

6. Совгіра С. В. Підготовка майбутнього вчителя до екологічного виховання старшокласників (на краєзнавчому матеріалі) : дис. ... кандидата пед. Наук : 13.00.04 / Совгіра Світлана Василівна. – Київ, 1999. – 318 с.
7. Чумалова Т. Основные принципы музейной педагогики. Путешествие по машине времени / Т. Чумалова // Дошкольное воспитание. – 2008. – № 3. – С. 58-63.
8. Юхневич М. Ю. Музейная педагогика за рубежом: работа музеев с детской аудиторией [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.museum.ru/future/lmp/edu/child3.htm>

Шикла Р. Р. Особенности преподавания зоологии для студентов педагогических факультетов на базе зоологического музея.

Статья посвящена особенностям преподавания зоологии для студентов педагогических факультетов, роли зоологического музея в приобретении будущим педагогом глубоких знаний. Формированию у будущих учителей биологии, твердой информационной платформы для всестороннего понимания профильного предмета. Раскрыта суть данной системы подготовки, определены основные приоритеты в подаче учебного материала, указана степень эффективности данного метода, предложена модель профессионально-педагогической подготовки будущих учителей природоведческого цикла средствами музейной педагогики.

Ключевые слова: особенности преподавания зоологии, профессиональная подготовка, музейная педагогика, средства музейной педагогики

Shykula R. R. Peculiarities of zoology teaching for the students of pedagogical faculties on the basis of the museum of zoology.

The Article is dedicated to the peculiarities of zoology teaching for the students of pedagogical faculties, the role of the museum of zoology in acquisition of deep zoology knowledge by future teachers; forming by the future biology teachers a strong information platform for comprehensive understanding of the profile subject. The very core of the given training system has been opened, major priorities in presenting the teaching material have been identified, the level of efficiency of the given method has been specified, a model of professional and pedagogical training of future teachers of the natural history cycle by means of museum education has been suggested herewith.

Keywords: peculiarities of zoology teaching, professional training, museum education, means of museum education.

Шроль Т. С.

Рівненський державний гуманітарний університет

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ
МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ В ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

У статті розглядаються особливості та можливості використання математичних методів в педагогічних дослідженнях як одного із засобів аналізу та прогнозування педагогічних систем, явищ і процесів.

Ключові слова: методологія педагогічних досліджень, математичні методи, математичні моделі, педагогічні вимірювання.

Оснащеність наукового дослідження адекватними математичними методами, тобто рівень його математизації, свідчить про інноваційний характер певної наукової галузі в сучасних умовах.

Етапи математизації відбуваються у відповідності до трьох стадій теоретизування науки: емпіричної, перехідної, теоретичної. На цих стадіях спостерігають якісні перетворення наукового знання: від спостережуваних даних до теоретичних конструктів; від емпіричних класифікацій до теоретичних типологій; від описових теорій і первинних концептуалізацій до пояснювальних і прогнозуючих теорій; від емпіричних законів до законів теоретичних.

Щодо цих стадій застосовують різні математичні методи. Емпіричній стадії науки відповідає перший етап математизації. На даному етапі здійснюють кількісну обробку первинного емпіричного матеріалу. Основна мета цього етапу – узагальнення інформації для представлення її в компактному вигляді (емпіричних класифікацій, узагальнень, статистичних тенденцій, варіативностей, кореляцій та ін.). Їхній кількісний опис зумовлює подальше пояснення і прогноз у межах теоретичної схеми. На цьому етапі математичні методи виступають складовою емпіричного пізнання і не мають самостійного значення в розгортанні теоретичних систем.

Перехідну стадію теоретизування науки зіставляють з другим етапом математизації, змістом якого є розроблення й емпірична перевірка часткових математичних моделей, які пояснюють і прогнозують “поведінку” досліджуваного об’єкта (педагогічної системи, явища, процесу) в певних ситуаціях за певних умов. Ці моделі є формально-логічними системами, що забезпечують отримання дедуктивним шляхом наслідків, які важко або неможливо отримати без використання математики.

