залишаються практично не вивченими. У той же час розпочаті в США і Україні програми підготовки пілотованого польоту на Марс, розробка міжнародного космічного проєкту такого польоту вимагають вивіреної та надійної інформації про інженерно-геологічні умови цієї планети.

Не менш актуальними є питання дослідження інженерно-геологічних умов поверхні Венери, Меркурія, а також інших космічних тіл — супутників, великих астероїдів та ін., на які вже запускаються автоматичні апарати або готуються відповідні проєкти.

Вирішення зазначеної проблеми загалом може бути досягнуто лише шляхом створення нового наукового напрямку — «інженерної геології космічних тіл», або «космічної інженерної геології» (варіант

назви — «інженерна планетологія») [14], в межах якої об'єдналися б інженерно-геологічні дослідження різних планет, їх супутників, астероїдів та інших космічних тіл з метою їх освоєння. Космічна інженерна геологія в майбутньому, безсумнівно, стане важливою складовою частиною порівняльної планетології або геології космічних тіл.

Наразі створюються та розвиваються лише окремі наукові підрозділи космічної інженерної геології. Втім вже зараз, можна окреслити ці основні підрозділи. До них відносять:

1) космічне ґрунтознавство — напрямок космічної інженерної геології, що вивчає ґрунти різних космічних тіл з метою їх освоєння;

2) космічна інженерна геодинаміка — напрямок космічної інженерної геології, що вивчає все різноманіття ендегенних і екзогенних геологічних процесів;

3) космічна регіональна інженерна геологія — напрям космічної інженерної геології, що вивчає регіональні закономірності формування інженерно-геологічних умов космічних тіл з метою їх освоєння.

З вищевказаної проблеми 5 виділяють наступні, але ще не вирішені завдання космічного ґрунтознавства.

Завдання 5–1. Вивчити ґрунтові умови (інженерно-геологічні особливості ґрунтів) Місяця, Марса, Фобоса, Венери, Меркурія та інших небесних тіл з метою забезпечення сприятливої посадки космічних апаратів і пілотованих космічних кораблів, будівництва космічних станцій.

Завдання 5–2. Змоделювати і створити в земних умовах ґрунти-аналоги поверхневих відкладень різних небесних тіл — Місяця, Марса та інших з метою розробки автоматичних космічних посадочних апаратів і пілотованих космічних кораблів.

Вирішення вищепоставленого завдання тісно пов'язане з попереднім, тому що воно можливе лише у випадку отримання достовірної інформації про склад, будову, стан і властивості ґрунтів поверхневих відкладень досліджуваних космічних тіл. Ця інформація сприятиме підбору на Землі відповідних природних ґрунтів-аналогів або створенню штучних ґрунтів-аналогів вже із вивченими властивостями. Це завдання вже відносно успішно вирішується у процесі створення ґрунтів-аналогів Місяця і Марса, однак для інших космічних тіл створення ґрунтів-аналогів нині здійснюється із низькою часткою ймовірної відповідності їх оригіналу.

Не менш важливим є питання моделювання на Землі створеного ґрунту – аналогу у відповідних космічних умовах, тобто у випадку наявності невагомості, глибокого вакууму, широкого спектру коли-

вання низьких і високих температур, дії радіації та ін. Завдання 5–1 і 5–2 потрібно вирішувати в рамках вищепозначеного космічного ґрунтознавства.

Висновки. Таким чином, огляд проблематики сучасного ґрунтознавства показує, що перед вченими стоять важливі та глобальні проблеми, без вирішення яких неможливий подальший розвиток описаного вище у роботі напряму інженерної геології. Обґрунтоване формулювання проблеми, чітка постановка завдання для вирішення останньої — лише необхідна початкова ланка в ланцюзі наукових досліджень сучасного ґрунтознавства. Але, позаяк відомо, що без цієї ланки неможливе подальше просування науки загалом.

