

УДК 378.147:[37.011.3-051:57]
DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/55-1-43>

Людмила ДОВГОПОЛА,
orcid.org/0000-0001-6407-332X
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри біології, методології і методики навчання
Університету Григорія Сковороди в Переяславі
(Переяслав, Київська область, Україна) bogysh@ukr.net

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ

Проведений аналіз науково-педагогічної літератури дозволив обґрунтувати зміст і сутнісні ознаки понять: «математична компетентність» і «дослідницька компетентність», розглянути структуру професійної компетентності майбутнього вчителя біології. Уперше виокремлено дослідницько-математичну компетентність у якості важливого складника професійної компетентності вчителя біології. Запропоновано її авторське трактування – цілісна інтегративна динамічна якість особистості, яка ґрунтується на готовності майбутнього вчителя біології ефективно здійснювати аналіз власної дослідницької діяльності, котра базується на фундаментальних знаннях й уміннях оперувати математико-статистичними методами із метою розв'язання біологічних задач, що виникають у процесі його професійної діяльності.

Пропонується вивчення курсу «Статистичні методи аналізу емпіричних даних у біології» як ефективної педагогічної умови формування досліджуваного феномена. З'ясовано, що він передбачає набуття здобувачами наступних компетентностей відповідно до освітньо-професійної програми «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)»: фахових (здатність розкривати сутнісні ознаки біологічних явищ, процесів і технологій, розв'язувати біологічні задачі; здійснювати безпечні біологічні дослідження в лабораторних і природних умовах, інтерпретувати результати проведених досліджень; здійснювати збір й аналіз емпіричних даних за допомогою спеціальних методів, прийомів і засобів, ідентифікувати видове різноманіття і встановлювати його взаємозв'язки з довкіллям) і предметних (здатність на належному науково-методичному рівні організувати статистичний обробіток даних, зібраних під час спостережень за процесами і явищами як в живій природі, так і в умовах лабораторного експерименту; застосовувати основні алгоритми розрахунку статистичних показників; проводити первинний статистичний обробіток емпіричних даних, у тому числі їх зведення та групування; здійснювати аналіз варіації, будувати ряди розподілу і давати характеристику форми розподілу; робити статистичну обробку результатів вимірювань із використанням пакетів програм Excel тощо) компетентностей. У межах освітнього компонента запропоновано систему авторських ситуаційних біологічних задач.

Ключові слова: біологічна освіта, здобувачі освіти, компетентність, професійна компетентність учителя біології, дослідницько-математична компетентність.

Liudmyla DOVHOPOLA,
orcid.org/0000-0001-6407-332X
PhD in Pedagogical Sciences,
Associate Professor at the Department of Biology, Methodology and Teaching Methods
Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav
(Pereiaslav, Kyiv region, Ukraine) bogysh@ukr.net

FORMATION OF RESEARCH AND MATHEMATICAL COMPETENCE IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE BIOLOGY TEACHERS

The analysis of the scientific and pedagogical literature made it possible to substantiate the content and essential features of the concepts: «mathematical competence» and «research competence», to consider the structure of the professional competence of a future biology teacher. For the first time, research-mathematical competence was singled out as an important component of the professional competence of a biology teacher. Its author's interpretation is offered – integral integrative dynamic personality quality, which is based on the readiness of the future biology teacher to effectively carry out the analysis of his own research activity, which is based on fundamental knowledge and the ability to operate with mathematical and statistical methods in order to solve biological problems that arise in the course of his professional activity.

It is proposed to study the course «Statistical methods of empirical data analysis in biology» as an effective pedagogical condition for the formation of the studied phenomenon. It was found that it provides for the acquisition by students of the following competencies in accordance with the educational program «Secondary Education (Biology and Human Health)»: professional (ability to reveal the essential features of biological phenomena, processes and technologies, to

solve biological problems; to carry out safe biological research in laboratory and natural conditions, interpret the results of the conducted research, collect and analyze empirical data with the help of special methods, techniques and tools, identify types of diversity and establish its relationships with the environment) and subject (ability on the appropriate scientific and methodological levels to organize statistical processing of data collected during observations of processes and phenomena both in living nature and in the conditions of a laboratory experiment; to apply basic algorithms for calculating statistical indicators; to carry out primary statistical processing of empirical data, including their summary and grouping; to carry out analysis of variations, build distribution series and characterize the distribution form; perform statistical processing of measurement results using Excel packages, etc.) competencies. Within the framework of the educational component, a system of author's situational biological problems is proposed.

