

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ГОРБАЧУК Василь Олександрович**

УДК 378.012.091.33-027.22:004]:519.22/.25](477)(043.3)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ  
МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ СТУДЕНТІВ ЕКОНОМІЧНИХ  
СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ**

Спеціальність – 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Горбачук В.О.

Науковий керівник

**Гончаренко Яніна Володимирівна**, кандидат

фізико-математичних наук, доцент,

професор кафедри методології та методики

навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи

НПУ імені М.П.Драгоманова

Київ – 2021

## АНОТАЦІЯ

**Горбачук В.О.** Комп'ютерно-орієнтована методика навчання математичної статистики студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). – Дисертація виконана в Національному педагогічному університеті імені М.П.Драгоманова, Київ, 2021.

Дисертаційна робота є теоретико-експериментальним дослідженням проблеми розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання (КОМН) математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей галузей знань 11 Математика та статистика та 07 Управління та адміністрування.

На основі теоретичного аналізу проблеми дослідження та результатів констатувального етапу педагогічного експерименту було встановлено, що актуальність проблеми створення КОМН математичної статистики обумовлена багатьма чинниками, основними з яких є існуючі суперечності між:

- надшвидким оновленням комп'ютерно-орієнтованих технологій, що використовуються в освітній та професійній діяльності майбутніх фахівців, та недостатнім обсягом або застарілим змістом їх використання в процесі навчання математичної статистики;
- професійними вимогами до рівня сформованості в майбутнього бакалавра економіки або математики, чи уміння створювати та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі та реальним рівнем сформованості відповідних компетентностей у студентів.

Розроблена в дисертаційному дослідженні комп'ютерно-орієнтована методика навчання статистики ґрунтується на проведеному аналізі теоретико-методологічних та психолого-педагогічних основ, що включало в себе: виділення провідних підходів та технологій навчання; визначення основних принципів комп'ютерно-орієнтованого навчання; аналіз особливостей методології та методики навчання статистики в

умовах інформатизації освіти; аналіз специфіки методичної системи навчання математичних дисциплін з використанням ІКТ; визначення місця та ролі комп'ютерно-орієнтованого супроводу в навчанні статистики; дослідження та врахування психологічних особливостей студентів старших курсів бакалаврату в умовах зміни парадигми навчання та провідного типу діяльності з навчальної на навчально-професійну.

На основі здійсненого аналізу було сформульовано вимоги та відповідні рекомендації щодо всіх складових методичної системи навчання математичної статистики в умовах реалізації КОМН.

Представлено уточнені цілі навчання математичної статистики та вимоги до формування як зовнішніх (предметно-орієнтованих) цілей навчальної дисципліни, так і внутрішніх (студентоорієнтованих) цілей навчання. Встановлено, що при розробці КОМН математичної статистики на етапі визначення цілей навчання слід враховувати необхідність формування у майбутніх фахівців здатності використовувати сучасний апарат математичної статистики в професійній діяльності для розв'язання прикладних задач економічного змісту з використанням сучасних інформаційних технологій та програмних засобів. Це приводить до потреби формування у студентів знань та вмінь, що забезпечують оволодіння методами статистичного аналізу, сучасними програмними комплексами, що використовуються в професійній аналітичній діяльності, вміннями та навичками програмування окремих статистичних процедур та функцій.

На основі проведеного аналізу змісту навчального матеріалу, а також можливостей комп'ютерного супроводу курсу, сформульовано вимоги до змісту теоретичного навчання та системи завдань з математичної статистики: підпорядкованість всіх змістових одиниць основним цілям навчання, які сформульовані у вигляді очікуваних результатів (компетентностей); структурування і систематизації змісту теоретичного навчання з врахуванням сучасних вимог, принципу науковості, а також можливостей інтенсифікації вивчення теоретичного матеріалу за допомогою ІКТ; типізація навчальних завдань за особливостями і роллю застосування інформаційно-комунікаційних технологій у їх розв'язанні;

послідовності подачі теоретичного матеріалу та завдань однієї групи у відповідності до принципів: від простого до складного, від стандартного до творчого, від конкретного до абстрактного; забезпечення взаємозв'язку між фундаментальною та професійною підготовкою. Обґрунтовано та експериментально перевірено, що, при створенні та реалізації КОМН математичної статистики необхідно використовувати систему послідовних взаємопов'язаних математико-статистичних, практичних та професійно-орієнтованих задач, розв'язування яких передбачає використання різних типів програмних засобів, що створює умови для формування у студентів фундаменту для подальшого професійного навчання та майбутньої професійної діяльності.

Проаналізовано традиційні та комп'ютерно-орієнтовані методи навчання, встановлено їх взаємозв'язки та сформульовано рекомендації щодо вибору і застосування комп'ютерно-орієнтованих методів навчання у навчанні математичної статистики, які ґрунтуються на принципі: в конкретних умовах доцільно обирати ті методи, використання яких забезпечує високу ефективність навчання студентів за прийнятими критеріями.

Створено засоби навчання та розроблено методичне забезпечення лабораторно-практичних занять зі статистики, які передбачають використання комп'ютерно-орієнтованого супроводу через розробку та застосування: систем комп'ютерної математики, LMS платформ електронного навчання, розробленого автором програмного засобу для комп'ютерного тестування, прикладних програмних засобів загального призначення, мов програмування (R, Python). Розроблені і представлені засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання надають можливість гнучко комбінувати традиційні методи та форми навчання з інноваційними, активізуючи навчально-пізнавальну діяльність студентів.

