

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-2.04>
УДК 37.018.43:[57:004.773.7]

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ОНЛАЙН-ВИЗНАЧНИКІВ ГРИБІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ

Плужник Андрій Володимирович

аспірант

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

молодший науковий співробітник

Національний природний парк «Холодний Яр»

ORCID ID: 0000-0003-2644-6222

Романюк Руслана Костянтинівна

доктор педагогічних наук, професор,

професор кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи

Житомирського державного університету імені Івана Франка

ORCID ID: 0000-0002-6306-7427

Scopus author ID: 57362001300

Researcher ID: D-4216-2016

Шевчук Світлана Юріївна

кандидат біологічних наук, доцент,

доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу

та охорони природи

Житомирського державного університету імені Івана Франка

ORCID ID: 0000-0001-6374-1859

Scopus author ID: 56631687800

Астахова Лариса Євгеніївна

кандидат біологічних наук, доцент,

доцент кафедри ботаніки, біоресурсів

та збереження біорізноманіття

Житомирського державного університету імені Івана Франка

ORCID ID: 0000-0003-1159-525X

Scopus author ID: 57226083199

Researcher ID: B-7604-2016

Сьогодні мобільне навчання та використання цифрових технологій під час освітнього процесу сягає стрімкого розвитку. У статті розкриваються методичні засади використання онлайн-визначників в освітньому процесі в закладах вищої освіти при підготовці як майбутніх біологів, так і вчителів біології, їх готовності для проведення уроків і факультативів, здійснення позаурочної та позакласної роботи з біології, підготовки учнів до написання науково-дослідницьких проєктів. Досліджено найпопулярніші онлайн-визначники грибів: Picture Mushroom, ShroomID та Mushroom Identifier. Надано покрокові інструкції з використання цих застосунків. Усі вони доступні для завантаження та працюють у двох режимах: у реальному часі за наявності доступу до камери та мережі Інтернет; при збереженні фотографій до галереї мобільного пристрою та визначення виду через певний час. За результатами дослідження всі розглянуті онлайн-визначники грибів показують досить високі показники правильності ідентифікації видів (55–85%), проте найбільш дієвим та перспективним нами відзначено Picture Mushrooms. Серед переваг його застосування — швидка й точна ідентифікація понад 14 тис. видів грибів, розширена база, зручний інтерфейс, можливість спілкуватися з членами спільноти. Застосування онлайн-визначників грибів успішно апробовано під час освітнього процесу в Житомирському державному університеті імені Івана Франка серед здобувачів освітньої програми «Біологія» бакалаврського рівня вищої освіти. За результатами анкетування студентів встановлено, що використання мобільних онлайн-визначників допомогло краще опанувати систематику та вивчити біорізноманіття грибів, стимулювало інтерес до мікології та допомогло краще розпізнавати отруйні та їстівні гриби своєї місцевості. Перспективним уважаємо використання мобільних онлайн-визна-

чників грибів під час організації і проведення навчальних ботанічних практик, екскурсій у природу, при вивченні курсу мікології, написанні курсових і кваліфікаційних робіт здобувачами освіти, а також при здійсненні моніторингу стану популяції грибів тощо.

Ключові слова: мобільне навчання, науково-дослідницька робота, біологія, мікологія, онлайн-визначники грибів, *Picture Mushroom*, *Mushroom Identifier*, *ShroomID*.

Pluzhnyk A. V., Romaniuk R. K., Shevchuk S. Y., Astakhova L. Y. Using digital online mushroom identifiers in the process of teaching biology

Today, mobile learning and the use of digital technologies in the educational process are developing rapidly. The article reveals the methodological principles of using online identifiers in the educational process in higher education institutions in the training of future biologists and biology teachers, their readiness to conduct lessons and electives, conduct out-of-class and out-of-school work in biology, and prepare students to write research projects. The most popular online mushroom identifiers were studied: Picture Mushroom, ShroomID, and Mushroom Identifier. Step-by-step instructions for using these apps are provided. All of them are available for download and work in two modes: in real time, if you have access to a camera and the Internet; when you save photos to the mobile device gallery and identify the species after a certain time. According to the study results, all of the online mushroom identifiers considered showed fairly high rates of correct identification (55–85%). However, but we found Picture Mushrooms to be the most effective and promising. One advantage of using this application is the fast and accurate identification of over 14,000 mushroom species. Additionally, the application offers an expanded database, a user-friendly interface, and the ability to communicate with community members. The use of online mushroom identifiers has been successfully tested during the educational process at the Zhytomyr Ivan Franko State University among students of the Biology program at the bachelor's level of higher education. Based on the results of the student survey, the use of mobile online identifiers was found to enhance understanding of the systematics and biodiversity of fungi, increase interest in mycology, and improve recognition of poisonous and edible fungi in the area. We consider it promising to use mobile online mushroom identifiers when organizing and conducting botanical practices, field trips, studying mycology, writing term papers and qualification papers by students, as well as monitoring the state of mushroom populations, etc.

Key words: mobile learning; digital applications; online identifiers; research work; biology teacher training; mycology; mushrooms; *Picture Mushroom*; *Mushroom Identifier*; *Shroom ID*.

Вступ. У зв'язку зі стрімким розвитком цифрових технологій у сучасному суспільстві в освіті з'явилося нове поняття – «мобільне навчання». Мобільне навчання (m-Learning) є новим способом отримати доступ до різноманітного контенту, наявного в інтернеті, за допомогою мобільного пристрою (смартфона, нетбука, планшета тощо). Сучасні технології допомагають здобувачам закладів середньої, фахової передвищої, вищої освіти здійснювати пошук навчальної та наукової інформації, різноманітних фотографій, рисунків, відео щодо певної теми. Гаджети можуть бути використані для завантаження електронних книг і підручників, які слугують альтернативою паперовим версіям; проходження онлайн-опитування; комунікації з педагогом та однолітками тощо.