Key words: biological education, students, competence, professional competence of a biology teacher, research and mathematical competence.

Постановка проблеми. Вхідження України до світового освітнього простору зумовлює необхідність реформування вітчизняної системи освіти, зокрема галузі 01 Освіта/Педагогіка. Одним із стратегічних завдань модернізації є підвищення якості професійної підготовки майбутніх учителів. Визначна роль у цьому процесі відведена компетентнісному підходу, котрий зорієнтований на фундаменталізацію вищої освіти й підготовку креативного вчителя із широким професійним світоглядом, а саме: мобільного, здатного до самонавчання, саморозвитку, рефлексії, критичного мислення, планування власної діяльності, ефективного пошуку й опрацювання наукової інформації тощо. Погоджуємося із Ю. Шапраном, який зазначає, що «професійна компетентність учителя біології – це інтегративна якість високовмотивованої особистості, що проявляється у рівні її біологічної освіти та готовності до реалізації особистісного потенціалу під час творчої педагогічної діяльності, вдосконаленні досвіду та прагненні до безперервної самоосвіти» (Шапран, 2013). На сьогодні, підготувати такого фахівця без належним чином сформованих у нього професійних компетентностей є проблемним. Відповідно до нового професійного стандарту за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «Вчитель закладу загальної середньої освіти», «Вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)» від 2020 року визначено 15 професійних компетентностей педагогів, якими повинен обов'язково володіти сучасний учитель (Професійний стандарт за професіями, 2020).

Актуальність дослідження детермінується обставиною, що проведений аналіз професійної діяльності вчителя біології показує, що вагомача частина його роботи пов'язана з низкою математичних і дослідницьких задач, розв'язуючи які, учні з'ясовують сутність тих чи інших біологічних процесів, явищ, теорій тощо. Відтак, важливою складовою успішного становлення особистості майбутнього вчителя біології як професіонала, є розвиток його здібностей до опанування мето-

дами наукового пізнання, що надають можливість самостійно здобувати знання і творчо їх використовувати у процесі педагогічної діяльності. Це спонукає до виокремлення дослідницько-математичної компетентності педагога-біолога як однієї із підсистем його професійної компетентності.

Аналіз досліджень. Теоретичний аналіз наукових праць вітчизняних педагогів засвідчив, що вивчення різних аспектів професійної підготовки майбутніх учителів біології займається ряд науковців: Н. Баюрко, М. Білянська, О. Воробйова, Н. Грицай, Р. Мельниченко, В. Оніпко, Л. Соловей, Ю. Шапран та ін.

Окремо акцентуємо увагу на педагогічних працях, предметом наукових розвідок яких є погляди учених на проблему формування математичної компетентності здобувачів вищої освіти галузі знань 01 Освіта/Педагогіка різних спеціальностей, а саме: В. Кірмана, Е. Соколової; В. Кірмана, Г. Чауса; О. Кондратюка; І. Сверчевської; Я. Чкана та ін.

Аспектами організації дослідницької діяльності та формування дослідницької компетентності здобувачів освіти у процесі навчання біології і фахової біологічної підготовки займаються учені-педагоги С. Балашова, К. Бородіна, Н. Грицай, А. Кмець, О. Комарова, Т. Коршевнюк, Н. Матяш, В. Оніпко, О. Пташенчук, Г. Ягенська та ін. Вивчення основ статистичної обробки експериментальних даних у курсі «Генетика з основами селекції» як складової формування навичок дослідницької діяльності у студентів вивчає О. Лагутенко (Лагутенко, 2013).

Отже, дослідження, котрі присвячені значущості розвитку дослідницько-математичних знань, умінь і навичок у майбутніх учителів біології, практично відсутні. Також, мало дослідженою є проблема педагогічних умов, завдяки яким відбувається формування дослідницько-математичної професійної компетентності у процесі фахової підготовки педагогів-біологів із урахуванням вимог Нової української школи та сучасних реалій.

Метою статті є розкриття сутності й ефективних педагогічних умов формування дослідницько-

математичної компетентності педагогів-біологів у процесі їх фахової підготовки.