Стадія розвиненої *теоретичної* науки є третім етапом математизації, на якому створюють загальну математичну модель, яка повністю описує різні стани, у яких може перебувати досліджуваний об’єкт [6, с. 8].

Вказані етапи математизації можна виявляти, аналізуючи існуючі типи застосування математики в сучасній педагогічній науці.

Першу спробу математичного моделювання в педагогіці практично зробили в 1907 р. О. Щукарєв, а в 1908 р. Т. Робертсон, які побудували свої математичні моделі, так звані “криві навчання”, тобто моделі кількісної залежності між числом вправ (або повторень) і об’ємом (або якістю) засвоєння знань (або вмінь) [4, с. 87].

Упровадженню математичних методів у гуманітарні науки, зокрема і в педагогіку, сприяли також теорія ймовірностей і математична статистика, за допомогою яких розв’язують проблеми ймовірнісного аналізу особистісних рис, здібностей та поведінки. Прикладами є “Політична арифметика” В. Петті (середина XVII ст.), “Людина і розвиток її здібностей або досвід суспільної фізики” А. Кетле (середина XIX ст.) тощо. Із XX ст. починають цілеспрямовано розробляти й ефективно використовувати статистичні методи для аналізу емпіричних даних (при вимірюванні, перевірці причинно-наслідкових гіпотез і т.д.). Наукові дослідження в цьому напрямку проводили ряд зарубіжних і вітчизняних фахівців таких, як, наприклад, С. І. Архангельський, В. А. Сластьонін, В. І. Загвязінський, В. С. Аванесов, Г. Раш, В. П. Беспалько, К. Інгекамп, П. Клайн, А. Майоров, Л. Долінер та ін.

Слід відзначити, що застосування математичних методів під час проведення педагогічних досліджень, як засобу для аналізу і прогнозування педагогічних систем, явищ та процесів, залишаються недостатньо дослідженим, не зважаючи на зростання актуальності та практичної значущості.

Виходячи із вище сказаного *проблему дослідження* можна сформулювати так: яку роль відіграють математичні методи в педагогіці, на яких етапах педагогічного дослідження вони можуть застосовуватись. Відповідно, *цілями* наших досліджень є визначення місця математичних методів в педагогічних дослідженнях; формування вимог та умов їхнього ефективного використання в педагогіці, зокрема і в педагогіці вищої школи, для аналізу і прогнозування закономірностей педагогічних систем, явищ та процесів.

Математичні методи в фундаментальних і прикладних педагогічних дослідженнях. Усі наукові дослідження поділяють на фундаментальні та прикладні. *Фундаментальні дослідження* своїм результатом мають загальні концепції, які підводять підсумки теоретичних і практичних досягнень педагогіки або пропонують моделі розвитку педагогічних систем на прогностичній основі. *Прикладні дослідження* охоплюють питання, направлені на поглиблене вивчення окремих сторін педагогічного процесу, розкриття закономірностей багатосторонньої педагогічної практики [1, с. 78]. Оскільки

цілі та завдання фундаментальних і прикладних досліджень у педагогіці відмінні, відповідно відрізняється й застосування математичних методів в цих дослідженнях.

На сучасному етапі розвитку педагогічної науки для неї характерний високий рівень диференціації, запозичення та інтерпретація відповідно до предмету свого дослідження ідей інших наук, внаслідок чого з'являються нові галузі педагогіки (наприклад, корекційна педагогіка, у межах якої вивчають і розробляють питання виховання, навчання та освіти дітей з різними вадами) [7, с. 22]. Це допомагає глибше проникати в суть досліджуваної педагогічної системи, процесу чи явища та розробляти їхні теоретичні основи.