Мобільне навчання стає незамінним останніми роками у зв'язку з упровадженням змішаного та дистанційного навчання в закладах освіти, що стало актуальним для всього світу в умовах пандемії COVID-19, а для України, крім того, у зв'язку з повномасштабним вторгненням росії і воєнними діями на території держави. Цифровізація освітнього середовища стала ключовою стратегією освітньої політики багатьох країн, а реальність і необхідність упровадження онлайн-навчання спричинили зміну свідомості педагогів, стимулювали розвиток цифрової ком-

петентності всіх учасників освітнього процесу. Політична ініціатива Європейського Союзу, яка встановлює спільне бачення розвитку доступної цифрової освіти в Європі, відображена в Плані дій цифрової освіти на 2021–2027 рр. (Digital Education Action Plan 2021–2027). Цей документ передбачає два головні пріоритети цифрової зміни суспільства: сприяння розвитку високо-ефективної цифрової освітньої екосистеми та посилення цифрових навичок і компетенцій для цифрової трансформації [11].

Цифрові мобільні застосунки сприяють підвищенню в здобувачів освіти мотивації до навчання завдяки процесу гейміфікації освітнього процесу. Крім того, перспективним є використання онлайн-визначників на мобільних пристроях під час вивчення біорізноманіття. Останній напрям є важливим і для науковців, адже дає можливість здійснювати інвентаризацію видів; моніторити сучасний стан їх популяцій; давати оцінку територіям природно-заповідного фонду; складати списки рідкісних, маловивчених і зникаючих видів для національних Червоних книг тощо. Використання онлайн-визначників живих організмів під час екскурсій у природу, організація навчальних практик, здійснення науково-дослідницької роботи тощо створює нові перспективи при вивченні біології в закладах освіти.

Постановка проблеми та її актуальність. Для виконання дослідницьких і навчальних проєктів, що пов'язані з вивченням біорізноманіття, дослідженням різних груп живих організмів, їх будови та життєдіяльності, необхідно знати видові назви. Якщо дослідженню рослин і тварин науковці приділяють значну увагу, то гриби (Fungi) залишаються вивченими недостатньо. Оскільки молекулярно-філогенетичні дослідження грибів різних таксономічних груп наразі тривають, сучасна систематика цієї групи живих організмів залишається особливо складною; до того ж щороку змінюються назви деяких таксонів (родів, видів). Значні прогалини з цього питання мають не лише учні, а й учителі біології, студенти закладів вищої освіти. Видові назви грибів часто подаються з орфографічними, стилістичними та фактичними помилками.

З огляду на це, актуалізується проблема сучасної освіти, пов'язана з розбалансованістю між базовими знаннями, що відображаються в програмах і підручниках із біології, та сучасними досягненнями біологічних наук (зокрема, мікології, ліхенології, молекулярної генетики й таксономії); неузгодженістю змісту і методик навчання з індивідуальними особливостями розвитку здобувачів освіти. Саме тому розкриття методичних засад використання онлайн-визначників грибів є актуальним і перспективним. Вміння використовувати такі застосунки може бути використане як для вивчення фундаментальних біологічних наук в університетах, так і для організації науково-дослідницької роботи з учнями, проведення факультативних занять з мікології та ліхенології, організації екскурсій у природу, а також підготовки майбутніх учителів біології та природничих наук до реалізації таких освітніх завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про щораз вищий інтерес міжнародної та вітчизняної педагогічної спільноти до проблематики використання різноманітних цифрових застосунків в освітньому процесі та, зокрема, впровадження мобільного навчання.

Значна частина досліджень закордонних науковців розкриває різноманітні аспекти використання технологій мобільного навчання у вищій школі. Наприклад, у роботі С. Бідін та Ф. Зіден здійснено історичний огляд концепції та еволюції мобільного навчання, обговорюється впровадження й застосування мобільного навчання в освітній галузі [20]. У науковому доробку Х. Кромптон і Д. Бурке зазначено, що найбільша демографічна група користувачів мобільних пристроїв – це люди віком 18–29 років, що є типовим для тих, хто навчається в коледжах та університетах. Автори здійснили синтез дослідження мобільного навчання в закладах вищої освіти щодо цілей, результатів, методологій, предметних сфер, освітнього рівня й контексту, типів пристроїв тощо [10].

Систематичний огляд демографічних даних, методологій дослідження, результатів підготовки вчителів за допомогою мобільного навчання здійснено в роботі Т. Тонга, Т. Нгуена та Б. Нгана [21]. Авторами внесено кілька релевантних досліджень у чотирьох базах даних (Google Scholar, Mendeley, ScienceDirect і Scopus), які показують, що мобільне навчання викликає інтерес у багатьох країнах світу і застосовується в різних предметних галузях з використанням різних мобільних пристроїв і технологій. Результати свідчать, що використання m-Learning в освітньому процесі позитивно впливає на розвиток знань, навичок і ставлення майбутніх учителів до навчання [21].

Використання ІКТ при вивченні природничих дисциплін розкрито в дослідженні Р. Романюк зі співавторами [18]. Науковці підкреслюють, що застосування ІКТ (візуалізації, анімації, звуку, сучасних засобів відеотехніки тощо) має велике значення в освітньому процесі: розширює можливості представлення змісту природничої інформації; підвищує мотивацію до вивчення природничих дисциплін; розкриває прикладне значення природничих наук; розширює навчально-пізнавальну діяльність учасників освітнього процесу через моделювання, створення проєктів, роботу з мультимедійними програмами, пошук інформації в мережі Інтернет; створює широкі можливості для індивідуалізації та диференціації процесу навчання тощо [18, с. 324].

Низка міжнародних емпіричних педагогічних досліджень допомогла з'ясувати особливості сприйняття мобільних технологій студентами університетів [8]. Серед переваг мобільного навчання дослідники зазначають: доступність будь-де і будь-коли; збільшення швидкості проходження навчальних курсів і збереження особистого часу; різноманітність контенту, наявність невеликих за обсягом матеріалів для електронного навчання, вебінарів, онлайн-курсів тощо; ефективний спосіб зберегти знання та легко пригадати інформацію. До викликів мобільного навчання фахівці зараховують: проблеми конфіденційності й безпеки даних; несумісність контенту і пристроїв; проблеми із зором здобувачів освіти через навантаження; проблеми з поганим забезпеченням гаджетами; відсутність інтернету та електрики; відволікання уваги та використання гаджетів задля розваги, а не навчання [16].