Виклад основного матеріалу. Вивчення математики суттєво розширює і збагачує можливості професійного становлення майбутнього вчителя біології. Адже йому необхідно знати математичні моделі, які використовуються для дослідження біологічних й екологічних об'єктів; уміти застосовувати математико-статистичні методи для обробки та систематизації результатів спостереження й експерименту. Останнє сьогодні є актуальним для здобувачів вищої освіти, які беруть участь у науково-дослідницькій діяльності ЗВО, підготовці та захисті кваліфікаційної роботи. Майбутні вчителі-біологи викладатимуть у закладах загальної середньої освіти предмети природничого циклу (інтегровані курси природничих наук, ботаніка, зоологія, анатомія людини, екологія, популяційна біологія, генетика, молекулярна біологія тощо), для яких математика є фундаментальною, що вносить свій певний внесок у формування професійної компетентності майбутнього педагога. В. Кірман і Г. Чаус досліджуючи структурно-параметричну модель математичної компетентності вчителя біології та підходи до її ідентифікації зазначають, що «аналітична функція вчителя біології включає застосування математико-статистичних задач для аналізу результативності навчання або під час виконання вчителем дослідницької роботи в галузі теорії та методики навчання біології» (Кірман, Чаус, 2020).

Також, майбутній вчитель біології повинен уміти керувати науково-дослідною діяльністю учнів і формувати основні їх уміння і навички дослідницької поведінки. «На сучасному етапі розвитку вітчизняної освіти дослідницька діяльність учителів біології сприймається й розглядається не традиційно, як додаткове навантаження до викладацької роботи, а як головний стиль їх роботи, гармонійна складова освітнього процесу, запорука здатності формувати нові компетентності у випускників закладів загальної середньої освіти» зазначає О. Пташенчук. «Нова» школа потребує «нового» вчителя біології зі сформованою дослідницькою компетентністю (Пташенчук, 2018).

Здійснивши аналіз типових навчальних програм із курсів «Біологія» (6-9 класи) і «Біологія і екологія» (10-11 класи) (рівень стандарту) для закладів загальної середньої освіти варто зазначити, що в їхньому змісті окреслено: «учень повинен уміти розв'язувати елементарні біологічні задачі, зокрема: з молекулярної біології, генетики, екології, популяційної біології та ін.» (Біологія. 6-9 класи. Навчальна програма, 2017), що потре-

бує математичних знань. Також, одним із очікуваних результатів біологічної освіти випускника базової школи є, те що він «самостійно чи в групі досліджує живу природу, планує і проводить спостереження та експеримент, виявляючи допитливість», що вимагає від нього дослідницьких умінь, які лежать в основі основних компетентностей у природничих науках і технологіях, що є ключовими. У змісті Концепції «Нова українська школа» (Нова українська школа, 2016) та Державного стандарту базової середньої освіти (Державний стандарт базової середньої освіти, 2020) математичну компетентність здобувача середньої освіти окреслено як ключову. Вона вбачає «здатність розвивати і застосовувати математичні знання та методи для розв'язання широкого спектра проблем у повсякденному житті; моделювання процесів та ситуацій із застосуванням математичного апарату; усвідомлення ролі математичних знань і вмінь в особистому та суспільному житті людини» (Державний стандарт базової середньої освіти, 2020). Оскільки стандарти освіти виділяють означені якості учнів як ключові, тому їх формування має відбуватися не лише на уроках математики, а й при вивченні усіх дисциплін науково-природничого напрямку, зокрема біології.

Через те що дані якості здобувачів середньої освіти проєктуються у нормативних документах, у змісті шкільного курсу біології і є взаємопов'язаними у зв'язку із цим вони повинні відображатися і в структурі та змісті професійної компетентності вчителя біології. Отже, можемо стверджувати, що математичну та дослідницьку компетентності майбутнього вчителя біології доцільно об'єднати в дослідницько-математичну, яка повинна бути сформована на належному рівні.

Проте, в системі підготовки майбутніх учителів біології, відстежується інша тенденція. На підставі аналізу нормативних документів у галузі освіти (Професійний стандарт за професіями, 2020), сучасних науково-педагогічних досліджень ряду вітчизняних педагогів щодо формування професійної компетентності учителя біології варто зауважити, що ніде не розкриваються поняття «дослідницько-математична компетентність вчителя біології». Структура професійної компетентності майбутніх учителів, на думку багатьох дослідників складається із певних компетенцій, з-поміж яких значущими є: фахова (предметна, спеціальна), психологічна, комунікативна, методологічна, методична (дидактико-методична), етична (моральна), операційно-діяльнісна (практична, технологічна, функціональна), загальнокультурна, управлінська, інформаційна, рефлексивна, аутопсихологічна,