Одночасно з диференціацією відбувається процес *інтеграції наук*, тобто виникають нові прикладні дисципліни (наприклад, соціальна педагогіка, педагогічна психологія). Їх особливістю є дослідження результату ефективності виховних впливів на людину, які спричиняють зміни в її внутрішньому світі та поведінці, різних методів навчання та рівня освіти незалежно від анатомії і фізіології людини. За цих умов основна мета зміщується з пояснення педагогічних процесів та явищ на прогнозування результатів педагогічної ситуації.

Оскільки теорії виступають вищими формами наукового знання, відповідно їх класифікують на описові, пояснювальні, прогнозування, управління та планування. Проте в науці немає "чистих" типів теорій, тобто описові теорії можуть мати водночас статус пояснювальної і такої, що передбачає. Відповідно, і математичні методи, і математичні моделі змістовних теорій, спрямовані на пояснення деякого феномену, як правило, виконують прогнозування.

Прикладом статистичної моделі прогнозування є регресійний аналіз і канонічна кореляція, параметри яких перебувають під впливом неврахованих змінних. У кореляційних дослідженнях, що виявляють лише статистичні зв'язки, ставлять завдання спрогнозувати можливості вимірюваних педагогічних характеристик індивіда або групи.

Розробляють фундаментальні теорії шляхом застосування математичних моделей, що досліджують об'єкти як відносно прості системи. Ефективне прогнозування реалізують або при використанні статистичних методів типу моделей дискримінантного і регресійного аналізу, або методів імітаційного моделювання, які поєднують пояснювальні і прогностичні функції.

У прикладних дослідженнях застосування статистичних моделей прогнозу (регресійний, дискримінантний аналіз) комбінують з іншими методами багатомірного статистичного аналізу (факторним, кластерним). Так, перед використанням багатомірного регресійного аналізу з метою прогнозування рекомендовано провести факторний аналіз, щоб зменшити кількість початкових змінних; виявити змінні, що корелюють і знижують точність прогнозу.

Методи багатомірного статистичного аналізу використовують у фундаментальних дослідженнях, вимірюючи латентні змінні на основі кореляції спостережуваних змінних. У прикладних дослідженнях застосування цих методів найчастіше пов'язане з розв'язанням задач класифікації об'єктів.

Математичні методи в емпіричних і теоретичних педагогічних дослідженнях. У науці розрізняють два рівні досліджень: емпіричний та теоретичний. *Емпіричні дослідження* проводять із самим об'єктом для перевірки правильності теоретичних побудов. *Теоретичні дослідження* пов'язані не із реальністю, а з її знаково-символічним або просторово-образним аналогом, тобто формулами, моделями, схемами. Більшість наукових досліджень має теоретико-емпіричний характер [3, с. 90].

У будь-якому емпіричному (пов'язаному зі збором і аналізом даних) дослідженні послуговуються математичними методами. У теоретичних дослідженнях також використовують математичні засоби для з'єднання своїх структур (конструктів, гіпотез, типологій тощо) з емпіричними даними (результатами спостережень, вимірювань,

експериментів тощо).

Математичні методи є засобами створення математичних моделей, які описують і пояснюють функціонування певної педагогічної системи, процесу чи явища.

Існують три основні види математичного моделювання: 1) *аналітичне моделювання*, яке існує у вигляді алгебраїчних, інтегровано-диференціальних, кінцево-різницевих та інших рівнянь або логічних умов; 2) *імітаційне моделювання*, за допомогою якого можна за вихідними даними отримувати інформацію про стан процесу в певні моменти часу або стан системи в цілому; 3) *комбіноване моделювання*, в якому об'єднано переваги аналітичного й імітаційного моделювання [2, с. 56].

Ці види можна класифікувати на стохастичні і детерміновані, статичні і динамічні, дискретні і безперервні. Прикладом стохастичного моделювання, яке відображає ймовірнісну природу процесів і явищ та має такі характеристики, як вірогідність, рівень значущості тощо, є теорія тесту Item Response Theory (IRT), автором якої є датський математик Г. Раш.