Незважаючи на актуальність, використання онлайн-визначників при дослідженні біорізноманіття залишається маловивченою проблемою. Зокрема, у роботі Ж. Білик зі співавторами [1] та на сторінці сайту «У світі сукулентів» [7] подано список найкращих мобільних застосунків для визначення рослин за фото, які можна встановити як на iPhone, так і на Android. Авторами розкрито недоліки та переваги використання для ідентифікації видів таких цифрових застосунків, як



Рис. 1. Піктограми мобільних онлайн-визначників грибів:
A – Picture Mushroom; B – ShroomID; C – Mushroom Identifier

Picture This, iNaturalist, PlantSnap, PlantNet, Flora Incognita, NatureID, Флорист-Х, Google Lens, LeafSnap, Що це за квітка? Рекомендовано в освітньому процесі застосовувати Google Lens (Google Об'єктив), Flora Incognita або PlantNet [1; 5].

Зазначимо, що перераховані онлайн-визначники рослин (за винятком Google Lens, PlantSnap, iNaturalist) переважно не підходять для ідентифікації грибів – одних із найпоширеніших організмів на нашій планеті. Завдяки своїм адаптаційним характеристикам і метаболічним особливостям гриби заселяють усі середовища існування, а кількість видів грибів сьогодні сягає 120 000, до того ж щороку описують усе нові й нові види [14].

Серед останніх досліджень, що стосуються розпізнавання видів грибів на основі штучного інтелекту для громадської наукової спільноти, варто зазначити ґрунтовну роботу чеських і данських науковців [17]. Автори пропонують FungiVision – ідентифікацію грибів за допомогою мобільного застосунку в реальному часі, що призвело до значного підвищення інтересу громадськості до грибів, зростання вчетверо кількості громадян, які збирають дані. Використовуючи їх, мікологи, зі свого боку, систематизували й розробили Атлас грибів Данії – Danish Fungi 2020 (DF20), спонсором створення якого виступило Данське мікологічне товариство [17]. Проте подібних досліджень в Україні не здійснювалося.

Метою дослідження є висвітлення методичних засад використання різних онлайн-визначників грибів та окреслення перспектив їх застосування під час навчання біології в закладах освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для ідентифікації грибів нині створено декілька різноманітних мобільних онлайн-визначників. Найпопулярнішими серед науковців-мікологів є Picture Mushroom, ShroomID та Mushroom Identifier (рис. 1).

Усі три застосунки можна завантажити за допомогою Google Play та App Store. Вони здатні працювати у двох режимах:

1. У реальному часі, безпосередньо в природних умовах, за наявності інтернету (3G, 4G, мобільний інтернет). Достатньо відкрити застосунок на смартфоні чи планшеті, зробити фото і

визначити біологічний об'єкт.

2. За відсутності мережі Інтернет. Достатньо сфотографувати об'єкти дослідження, зберегти фото в галереї на мобільному пристрої, звідки потім завантажити його та ідентифікувати грибок.

Розглянемо особливості кожного із зазначених онлайн-визначників.

Picture Mushrooms (<https://picturemushroom.com/>) – безкоштовний англomовний онлайн-визначник (підтримує ще 11 інших мов). Дає змогу визначити гриби різних таксономічних груп, які можна зустріти в природі: шапінкові, трутові, гастероїдні, фрагмобазидіоміцети з драглистими плодовими тілами з групи базидієвих грибів, дискоміцети та піреноміцети з групи сумчастих грибів, а також деякі фітопатогенні гриби. Нині Picture Mushrooms дає змогу ідентифікувати приблизно 14 000 видів. Серед ключових рис онлайн-застосунку – швидка та точна ідентифікація численних видів грибів, розширена база даних з багатою інформацією про всі види грибів, досконало розроблений і зручний інтерфейс, динамічна та дружня спільнота з темами. Для користування застосунком необхідно здійснити такі етапи:

1. Відкривши застосунок, натиснути на «Identify» або на значок «Камера» (рис. 2).

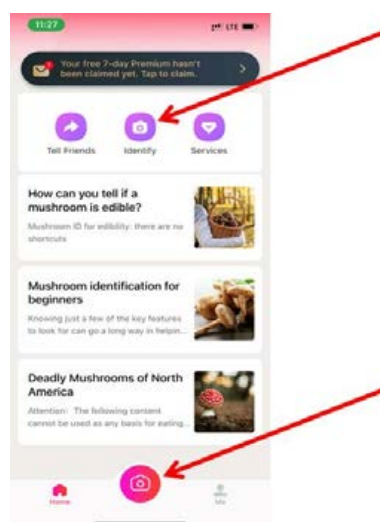


Рис. 2. Початок алгоритму використання застосунку Picture Mushrooms

2. З'являється камера та два вікна для вигляду гриба збоку й знизу. Можна зробити знімок у природі або завантажити фото з галереї (рис. 3).

3. Далі необхідно вибрати сферу визначення та натиснути на галочку (рис. 4).

4. Наступний етап (за необхідності) для більшої точності визначення виду полягає в зніманні його знизу або ж завантаженні відповідної фотографії. Далі, аналогічно до третього етапу, необхідно вибрати сферу визначення та натиснути на галочку (рис. 5).

5. На завершальному етапі програма видає результат (рис. 6).

ShroomID (<https://shroom.id/>) – англomовний онлайн-визначник, що має платну й безкоштовну версії, чий принцип роботи схожий до Picture Mushrooms. Окрім того, застосунок має власну

енциклопедію грибів, у якій вони розподілені за видами, родами та родинами, а також за їстівністю, застосунок для спілкування з членами спільноти. За результатами наших досліджень, правильність визначення видів за допомогою цього мобільного застосунку трохи менша, ніж у попередньому, та перебуває в межах 65–80%. Цифровий застосунок дає змогу визначити близько 500 родів та 1 100 видів грибів. Для користування застосунком необхідно здійснити такі послідовні:

1. Відкривши застосунок, натиснути на «Gallery» або на значок «Camera», залежно від наявності чи відсутності мережі Інтернет.

2. Перейти на сторінку застосунку, де можна визначити гриб за допомогою камери (за наявності доступу до мережі) або завантажити фотографію з галереї пристрою (рис. 7).