педагогічна (Акімова, Галузьяк, 2016: 16). Так, Ю. Шапран у структурі професійної компетентності учителя біології виділяє: ціннісно-орієнтаційну, стратегічну, організаційну, диференційовано-психологічну, інформаційно-технологічну, соціально-комунікативну, творчо-інноваційну, аутопсихологічну, методичну, фахову (предметну), екологічну, здоров'язберігаючу компетентності (Шапран, 2013). В. Оніпко у монографії акцентує увагу на тому, що професійна компетентність майбутнього вчителя природничих дисциплін складається із універсальної соціально значущої педагогічної та професійної природничо-наукової профільної компетентностей (Оніпко, 2011). Т. Бондаренко досліджуючи теоретичні підходи до визначення змісту та структури методичної компетентності майбутніх вчителів біології, зазначає, що «необхідні вчителю біології і дослідницькі уміння, оскільки вони необхідні для здійснення наукового-методичної роботи, підготовки наукових доповідей з проблем організації навчально-виховного процесу з біології, для проведення педагогічних досліджень та експерименту, створення нових програм, методик, технологій, побудови і аналізу педагогічного процесу, для проектування і конструювання педагогічних інновацій, для використання і розробки нових засобів навчання» (Бондаренко, 2012: 150-155).

Дослідницькій компетентності та проблемі формування й розвитку дослідницьких умінь майбутніх учителів біології та студентів біологічного профілю присвячено роботи ряду вітчизняних дослідників. Так, О. Пташенчук наголошує на доцільності формування саме дослідницької компетентності «через формування дослідницьких умінь як цілісного, комплексного, інтегративного, особистісного феномена. Дослідницька компетентність учителів має поєднувати власне їхні дослідницькі спроможності й готовність зі здатністю залучати до дослідницької діяльності своїх учнів» (Пташенчук, 2018: 141). Тому, аналіз трактувань поняття дослідницька компетентність у різних авторів дозволяє, визначити зазначену дефініцію як цілісне інтегративне утворення особистості, конгломерат знань, умінь, навичок, досвіду діяльності дослідника, його мотиваційно-ціннісних і вольових якостей, що виявляються у готовності й здатності до дослідницької діяльності з використанням методів наукового пізнання із метою отримання нових знань, застосуванні творчого підходу в цілепокладанні, плануванні, аналізі, прийнятті рішень й оцінці результатів дослідницької діяльності (Головань, Яценко, 2012: 55-62).

Щодо визначення математичної компетентності вчителя біології, нам імпонує дефініція В. Кірмана, Г. Чауса, які визначають її як «інтегральну якість особистості, що полягає у здатності та готовності використовувати математику для здійснення операційних, гносеологічних та аналітичних функцій діяльності вчителя біології, пов'язаної з навчанням» (Кірман, Чаус, 2020).

Таким чином, роль математико-статистичних і дослідницьких методів у галузі біологічної освіти різко зростає, а тому їх використання у якості освітнього інструмента у процесі професійної підготовки має бути доступним будь-якому випускнику-біологу педагогічного закладу вищої освіти (ЗВО).

Отже, виходячи із здійсненого аналізу напрацювань ми вважаємо за доцільне виділити **«дослідницько-математичну компетентність учителя біології»** як складову їх професійної компетентності та стверджуємо, що означений феномен варто сприймати як *цілісну інтегративну динамічну якість особистості, яка ґрунтується на готовності майбутнього вчителя біології ефективно здійснювати аналіз власної дослідницької діяльності, який базується на фундаментальних знаннях і уміннях оперувати математико-статистичними методами із метою розв'язання біологічних задач, що виникають у процесі їх професійної діяльності.*

У проєкті Стандарту вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня освіти, галузі знань 01 Освіта/Педагогіка (2017 р.), за предметною спеціальністю 014.05 «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)» (Проєкт Стандарту вищої освіти України, 2017) із восьми сформульованих спеціальних (предметних) компетентностей найближчими до дослідницько-математичної компетентності є: здатність здійснювати безпечні біологічні дослідження у лабораторії та природних умовах, інтерпретувати результати досліджень; розкривати сутність біологічних явищ, процесів і технологій, розв'язувати біологічні задачі. Очевидно, що означена якість педагога-біолога, відповідно до його професійних функцій, не може обмежуватись лише зазначеними трактуваннями. І тому вдосконалюючи освітньо-професійну програму «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти Університету Григорія Сковороди факультету гуманітарно-природничої освіти і соціальних технологій ми розширили фахові компетентності здобувачів освіти додавши ще одну, а саме: здатність здійснювати збір й аналіз емпіричних даних за допомогою спеціальних методів,

приймів і засобів, ідентифікувати видове різноманіття і встановлювати його взаємозв'язки з довкіллям.