Теоретичний аналіз наукових робіт показав існування різноманітних математичних моделей, які розроблені для кожного конкретного дослідження. Так, для аналізу педагогічних явищ застосовується теорія нечітких множин, розроблена американським вченим Л. Заде. У дослідженні М. А. Якубовські, який розглядав професійну освіту вчителя як надскладну систему, до якої входять такі компоненти як професійна підготовка і професійна діяльність, для побудови математичної моделі професійної діяльності вчителя була використана теорія нечітких множин [9]. Цікавою є математична модель процесу навчання, яка реалізована у вигляді дискретної геометричної конструкції в п'ятивимірному просторі, для побудови якої дослідниками був використаний метод граничного геометричного моделювання [8, с. 29]. Для представлення структури навчального матеріалу з певної дисципліни найчастіше застосовуються структурно-логічні формули або графи. Також для встановлення зв'язків між певними факторами науковцями застосовуються кореляційний, факторний аналіз [3, 5].

Таким чином, наявність великої кількості математичних моделей пояснюється складністю педагогічних систем. Адекватна математична модель повинна відображати структуру тих процесів і відношень змінних, що породжуються цією структурою. Складність побудови такої математичної моделі, на думку Л. Б. Ітельсона, пояснюється тим, що "...повне врахування всіх зв'язків, які визначають відповідні структури, і всіх змінних, що зумовлюють їх функціонування, практично неможливе" [4, с. 59].

Математичні методи в педагогіці (аналогічно як і в психології) також можна умовно поділити на два основні класи відповідно до двох типів математичних моделей: моделей вимірювання і моделей структур та процесів (С. Паповян), які можуть належати як до теоретичних, так і до емпіричних структур (рис. 1) [6, с. 12-14].

Теоретичні описові моделі є формалізацією описової теорії. Їх аналіз може зумовлювати змістовні твердження на основі дедукції та ізоморфізму між теорією і відповідною математичною структурою.

На основі математичної дедукції побудовані пояснювальні гіпотетико-дедуктивні моделі, які формулюють твердження про взаємозв'язок змінних. Внаслідок цього виникає математична гіпотеза, яка потребує емпіричної перевірки. Якщо перевірка дає позитивні результати, то збільшується вірогідність істинності тих постулатів, на яких ґрунтується теорія.



Рис. 1. Класифікація математичних моделей

Пояснювальні аксіоматичні моделі – перелік аксіом, яким повинні відповідати емпіричні дані. За допомогою них доводять теореми, що встановлюють існування й одиничність відповідних числових представлень. Якщо аксіоми задовольняються, то правильними вважають й усі подальші висновки (теореми). Відмінність аксіоматичних моделей від гіпотетико-дедуктивних полягає в тому, що аксіоми перевіряють емпірично як початкові постулати, а гіпотези – як висновок з початкових постулатів. Обов’язковою умовою є процедура перевірки гіпотез.

Емпіричні математичні моделі характеризуються тим, що емпіричні дані слугують не стільки для перевірки гіпотез, скільки для розробки моделі. Після того як модель сформована і підтверджена її емпірична адекватність, вона може індуктивним шляхом сприяти висуненню теоретичних гіпотез.

Застосовуючи *кількісні емпіричні узагальнення*, описують деяку емпіричну закономірність, зв’язок між змінними, описаних за допомогою математичних методів (статистичного оцінювання, перевірки статистичних гіпотез). На основі *прогнозуючих математичних моделей* можна розробляти пояснювальні моделі. До *індексних моделей вимірювання* відносяться тести досягнень, шкали рейтингу, факторний аналіз і ін. Для прогнозування стану чи поведінки об’єкта можуть бути використанні *моделі статистичного аналізу* (регресійний, дисперсійний, дискримінантний, кореляційний).

Використання математичних методів є невід’ємною складовою двох взаємодіючих між собою рівнів наукового пізнання – емпіричного та теоретичного досліджень.