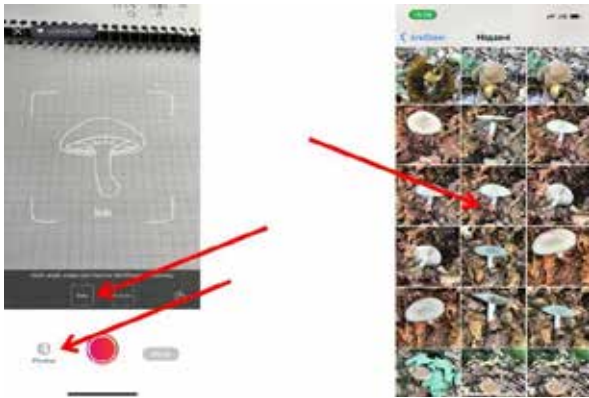


Рис. 3. Другий етап алгоритму використання застосунку Picture Mushrooms



Рис. 4. Третій етап алгоритму використання застосунку Picture Mushrooms

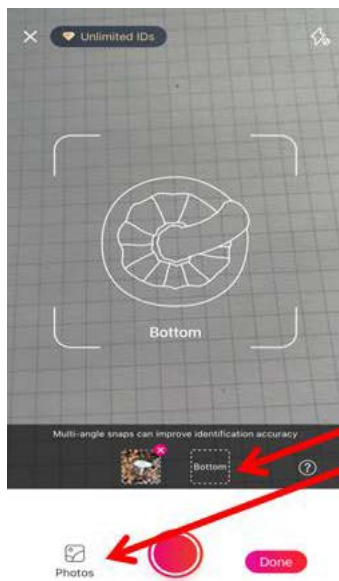


Рис. 5. Четвертий етап алгоритму використання застосунку Picture Mushrooms

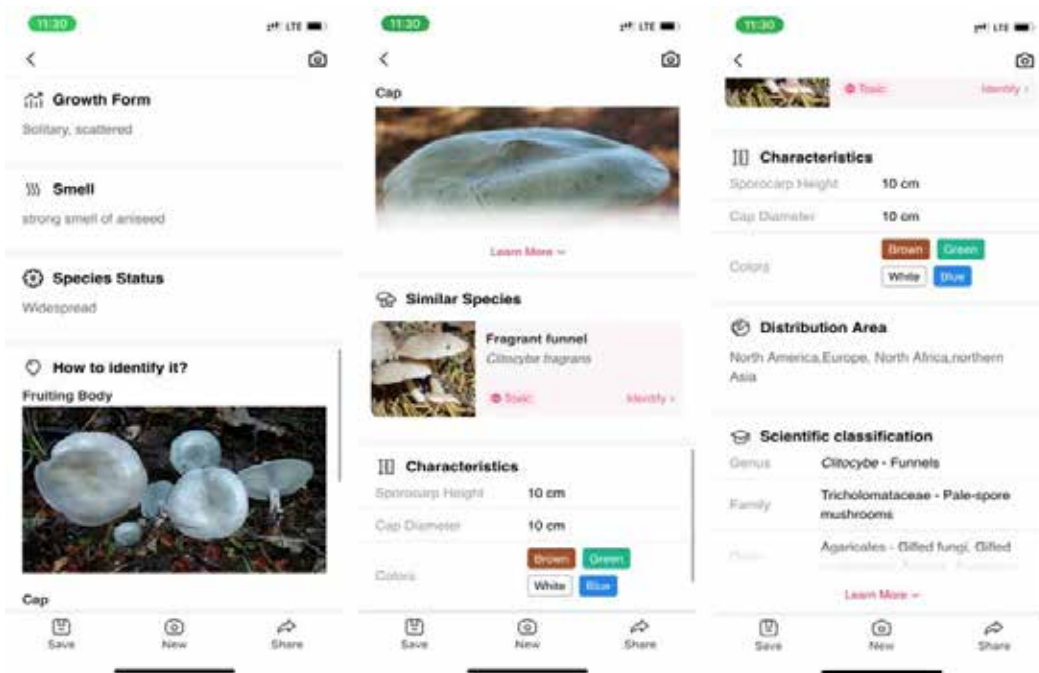


Рис. 6. Завершальний етап алгоритму використання застосунку Picture Mushrooms

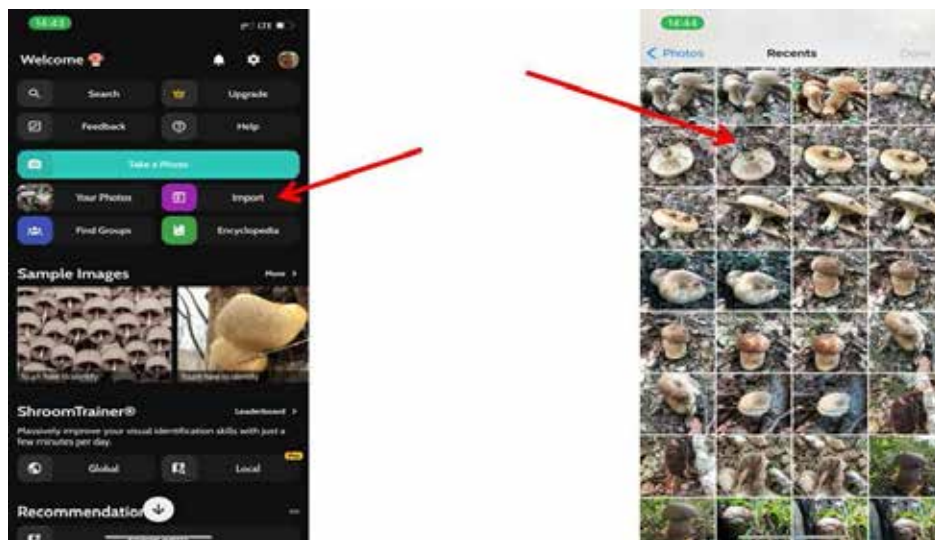


Рис. 7. Другий етап алгоритму використання застосунку ShroomID

3. Використавши поетапний ключ для ідентифікації об'єкта дослідження, отримати варіанти видів або родів гриба (рис. 8).