Реалізація формування означеного феномена в майбутніх випускників спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти відбувається у процесі опанування освітніми компонентами циклів загальної і професійної підготовки: «Основи наукових досліджень та академічного письма», «Інформаційні технології в освіті», «Генетика з основами селекції. Молекулярна біологія», «Хімія органічна. Хімія аналітична», «Біохімія. Фізіологія рослин», «Хімія загальна, неорганічна та фізикоїдна», «Навчально-польова практика з ботаніки та зоології безхребетних», «Навчальна практика з генетики та основ здоров'я» і «Курсова робота з фахових дисциплін» та ін. Також важливе значення мають вибіркові навчальні дисципліни ОПП: «Основи екології», «Лікарські рослини з основами ресурсознавства», «Методика розв'язування задач із біології», «Дослідницька діяльність школярів із біології».

Фундаментальну роль у формуванні означеної компетентності, на нашу думку, відіграє освітній компонент «*Статистичні методи аналізу емпіричних даних у біології*» рекомендований здобувачам вищої освіти як вибірковий. Погоджуємося із О. Лагутенко, що «Важливою складовою формування дослідницької компетентності майбутніх учителів біології, яка забезпечує поглиблення теоретичних знань і розвиток дослідницьких умінь, є вивчення основних положень і методичних основ біометричного аналізу, які найбільш часто застосовуються при проведенні біологічних досліджень» (Лагутенко, 2012).

Знання, які здобувачі вищої педагогічної освіти отримують у процесі вивчення зазначеного освітнього компонента, є підсумовуючими для блоку дисциплін, що забезпечують природничо-наукову та професійно-практичну підготовку майбутніх учителів-біологів. У рамках вивчення курсу продовжується розвиток дослідницького та математичного кругозору студентів, формуються взаємозв'язки між статистикою, обов'язковими та вибірковими навчальними дисциплінами їх професійної підготовки. Фахові та предметні компетентності, які формуються у процесі вивчення презентованого курсу, реалізуються під час написання кваліфікаційних робіт і зберігають свою актуальність для здобувачів ступенів магістра та доктора філософії, де основу освітнього процесу складає науково-дослідницька робота. *Метою* презентованої навчальної дисципліни є формування у студентів розуміння теоретичних і прак-

тичних основ статистичної обробки емпіричних даних і сутності вибіркового методу дослідження, уміння планувати біологічний експеримент, обирати адекватні методи обробки експериментального матеріалу й коректно їх використовувати, доводити одноманітність або відмінність порівнювальних груп (природних угруповань, біологічних об'єктів, або їх складових).

Основними завданнями, які ставляться перед студентами-біологами у процесі вивчення курсу «Статистичні методи аналізу емпіричних даних у біології», виступають: формування знань про основні положення теорії ймовірностей, на яких базується математична статистика; методи планування експериментальних досліджень; методи статистичного аналізу при розв'язуванні біологічних завдань; прикладні статистичні пакети програм обробки й підготовки даних для відповідних електронних пристроїв.

Вивчення освітнього компоненту «Статистичні методи аналізу емпіричних даних у біології» передбачає набуття здобувачами наступних *компетентностей* відповідно до освітньо-професійної програми «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)»: *фахових* (здатність розкривати сутнісні ознаки біологічних явищ, процесів і технологій, розв'язувати біологічні задачі; здійснювати безпечні біологічні дослідження в лабораторних і природних умовах, інтерпретувати результати проведених досліджень; здійснювати збір й аналіз емпіричних даних за допомогою спеціальних методів, прийомів і засобів, ідентифікувати видове різноманіття і встановлювати його взаємозв'язки з довкіллям) і *предметних* (здатність на належному науково-методичному рівні організувати статистичний обробіток даних, зібраних під час спостережень за процесами і явищами як в живій природі, так і в умовах лабораторного експерименту; застосовувати основні алгоритми розрахунку статистичних показників; проводити первинний статистичний обробіток емпіричних даних, у тому числі їх зведення та групування; здійснювати аналіз варіації, будувати ряди розподілу і давати характеристику форми розподілу; робити статистичну обробку результатів вимірювань із використанням пакетів програм Excel тощо) компетентностей.