Висновки. Специфіка використання математичних методів у педагогіці визначається складністю структури, різноманіттям причинно-наслідкових зв’язків та нелінійною природою її об’єктів (педагогічні системи, явища, процеси виховання, навчання, розвиток і формування особистості). Певні педагогічні властивості мають якісний характер, і нерідко їх вимірюють лише на рівні категоріальних шкал. Це зумовлює застосування таких складних і потужних методів сучасної математики, як багатомірне шкалування, факторний і кластерний аналіз та ін.

Особливістю об’єктів педагогіки є значна мінливість, варіантність. Як правило, вони стохастичні за своєю природою, а їхній поведінці притаманна невизначеність, станам – випадковість. Педагог у своїй діяльності часто послуговується емпіричною інформацією і будує свої висновки за невизначених умов.

Сучасні математичні методи, зокрема статистичні методи, в системі педагогічних методів, покликані з максимальною точністю і достовірністю опрацювати результати педагогічних досліджень для отримання об'єктивної картини педагогічного процесу або відкриття нових педагогічних явищ. Вони є одним із засобів побудови, аналізу і прогнозування моделей педагогічної системи, явища або процесу.

Проведений аналіз використання математичних методів в педагогічних дослідженнях, визначив такі напрямки подальших досліджень:

– визначення теоретико-методологічних основ і практичної значущості математичних методів як одного із засобів педагогічного дослідження для аналізу і прогнозування закономірностей педагогічного процесу;

– розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій щодо використання математичних методів, зокрема параметричних, непараметричних, багатомірних, для аналізу і прогнозування закономірностей педагогічних явищ та процесів, а також побудови відповідних математичних моделей;

– використання розроблених рекомендацій для підтримки вивчення курсу “Математико-статистичні методи в педагогіці” студентами педагогічних спеціальностей.

Використана література:

1. *Грабарь М. И.* Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.
2. *Дружинин В. Н.* Экспериментальная психология / В. Н. Дружинин. – СПб : Издательство “Питер”, 2000. – 320 с.
3. Загвязинский В. И. Методология и методы психолого-педагогических исследований : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. И. Загвязинский, Р. Атаханов. – М. : Издательский центр “Академия”, 2005. – 208 с.
4. *Ительсон Л. Б.* Математические и кибернетические методы в педагогике / Л. Б. Ительсон. – М. : Просвещение, 1964. – 268 с.
5. *Михеев В. И.* Моделирование и методы теории измерений в педагогике / В. И. Михеев. – М. : Высшая школа, 1987.
6. *Руденко В. М.* Математичні методи в психології / В. М. Руденко, Н. М. Руденко. – К. : Академвидав, 2009. – 384 с.
7. *Сластенин В. А. и др.* Педагогика : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов ; под ред. В. А. Сластенина. – М. : Издательский центр “Академия”, 2007. – 576 с.
8. *Найниш Л. А.* Повышение эффективности процесса обучения методами математического моделирования / Л. А. Найниш, Е. М. Тишина // Инновации в образовании. Вестник Нижегородского университета имени Н. И. Лобачевского. – 2008. – № 2. – С. 27-31.
9. *Якубовські М. А.* Теоретико-методологічні основи математичного моделювання професійної діяльності вчителя : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.04 “Теорія і методика професійної освіти” / М. А. Якубовські. – Київ, 2004. – 40 с.

Шроль Т. С. Теоретико-методологические основы применения математических методов в педагогических исследованиях.

В статье рассматриваются особенности и возможности использования математических методов в педагогических исследованиях как одного из средств анализа и прогнозирования педагогических систем, явлений и процессов.

Ключевые слова: методология педагогических исследований, математические методы, математические модели, педагогические измерения.

Shrol T. S. Theoretical and methodological foundations application of mathematical methods in pedagogical researches.

In the following article are described the peculiarities and possibilities of using mathematical methods in pedagogical researches as a means of analyzing and prediction pedagogical systems, processes and phenomena.

Keywords: methodology of pedagogical researches, mathematical methods, mathematical models, pedagogical measurings.