Mushroom Identifier (<https://apps.apple.com/us/app/mushroom-identifier/id1227854971>) – англо-мовний онлайн-визначник, що має платну й безкоштовну версії, містить каталог їстівних грибів, дає змогу визначити близько 900 видів грибів за фотографіями з галереї пристрою або допомогою камери в реальному часі, пропонує зберегти на мапі місцезнаходження грибів, має чат для спілкування. Для користування застосунком необхідно здійснити такі етапи:

1. Відкривши застосунок, натисніть на «Gallery» або на значок «Camera», залежно від наявності чи відсутності мережі Інтернет (рис. 9).

2. Виберіть потрібну фотографію та сферу визначення гриба, натисніть «Обрати».

3. Програма проводить визначення та показує результат. Натисніть на вид та отримайте сторінку з описом та ілюстраціями гриба (рис. 11).

Звичайно, усі вищезрозглянуті цифрові застосунки (онлайн-визначники грибів), як і будь-яка програма, допускають похибку. Тому використовувати результати ідентифікації одразу не варто, особливо якщо це серйозна наукова робота з міко-

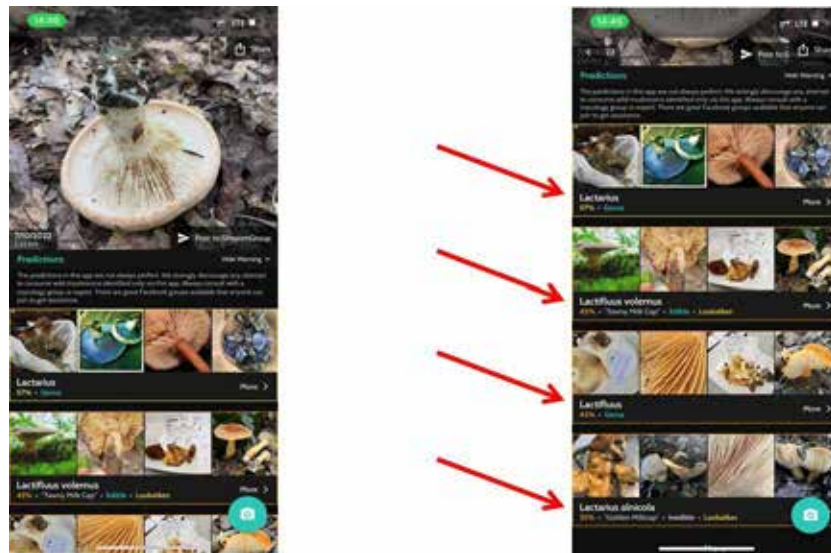


Рис. 8. Завершальні етапи алгоритму використання застосунку ShroomID

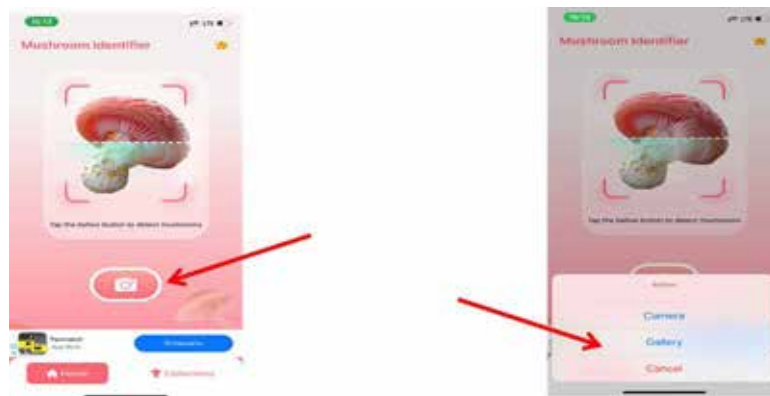


Рис. 9. Початок алгоритму використання застосунку Mushroom Identifier

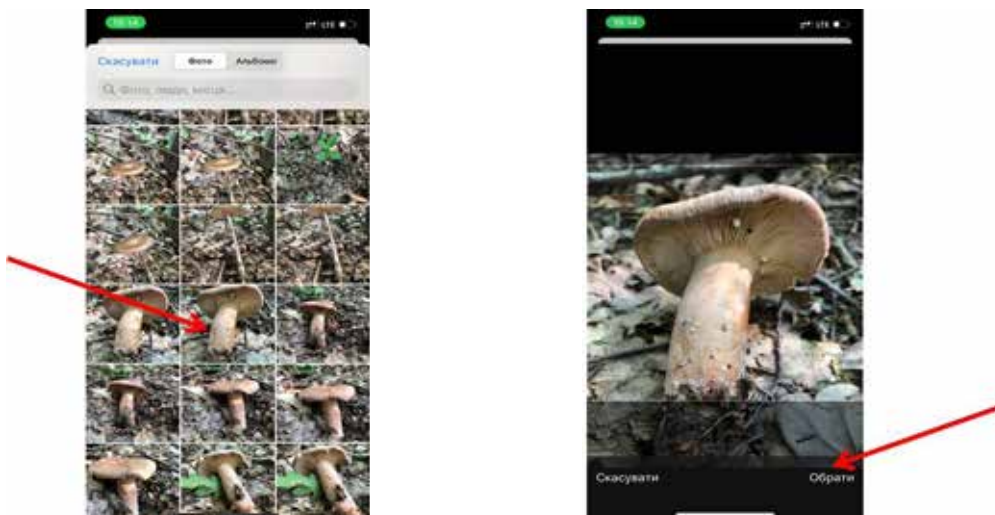


Рис. 10. Другий і третій етапи використання застосунку Mushroom Identifier

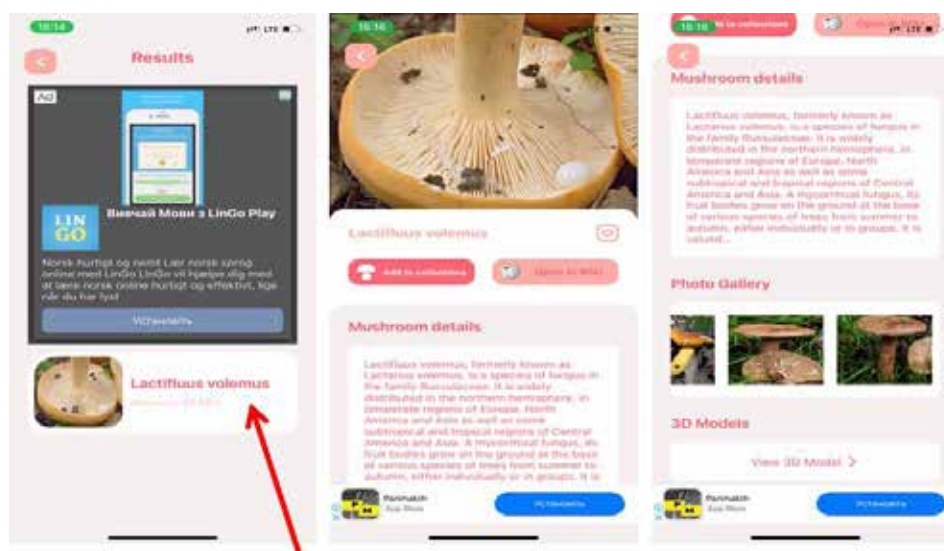


Рис. 11. Завершальний етап алгоритму використання застосунку Mushroom Identifier

логії (наприклад, курсова кваліфікаційна робота здобувачів освіти бакалаврського чи магістерського рівня). Необхідно разом з викладачем звірити назву виду або роду з паперовими чи електронними визначниками різних груп грибів [2–4; 9; 12–5; 19]. За результатами наших досліджень, правильність визначення видів за допомогою мобільних застосунків досить висока, перебуває в межах 55–85%. Крім того, майже завжди пропонується правильна ідентифікація родини або роду.

Онлайн-визначники мають широкі перспективи щодо використання у закладах як загальної середньої, так і вищої освіти. Зокрема, у ЗЗСО вчитель та учні можуть використовувати їх при вивченні грибів як складника теми «Біорізноманіття» на уроках інтегрованих курсів природничої освітньої галузі в 5–6-х класах та на уроках біології згідно з чинними навчальними програмами [5]. Перспективним є використання онлайн-визначників різних груп організмів під час виконання навчальних проєктів, проведення екскурсій у природу, у позаурочній та позакласній діяльності при здійсненні фенологічних спостережень за об'єктами природи, підготовки до учнів до різноманітних конкурсів та предметних олімпіад, організації науково-дослідницької роботи в межах Малої академії наук. Саме тому в закладах вищої освіти необхідно ознайомлювати студентів – майбутніх учителів біології з онлайн-визначниками рослин, тварин, грибів, формувати практичні навички використання цифрових застосунків, зокрема онлайн-визначників.