Освітнім інструментом формування дослідницько-математичної компетентності, є розв'язування ситуаційних біологічних задач. Розглянемо запропоновані нами їх приклади.

Із метою ознайомлення студентів із основами статистичного аналізу експериментальних даних

у тематичному плані презентованого курсу передбачено лабораторні роботи: «Групування результатів спостереження. графіки розподілу», «Визначення середньої арифметичної і біометричних показників ряду розподілу», «Визначення структурних середніх величин – медіани і моди» «Способи обчислення середньої арифметичної. Асиметрія й ексцес» у процесі виконання яких вони навчаються систематизувати результати спостереження, будувати варіаційні ряди, графіки розподілу даних, віднаходити властиві досліджуваним ознакам закономірності, визначати середні величини й біометричні показники ряду розподілу, способи обчислення структурних величин, отримують навички обчислення асиметрії й ексцесу тощо.

Приклад 1. У лучному фітоценозі, на моніторинговій ділянці, здійснили морфометрію (заміряли висоту рослин) пижма звичайного (*Tanacetum vulgare* L.). Отримали наступні заміри: 22; 23; 22; 22; 17; 23; 20; 20; 21; 25; 27; 24; 22; 21; 16; 23; 18; 21; 24; 18; 21; 22; 25; 23; 21; 20; 25; 18; 21; 21; 24; 25; 19; 18; 22; 25; 27; 19; 17; 18; 22; 23; 24; 19; 26; 21; 25; 25; 23; 27 (у см.). Розподіліть отриману сукупність у варіаційний ряд. Охарактеризуйте як варіює досліджувана ознака. Установіть ліміти варіації, розмах варіації, величину класового інтервалу (Шапран, Довгопола, 2022).

Приклад 2. В агроценозі, на закладеній обліковій ділянці, здійснили вимірювання довжини тіла колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Дані яких розподілилися наступним чином (табл. 1):

Визначте середнє значення, дисперсію, стандартне відхилення і коефіцієнт варіації. Зробіть висновки (Шапран, Довгопола, 2022).

Приклад 3. Використовуючи дані ряду розподілу довжини стеблових листків золототисячника звичайного (*Centaurium erythrea* Rafn.) (табл. 2), розрахуйте медіану й моду:

Приклад 4. Із метою визначення середньої кількості гілок у кільцях сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) досліджено 236 кілець, у яких зафіксовано від 4 до 10 гілок (тобто 4, 5, 6, ... тощо). Розподіл 236 кілець за кількістю гілок (тобто частота – f) показав, що з відповідною кількістю гілок (від 4 до 10) зустрічалось від 10 до 64 кілець (табл. 3). За допомогою поетапних операцій, поданих у таблиці 3, розрахуйте середню арифметичну із застосуванням її умовного значення із допомогою способів умовної середньої та сумування (Шапран, Довгопола, 2022).

Із метою ознайомлення майбутніх педагогів-біологів із явищем того що між морфологічними елементами живих організмів існує певний взаємозв'язок (зазвичай, прямолінійний), який полягає у тому, що із збільшенням або зменшенням розміру одного елемента відповідно збільшуються або зменшуються розміри іншого елемента в робочій програмі освітнього компоненту передбачено тему: «Визначення числових показників кореляції й їх достовірності».

Приклад 5. Обчислити кореляційне відношення між діаметром (x) і висотою (y) сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) за наведеними емпіричними даними (табл. 4):

Таблиця 1

Варіаційний ряд довжини тіла колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

Довжина жука, мм (x)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Число випадків, (f)	15	38	55	90	118	165	146	135	114	82	42

Таблиця 2

Варіаційний ряд розподілу довжини стеблових листків золототисячника звичайного (*Centaurium erythrea* Rafn.)

x_i	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125
f	8	85	166	120	74	35	22	8	6	0	1

Таблиця 3

Розрахунок середньої арифметичної із застосуванням її умовного значення

№	Назва операції	Кількість гілок у кільці							
		4	5	6	7	8	9	10	
1.	Варіанти (x)	4	5	6	7	8	9	10	
2.	Частота (f)	25	25	52	48	64	12	10	
3.	Визначення умовної середньої ($A_{ум}$)								
4.	Обчислення відхилення: a								
5.	Обчислення добутку: fa								
6.	Обчислення сумарних значень:								
7.	Визначення середнього арифметичного:								

Таблиця 4

Емпіричні дані висоти та діаметру дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.)