1. Яцук І. П., Панасенко В. М., Жилкін В. А. Охорона ґрунтів як передумова розвитку і збереження аграрного сектору України. *Охорона ґрунтів*. Спецвип. Київ, 2015. С. 17–18. 2. Хромяк В. М., Наливайко В. В., Будко С. П. Баланс гумусу й поживних речовин у ґрунтах Луганської області та шляхи подолання дефіциту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2019. Вип. 88. Харків : ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», 2019. С. 101–105. 3. Біланчин Я., Буяновський А., Жанталай П., Тортік М. Ґрунтово-географічні дослідження на території басейну Куяльницького лиману. *Українська географія: сучасні виклики* : зб. наук. праць у 3-х т. Прінт-Сервіс : Київ, 2016. Т. III. С. 9–11. 4. Позняк С. П. Актуальні проблеми ґрунтознавства і географії ґрунтів. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 272 с. 5. Медведєв В. В. Про деякі дискусійні і невирішені проблеми в дослідженнях ґрунтів. Харків : Стиль-принт, 2017. 188 с. 6. Moebius-Clune B. N., Moebius-Clune D. J., Gugino B. K. et al. Comprehensive Assessment of Soil Health. Third Edition – Interim Draft. 2016. 140 p. 7. Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів / за ред. акад. НААН С. А. Балюка, чл.-кор. АЕНУ А. В. Кучера. Харків : Смуґаста типографія, 2015. 432 с. 8. Позняк С. П. Соціальне ґрунтознавство – новий напрям науки про ґрунти. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. № 87. С. 52–56. 9. Біланчин Я. М. Ґрунтознавство та географія ґрунтів. *Вісник ОНУ. Сер. Географічні та геологічні науки*. 2017. Т. 22. Вип. 1. С. 75–86. 10. Bradford M. A. Thermal adaptation of decomposer communities in warming soils. *Frontiers research topics. The microbial regulation of global biogeochemical cycles*. 2014. P. 116–131. 11. Chappell A., Baldock J., Sanderman J. The global significance of omitting soil erosion from soil organic carbon cycling schemes. *Nature Climate Change*. 2016. Vol. 6. P. 187–191. 12. Direct and indirect effects of climate change on soil microbial and soil microbial-plant interactions: What lies ahead? / A. T. Classen et al. *Ecosphere*. 2015. Vol. 6. No. 8. URL: <https://doi.org/10.1890/es15-00217.1> (date of access: 18.03.2022). 13. Demyanyuk O. Influence of hydrothermal conditions on the microbial ceno-sis of the soil of agroecosystems. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи і інновації* : матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 18–

19 трав. 2017 р.). K., 2017. С. 39–39. **14.** Soil enzyme responses to varying rainfall regimes in Chihuahuan Desert soils / L. M. Ladwig et al. *Ecosphere*. 2015. Vol. 6. No. 3. URL: <https://doi.org/10.1890/es14-00258.1> (date of access: 18.03.2022).

REFERENCES:

1. Yatsuk I. P., Panasenko V. M., Zhytkin V. A. Okhorona gruntiv yak peredumova rozvytku i zberzhennia ahrarynoho sektoru Ukrainy. *Okhorona gruntiv*. Spetsvyp. Kyiv, 2015. S. 17–18.
2. Khromiak V. M., Nalyvaiko V. V., Budko S. P. Balans humusu y pozhyvnykh rehovyn u gruntakh Luhanskoï oblasti ta shliakhy podolannia defitsytu. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. 2019. Vyp. 88. Kharkiv : NNTs «IGA imeni O. N. Sokolovskoho», 2019. S. 101–105.
3. Bilanchyn Ya., Buianovskiy A., Zhantalai P., Tortyk M. Gruntovo-heohrafichni doslidzhennia na terytorii baseinu Kuialnytskoho lymanu. *Ukrainska heohrafiia: suchasni vyklyky* : zb. nauk. prats u 3-kh t. Print-Servis : Kyiv, 2016. T. III. S. 9–11.
4. Pozniak S. P. Aktualni problemy gruntoznavstva i heohrafiï gruntiv. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2017. 272 s.
5. Medvediev V. V. Pro deiaki diskusii i nevyrisheni problemy v doslidzhenniakh gruntiv. Kharkiv : Styl-prynt, 2017. 188 s.
6. Moebius-Clune B. N., Moebius-Clune D. J., Gugino B. K. et al. Comprehensive Assessment of Soil Health. Third Edition – Interim Draft. 2016. 140 p.
7. Ratsionalne vykorystannia gruntovykh resursiv i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv / za red. akad. NAAN S. A. Baliuka, chl.-kor. AENU A. V. Kuchera. Kharkiv : Smuhasta typohrafiia, 2015. 432 s.
8. Pozniak S. P. Sotsialne gruntoznavstvo – novyi napriam nauky pro grunty. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. 2018. № 87. S. 52–56.
9. Bilanchyn Ya. M. Gruntoznavstvo ta heohrafiia gruntiv. *Visnyk ONU. Ser. Heohrafichni ta heolohichni nauky*. 2017. T. 22. Vyp. 1. S. 75–86.
10. Bradford M. A. Thermal adaptation of decomposer communities in warming soils. *Frontiers research topics. The microbial regulation of global biogeochemical cycles*. 2014. P. 116–131.
11. Chappell A., Baldock J., Sanderman J. The global significance of omitting soil erosion from soil organic carbon cycling schemes. *Nature Climate Change*. 2016. Vol. 6. P. 187–191.
12. Direct and indirect effects of climate change on soil microbial and soil microbial-plant interactions: What lies ahead? / A. T. Classen et al. *Ecosphere*. 2015. Vol. 6. No. 8. URL: <https://doi.org/10.1890/es15-00217.1> (date of access: 18.03.2022).
13. Demyanyuk O. Influence of hydrothermal conditions on the microbial cenosis of the soil of agroecosystems. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia: tradytsii, perspektyvy i innovatsii* : materialy I Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kyiv, 18–19 trav. 2017 r.). K., 2017. S. 39–39.
14. Soil enzyme responses to varying rainfall regimes in Chihuahuan Desert soils / L. M. Ladwig et al. *Ecosphere*. 2015. Vol. 6. No. 3. URL: <https://doi.org/10.1890/es14-00258.1> (date of access: 18.03.2022).

Shvets Olha, Post-graduate Student (State Biotechnological University, Kharkiv) ORCID: 0000-0001-5860-9394

ACTUAL SCIENTIFIC PROBLEMS OF MODERN SOIL SCIENCE

The author highlights the problems of the modern stage of development of soil science. The author gives the formulation of current scientific problems and tasks of modern soil science, waiting to be solved. The historical stages of soil science development are characterized. The main dilemmas of modern soil science are updated. The normative-methodical problems of soil science are described. The author singles out the problems of space soil science. The review of the problems of modern soil science has clearly demonstrated that scientists are currently facing a number of unresolved problems, without which the rapid development of the direction of engineering geology studied by the author is impossible. Current scientific problems and problems waiting to be solved are formulated. The historical stages of Soil Science development are described. Actual problems of modern soil science are studied. In engineering and geological terms, many soils of the Earth's Oceanic and marine basins, including the shelf zones of Ukraine, are poorly or not studied at all. Along with the diversity of soils, there is another equally important scientific problem of Soil Science — the problem of forming their properties. An important distinguishing feature of the development of modern soil science is its orientation not only to solving purely engineering and geological problems, but also to solving geoecological or, more precisely, ecological and geological problems. Soil is one of the components of biogeocenoses or ecosystems, an important part of ecological and geological systems. In this regard, soil science is faced with the problem of ecological and geological assessment of the role of certain soils in the formation of ecological and geological conditions of territories, the role of soils in the state of ecological and geological systems, and so on. Normative and methodological problems of soil science are characterized. The author highlights the problems of space soil science. The review of the problems of modern soil science shows that scientists face important and difficult problems, without solving which it is impossible to further develop this basic direction of Engineering Geology.

Keywords: Soil; Soil Science; scientific problems; problems of soil science; tasks of Soil Science.