При здійсненні мікологічних досліджень матеріалом можуть виступати гербарні колекції зразків мікро- та макроміцетів, зібраних учнями в період навчання та в позаурочний час; польові записи, зроблені під час обліків плодових тіл дея-

ких видів грибів; фотографії, які можна використати для видової ідентифікації грибів (зокрема, із застосуванням онлайн-визначників). Обстеження території дослідження прийнято здійснювати маршрутно-експедиційним методом. Маршрути обстеження території плануються заздалегідь. Під час екскурсій у природу на них необхідно періодично зупинятися та ретельно обстежувати ділянки для пошуку плодових тіл або інших міцеліальних структур (склероціїв, стром, ризоморф тощо). Необхідне обладнання для цього – лупа, мікологічні пакети, скальпель або ніж, ручка, олівець, блокнот, фотоапарат, сірникові та пластмасові бокси. На ділянках обстежуються всі потенційні грибні субстрати (грунт, листовий та гілковий опад, деревина). Плодові тіла, бажано з фрагментом субстрату, загортають у паперові пакети, а дрібні зразки вміщують у сірниковий або пластмасовий бокс з кількома відділеннями. На кожному пакеті вказують видову назву (для тих зразків, які можна ідентифікувати *in oculo nudo*), номер зразка, субстрат, дату збору та прізвище того, хто зібрав зразок. У польовий щоденник записують дату та місце збору, тип фітоценозу, локалітет, де був зібраний зразок, домінуючі види деревних форм рослин, інформацію про субстрат, кількість знахідок, географічне розташування точки збору.

Визначення зразків проводять у лабораторних умовах за загальноприйнятими методиками [15], проте, зазвичай, оптимальним є визначення грибів із використанням живих зразків – *in statu vivo*, а їх фотографування і мікроскопіювання здійснюють якнайшвидше. Для дискміцетів апотецій розрізають по центру на дві частини та роблять лезом тонкі зрізи з однієї з них. Мікроструктури вивчають за допомогою світлового мікроскопа. При виготовленні мікропрепаратів для вивчення

структур використовують дистильовану воду, розчин Люголя. Мікрофотографії отримують за допомогою цифрової камери.

Орієнтовними темами для учнівських робіт МАН та/або курсових і кваліфікаційних робіт студентів з мікології можуть бути: «Видове різноманіття грибів певного регіону», «Екологічні особливості поширення грибів на території міста/ села...», «Гриби – деструктори деревини в умовах культури», «Особливості поширення та структури шапинкових (або трутових, або гастероїдних, або сумчастих) грибів на території певного регіону», «Сумчасті гриби боліт певного регіону та їх екологічна структура».

Важливим складовим компонентом організації освітнього процесу, особливо в старшій профільній школі, є варіативний. Зокрема, ми розробили авторську навчальну програму факультативу «Біологія грибів» для учнів 10-го класу, яка передбачає організацію та проведення навчальних екскурсій у природу, камеральну обробку матеріалів екскурсій у лабораторії кабінету біології, самостійну роботу, виконання індивідуальних завдань та навчально-наукових проєктів [6].