x	6	12	14	16	20	22	24	26	28
y	8,0	17,3	18,5 17,5	18,3 18,8 18,2 17,8	18,5 18,3	20,7 18,8 20,6 19,0	28,8 20,5	26,2 29,9	20,7 21,5

Висновки. Сьогодні випускник педагог-біолог зі сформованою на належному рівні дослідницько-математичною компетентністю, який готовий ефективно працювати в умовах нової української школи є затребуваним на ринку праці. Вважаємо, що запропонована нами якість є фундаментальною у фаховій підготовці вчителя біології. Розв'язування ситуаційних біологічних задач у процесі вивчення курсу «Статистичні методи

аналізу емпіричних даних у біології» є ефективним освітнім інструментом її формування.

До подальших досліджень у цьому напрямі можна віднести встановлення структури, зокрема: компонентів, показників та рівнів сформованості дослідницько-математичної компетентності, розробка методичних засад розвитку зазначеної якості у процесі фахової підготовки педагогів-біологів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акімова О. В., Галузьяк В. М. Формування загальнопедагогічної компетентності майбутніх учителів: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2016. С. 16.
2. Біологія. 6-9 класи. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Режим доступу URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednyaosvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення: 21.09.2022).
3. Бондаренко Т. Визначення змісту, структури та етапів формування методичної компетентності у майбутніх учителів біології. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. Вип.5, 2012. С. 150-155.
4. Головань М. С., Яценко В. В. Сутність та зміст поняття «дослідницька компетентність». *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі*: зб. наук. праць. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2012. Вип. VII. С. 55-62.
5. Державний стандарт базової середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898 [Електрон. ресурс]. Режим доступу URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.09.2022).
6. Кірман В. К., Чаус Г. Г. Структурно-параметрична модель математичної компетентності вчителя біології та підходи до її ідентифікації. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2020. Випуск 1(15). С. 100-112.
7. Лагутенко О. Т. Вивчення основ біометрії в курсі «Генетика з основами селекції» як важлива складова формування навичок дослідницької діяльності. *Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету*: збірник наукових праць звітно-наукової конференції викладачів університету за 2012 рік, 9-10 лютого 2013 року / укл. Г. І. Волинка, О. В. Уваркіна, О. П. Ємельянова. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. С. 134-136.
8. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Режим доступу URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 21.09.2022).
9. Оніпко В. В. Професійна підготовка вчителя природничих дисциплін до роботи у профільній школі: монографія. Полтава: ПНПУ ім. В. Г. Короленка, 2011. 375 с.
10. Проект Стандарту вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня освіти за спеціальністю 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)». Режим доступу URL: <https://www.megu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/014-Sered.osv.bak.pdf> (дата звернення: 21.09.2022).
11. Професійний стандарт за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «Вчитель закладу загальної середньої освіти», «Вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)». Режим доступу URL: <https://www.me.gov.ua/Files/GetFile?lang=uk-UA&fileId=22daac6a-f0db-4de0-8d49-47aa6b2ecb99> (дата звернення: 21.09.2022).
12. Пташенчук О. О. Набуття дослідницької компетентності майбутніми вчителями біології як вимога часу. *Вісник Черкаського університету*. Серія «Педагогічні науки». Т.4, 2018. С. 135-144.
13. Шапран Ю. П., Довгопола Л. І. Статистичні методи аналізу емпіричних даних у біології: навч.-метод. посіб. Переяслав (Київ. обл.): Домбровська Я. М., 2022. 92 с.
14. Шапран Ю. П. Формування професійної компетентності майбутніх учителів біології. Монографія. Переяслав-Хмельницький: Видавництво «КСВ», 2013. 334 с.

REFERENCES

1. Akimova O. V., Haluziak V. M. Formuvannia zahalnopedagogichnoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv: monohrafiia. [Formation of general pedagogical competence of future teachers: monograph] Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD». 2016. S. 16. [in Ukrainian].

2. Bioloģiia. 6-9 klasy. Navchalna prohrama dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Biology. 6-9 grades. Curriculum for institutions of general secondary education]. Rezhym dostupu URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednyaosvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (data zvernennia: 21.09.2022). [in Ukrainian].

3. Bondarenko T. Vyznachennia zmistu, struktury ta etapiv formuvannia metodychnoi kompetentnosti u maibutnikh vchyteliv bioloģii [Determination of the content, structure and stages of the formation of methodological competence in future biology teachers]. Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia. Vyp.5, 2012. S. 150-155. [in Ukrainian].

4. Holovan M. S., Yatsenko V. V. Sutnist ta zmist poniattia «doslidnytska kompetentnist» [The essence and content of the concept of «research competence»]. Teoriia ta metodyka navchannia fundamentalnykh dystsyplin u vyshchii shkoli: zb. nauk. prats. Kryvyi Rih: Vydavnychi viddil NMetAU, 2012. Vyp. VII. S. 55-62. [in Ukrainian].

5. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity [State standard of basic secondary education]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 30.09.2020 r. № 898 [Elektron. resurs]. Rezhym dostupu URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Tex> (data zvernennia: 21.09.2022). [in Ukrainian].

6. Kirman V. K., Chaus H. H. Strukturno-parametrychna model matematychnoi kompetentnosti vchytelia bioloģii ta pidkhody do yii identyfikatsii [A structural-parametric model of the mathematical competence of a biology teacher and approaches to its identification]. Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity. 2020. Vypusk 1(15). S. 100-112. [in Ukrainian].

7. Lahutenko O. T. Vychennia osnov biometrii v kursi «Henetyka z osnovamy selektsii» yak vazhlyva skladova formuvannia navychok doslidnytskoi diialnosti [Studying the basics of biometrics in the course «Genetics with the basics of selection» as an important component of the formation of research skills]. Yednist navchannia i naukovykh doslidzhen – holovnyi pryntsyp universytetu: zbirnyk naukovykh prats zvitno-naukovoï konferentsii vykladachiv universytetu za 2012 rik, 9-10 liutoho 2013 roku / ukl. H. I. Volynka, O. V. Uvarkina, O. P. Yemelianova. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova, 2013. S. 134-136. [in Ukrainian].

8. Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly [New Ukrainian school. Conceptual principles of secondary school reform]. Rezhym dostupu URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (data zvernennia: 21.09.2022). [in Ukrainian].

9. Onipko V. V. Profesiina pidhotovka vchytelia pryrodnychkykh dystsyplin do roboty u profilnii shkoli: monohrafiia [Professional training of a science teacher to work in a specialized school: monograph]. Poltava: PNPU im. V. H. Korolenka, 2011. 375 s. [in Ukrainian].

10. Proekt Standartu vyshchoi osvity Ukrainy pershoho (bakalavrskoho) rivnia osvity za spetsialnistiu 014 «Serednia osvita (za predmetnymy spetsialnostiamy)» [The project of the Standard of Higher Education of Ukraine of the first (bachelor's) level of education in specialty 014 «Secondary education (by subject specialties)»]. Rezhym dostupu URL: <https://www.megu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/014-Sered.osv.bak..pdf> (data zvernennia: 21.09.2022). [in Ukrainian].

11. Profesiinyi standart za profesiiamy «Vchytel pochatkovykh klasiv zakladu zahalnoi serednoi osvity», «Vchytel zakladu zahalnoi serednoi osvity», «Vchytel z pochatkovoï osvity (z diplomom molodshoho spetsialista)» [Professional standard for the professions «Teacher of primary classes of a general secondary education institution», «Teacher of a general secondary education institution», «Teacher of primary education (with junior specialist diploma)»]. Rezhym dostupu URL: <https://www.me.gov.ua/Files/GetFile?lang=uk-UA&fileId=22daac6a-f0db-4de0-8d49-47aa6b2ecb99> (data zvernennia: 21.09.2022). [in Ukrainian].

12. Ptashenchuk O. O. Nabuttia doslidnytskoi kompetentnosti maibutniny vchyteliamy bioloģii yak vymoha chasu [Acquisition of research competence by future biology teachers as a requirement of the time]. Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriiia «Pedahohichni nauky». T.4, 2018. S. 135-144. [in Ukrainian].

13. Shapran Yu. P., Dovhopola L. I. Statystychni metody analizu empirychnykh danykh u bioloģii [Statistical methods of empirical data analysis in biology]: navch.-metod. posib. Pereiaslav (Kyiv. obl.): Dombrovska Ya. M., 2022. 92 s. [in Ukrainian].

14. Shapran Yu. P. Formuvannia profesiinoï kompetentnosti maibutnikh uchyteliv bioloģii. Monohrafiia [Formation of professional competence of future biology teachers. Monograph]. Pereiaslav-Khmelnyskyi: Vydavnytstvo «KSV», 2013. 334 s. [in Ukrainian].