У вищій школі використання онлайн-визначників успішно апробовано в Житомирському державному університеті імені Івана Франка серед здобувачів освітньої програми «Біологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Зокрема, під час навчальної практики з ботаніки студенти опанували різноманітні онлайн-визначники рослин та грибів, а також використовували вищезазначені цифрові застосунки безпосередньо при вивченні вибіркового курсу «Мікологія». Анкетування студентів (24 респонденти) після проходження даних освітніх компонентів програми засвідчило, що використання мобільних онлайн-визначників допомогло краще опанувати систематику та вивчити біорізноманіття грибів (62,5% відповіли «так», 12,5% – «скоріше так, ніж ні», решта – «важко відповісти»), стимулювало інтерес до мікології (позитивно відповіли 70,8% здобувачів освіти) та допомогло краще розпізнавати отруйні та їстівні гриби своєї місцевості (стверджують 83,3% респондентів). Крім того,

зросла частка студентів, які обрали тематику курсових робіт мікологічного змісту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Цифрові мобільні застосунки сьогодні є невід’ємним складником освітнього процесу. Використання онлайн-визначників на мобільних пристроях є перспективним при вивченні біорізноманіття організмів, їх систематичної належності.

Для ідентифікації грибів найпопулярнішими серед науковців-мікологів є Picture Mushroom, ShroomID та Mushroom Identifier. Ці застосунки здатні працювати у двох режимах: у реальному часі за наявності мобільного Інтернету і застосунку на гаджеті; за фотографією з галереї мобільного пристрою. Найбільш зручним і перспективним вважаємо Picture Mushrooms, якому властива швидка й точна ідентифікація видів, розширена база, інтуїтивно зрозумілий і зручний інтерфейс.

Перспективним є використання онлайн-визначників грибів в ЗЗСО на уроках при вивченні теми «Біорізноманіття»; під час організації факультативів або курсів за вибором; виконання навчальних проєктів; проведення екскурсій у природу; у позаурочній та позакласній діяльності; при підготовці до різноманітних конкурсів та предметних олімпіад, організації науково-дослідницької роботи з обдарованими учнями.

Обов’язковим є формування практичних навичок використання цифрових застосунків, зокрема онлайн-визначників, під час підготовки майбутніх вчителів біології в закладах вищої освіти. Крім того, у ЗВО мобільні онлайн-визначники грибів доцільно використовувати і на освітніх програмах спеціальності «Біологія» під час організації та проведення навчальних ботанічних практик, при вивченні курсу мікології, написанні курсових і кваліфікаційних робіт здобувачами освіти.

Зазначені цифрові мобільні застосунки перспективно використовувати при здійсненні моніторингу сучасного стану популяцій грибів, експертної оцінки стану територій природно-заповідного фонду (заказників, національних природних парків, заповідників), створенні регіональних списків рідкісних, маловивчених і зникаючих видів тощо.

Література:

1. Білик Ж., Шаповалов С., Шаповалов В. Використання мобільних додатків для визначення рослин у природничій освіті. *Матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет конференції «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті»*, Кропивницький. 2019–2020. Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка. URL: <https://cutt.ly/Aw1VN6JN>.
2. Зерова М., Морочковський С., Радзівський Г., Сміцька М. *Визначник грибів України. Т. 4. Базидіоміцети: Дакриміцетальні, Тремелальні, Аурикуляріальні, Сажкові*. Київ : Наукова думка, 1971. 314 с.
3. Зерова М., Роженко Г. *Визначник грибів України. Т. 5. Базидіоміцети. Кн. 1. Екзобазидіальні, афілофоральні, кантарелальні*. Київ : Наукова думка, 1972. 314 с.
4. Зерова М., Роженко Г. *Визначник грибів України. Т. 5. Кн. 2. Болетальні, стробіломіцетальні, трихоломатальні, ентоломатальні, русулальні, агарикальні, гастероміцети*. Київ : Наукова думка, 1979. 511 с.
5. *Освітні програми для закладів загальної середньої освіти*. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi> (дата звернення 03.04.2024).

6. Плужник А. В., Романюк Р. К. Використання онлайн-визначників під час проведення факультативних занять з біології грибів. *Біологічні дослідження – 2022*: зб. наук. праць. Житомир : ПП «Євро-Волинь», 2022. С. 292–294.
7. Список кращих безкоштовних програм для визначення рослин по фото. URL: <https://sukkulenty.com/uk/statti/bezkoshtovni-programy-dlya-vyznachennya-roslyn-po-foto/> (дата звернення 10.05.2024).
8. Al-Rahmi A. M., Al-Rahmi W. M., Alturki U., Aldraiweesh A., Almutairy S., Al-Adwan A. S. Acceptance of mobile technologies and M-learning by university students: An empirical investigation in higher education. *Education and Information Technologies*, 2022. 27 (6). P. 7805–7826. DOI:10.1007/s10639-022-10934-8.
9. Bernicchia A. *Fungi Europaei 10 Polyporaceae s.l.* Edizioni Candusso, 2005. 808 p.
10. Crompton H., Burke D. The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*, 2018. 123. P. 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007>.
11. Digital Education Action Plan 2021-2027. Resetting education and training for the digital age. (2020, Sept.30) [Online]. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>.
12. Ellis M. B., Ellis J. P. *Microfungi on land plants. An identification handbook*, 1985. 868 p.
13. Ellis M. B., Ellis J. P. *Microfungi on miscellaneous substrates: an identification handbook*. Croom Helm, 1988. 400 p.
14. Hawksworth D. L., Lücking R. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. In: *The fungal kingdom. ASM Journals. Microbiology Spectrum*, 2017. 5 (4). P. 79–95.
15. Kalamees K. A. Main problems and methods of mycological research. *Problems of studying fungi and lichens*. Tartu, 1965. P. 14–21.
16. Naveen Neelakandan. Benefits and Challenges of Mobile Learning. January 9, 2021. URL: <https://elearningindustry.com/benefits-and-challenges-of-mobile-learning> (accessed on 27.04.2024).
17. Picek L., Šulc M., Matas J., Heilmann-Clausen J., Jeppesen T. S., Lind E. Automatic Fungi Recognition: Deep Learning Meets Mycology. *Sensors*, 2022. 22. 633. URL: <https://doi.org/10.3390/s22020633>.
18. Romaniuk R., Fonariuk O., Pavliuchenko O., Shevchuk S., Yermoshyna T., Povidaichyk M. Application of Information and Communication Technologies in the Study of Natural Disciplines. *Postmodern Openings*, 2022. Vol. 13(1). P. 313–329. <https://doi.org/10.18662/po/13.1/398>.
19. Ryvarden L. Melo I. *Poroid fungi of Europe. Fungiflora*, 2014. 431 p.
20. Samsiah Bidin, Azidah AbuZiden. Adoption and Application of Mobile Learning in the Education Industry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2013. Vol. 90. P. 720–729. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.145>.
21. Tong D. H., Nguyen T.-T., Uyen B. P., Ngan L. K. Using m-learning in teacher education: A systematic review of demographic details, research methodologies, pre-service teacher outcomes, and advantages and challenges. *Contemporary Educational Technology*, 2023. 15 (4), ep 482 <https://doi.org/10.30935/cedtech/13818>.

References:

1. мBilyk, Zh., Shapovalov, Ye., & Shapovalov, V. (2019–2020). Vykorystannia mobilnykh dodatkov dlia vyznachennia roslyn u pryrodnychii osviti [Using mobile applications to identify plants in science education]. *Materialy Kh Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet konferentsii «Problemy ta innovatsii v pryrodnycho-matematychnii, tekhnolohichnii i profesiinii osviti»*. Kropyvnytskyi. Tsentralnoukrainskyi derzhavnyi universytet imeni Volodymyra Vynnychenka. Retrieved from <https://cutt.ly/Aw1VN6JN> [in Ukrainian].
2. Zerova, M., Morochkovskiy, S., Radziievskiy, H., & Smitska, M. (1971). Vyznachnyk hrybiv Ukrainy [Identifier of mushrooms in Ukraine]. T. 4. Bazydiomitsety: Dakryomitsetalni, Tremelalni, Aurykuliarialni, Sazhkovi. Kyiv: Naukova dumka, 314 s [in Ukrainian].
3. Zerova, M., & Rozhenko, H. (1972). Vyznachnyk hrybiv Ukrainy [Identifier of mushrooms in Ukraine] T. 5. Bazydiomitsety. Kn. 1. Ekzobazydialni, afiloforalni, kantarelalni. Kyiv: Naukova dumka. 314 s [in Ukrainian].
4. Zerova, M., & Rozhenko, H. (1979). Vyznachnyk hrybiv Ukrainy [Identifier of mushrooms in Ukraine]. T. 5. Kn. 2. Boletalni, strobilomitsetalni, trykholomatalni, entolomatalni, rusulalni, aharykalni, hasteromitsety. Kyiv: Naukova dumka. 511 s [in Ukrainian].
5. Osvitni prohramy dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Educational programs for general secondary education institutions]. Retrieved from <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi> (accessed on 03.04.2024) [in Ukrainian].
6. Pluzhnyk, A. V., & Romaniuk, R. K. (2022). Vykorystannia onlain-vyznachnykiv pid chas provedennia fakultatyvnykh zaniat z biolohii hrybiv [The use of online identifiers in conducting optional classes on fungal biology]. *Biolohichni doslidzhennia – 2022: zb. nauk. prats. Zhytomyr : PP “Yevro-Volyn”*. S. 292–294.
7. Spysok krashchykh bezkoshtovnykh prohram dlia vyznachennia roslyn po foto [List of the most popular freeware programmes for identifying plants by photo]. Retrieved from <https://sukkulenty.com/uk/statti/bezkoshtovni-programy-dlya-vyznachennya-roslyn-po-foto/> (accessed on 10.05.2024).
8. Al-Rahmi, A. M., Al-Rahmi, W. M., Alturki, U., Aldraiweesh, A., Almutairy, S., & Al-Adwan, A. S. (2022). Acceptance of mobile technologies and M-learning by university students: An empirical investigation in higher education. *Education and Information Technologies*. 27 (6). P.7805–7826. DOI: 10.1007/s10639-022-10934-8.
9. Bernicchia, A. (2005). *Fungi Europaei 10 Polyporaceae s.l.* Edizioni Candusso, 808 p.
10. Crompton, H., & Burke, D. (2018). The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*,. 123. P. 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007>.
11. Digital Education Action Plan 2021-2027. (2020) Resetting education and training for the digital age. (2020, Sept.30) [Online]. Retrieved from: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>.

12. Ellis, M. B., & Ellis, J. P. (1985). *Microfungi on land plants. An identification handbook*, 868 p.
 13. Ellis, M. B., & Ellis, J. P. (1988). *Microfungi on miscellaneous substrates: an identification handbook*. Croom Helm. 400 p.
 14. Hawksworth, D. L., & Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. In: *The fungal kingdom. ASM Journals. Microbiology Spectrum*, 5 (4). P. 79–95.
 15. Kalamees, K. A. (1965). Main problems and methods of mycological research. *Problems of studying fungi and lichens*. Tartu. P. 14–21.
 16. Naveen Neelakandan (2021). Benefits and Challenges of Mobile Learning. January 9. Retrieved from <https://elearningindustry.com/benefits-and-challenges-of-mobile-learning> (accessed on 27.04.2024).
 17. Picek, L., Šulc, M., Matas, J., Heilmann-Clausen, J., Jeppesen, T. S., & Lind, E. (2022). Automatic Fungi Recognition: Deep Learning Meets Mycology. *Sensors*, 22. 633. <https://doi.org/10.3390/s22020633>.
 18. Romaniuk, R., Fonariuk, O., Pavliuchenko, O., Shevchuk, S., Yermoshyna, T., & Povidaichyk, M. (2022). Application of Information and Communication Technologies in the Study of Natural Disciplines. *Postmodern Openings*, Vol. 13(1). P. 313–329. <https://doi.org/10.18662/po/13.1/398>.
 19. Ryvardeen, L., & Melo, I. (2014). Poroid fungi of Europe. *Fungiflora*, 431 p.
 20. Samsiah, Bidin, Azidah, & AbuZiden. (2013). Adoption and Application of Mobile Learning in the Education Industry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 90. P. 720–729. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.145>.
 21. Tong, D. H., Nguyen, T.-T., Uyen, B. P., & Ngan, L. K. (2023). Using m-learning in teacher education: A systematic review of demographic details, research methodologies, pre-service teacher outcomes, and advantages and challenges. *Contemporary Educational Technology*, 15 (4), ep482 <https://doi.org/10.30935/cedtech/13818>.
-