Здійснено експериментальну перевірку ефективності розроблених компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, що підтвердила висновки про результативність її впровадження в освітній процес. Проведений аналіз продемонстрував статистично значуще підвищення рівнів сформованості у студентів умінь застосовувати методи та основні процедури

статистичного аналізу, розвиток вміння математико-статистичного моделювання економічних та соціальних процесів та сформованості ІТ-компетентностей.

Підтверджено, що розроблена комп'ютерно-орієнтована методика навчання математичної статистики, навчальний посібник «Математична статистика. Лабораторно-практичні заняття», програмний засіб “Booster Subject Play” можуть бути впроваджені в освітній процес, використовуватись під час навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів.

Наукова новизна дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробці, впровадженні та експериментальному підтвердженні результативності комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних (з додатковою спеціальністю «економіка») спеціальностей педагогічних університетів, що забезпечує прикладну та професійну спрямованість навчання, формування професійних компетентностей, в тому числі готовності до розв'язання прикладних та професійних завдань, пов'язаних зі статистичним аналізом даних, моделюванням та дослідженням реальних економічних процесів та явищ з використанням сучасних програмних засобів, технологій та мов програмування.

Теоретичне значення результатів дослідження полягає в тому, що:

- уперше розроблено, науково обґрунтовано та експериментально впроваджено комп'ютерно-орієнтовану методику навчання математичної статистики студентів економічних та математичних (з додатковою спеціальністю «економіка») спеціальностей;

- удосконалено психолого-педагогічні та методичні підходи до навчання математичної статистики в умовах інформатизації освітнього процесу, що розширює можливості та підвищує ефективність використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання на різних етапах формування математичних, інформаційно-технологічних та професійно-практичних компетентностей;

- розроблено модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, яка включає теоретико-методологічні основи, всі

компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання статистики, оціночний та корекційний блоки;

– удосконалено навчально-методичне забезпечення навчання математичної статистики, розроблено принципи, рекомендації та засоби для організації навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців через використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у:

– впровадженні комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів в освітній процес;

– апробації розроблених методичних рекомендацій та засобів навчання:

– створенні системи завдань для практичних та лабораторно-практичних занять, типологізованих за особливостями та роллю застосування інформаційно-комунікаційних технологій у їх розв'язанні;

– дидактичному комп'ютерному супроводі аудиторних занять та самостійної роботи студентів у вигляді електронних навчальних матеріалів, динамічних моделей, тренажерів, процедур розв'язування статистичних задач, систем онлайн-тестування, навчального програмного засобу «Booster Subject Play»;

– написанні навчального посібника «Математична статистика. Лабораторно-практичні заняття», який містить систему різнорівневих завдань зі статистики, а також методичні вказівки щодо їх розв'язання із застосуванням ІКТ;

*Ключові слова:* комп'ютерно-орієнтована методика навчання, математична статистика, інформаційні технології, методична система навчання, математичне моделювання, математичні та інформаційно-технологічні компетентності.

## ABSTRACT

Horbachuk V.O. Computer-based methods of teaching mathematical statistics to students of economic specialties of pedagogical universities. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of pedagogical sciences on a specialty 13.00.02 - the theory and teaching method (mathematics). - The dissertation was completed at the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanov, Kyiv, 2021.

The dissertation is a theoretical and experimental study on the problem of developing computer-oriented teaching method (COTM) of mathematical statistics for students of economic and mathematical specialties in the fields of knowledge 07 Management and Administration and 11 Mathematics and Statistics.

Based on the theoretical analysis of the research problem and the results of the ascertaining stage of the pedagogical experiment, it was found that the urgency of the problem of creating COTM of mathematical statistics is due to many factors, the main of which are the existing contradictions between:

- ultra-rapid updating of computer-based technologies used in the educational and professional activities of future professionals, and insufficient or outdated content of their use in the teaching of mathematical statistics;
- professional requirements for the level of experience of the future bachelor of economics or mathematics, or the ability to create and research mathematical and computer models and the students` real level of formation of relevant competencies in.

The computer-oriented method of teaching statistics developed through the dissertation research is based on the conducted analysis of theoretical-methodological and psychological-pedagogical bases, which includes: selection of leading approaches and technologies of teaching; defining the basic principles of computer-based learning; analysis of features of methodology and methods of teaching statistics in the conditions of informatization of education; analysis of the specifics of the methodical system of teaching mathematical disciplines using information and communications technology (ICT); determining the place and role of computer-based support in teaching statistics; the research

and taking into account the psychological characteristics of undergraduate students in terms of changing the paradigm of learning and the leading type of activity from educational to educational-professional.

Based on the analysis, the requirements and relevant recommendations for all components of the methodological system of teaching mathematical statistics in the implementation of COTM were formulated.

The specified goals of teaching mathematical statistics and the requirements for the formation of both external (subject-oriented) goals of the discipline and internal (student-oriented) learning goals are presented. It is established that the development of COTM of mathematical statistics at the stage of determining learning objectives should take into account the need to form in future professionals the ability to use modern mathematical statistics for professional activities to solve applied problems of economic content using modern information technology and software. This leads to the need to form students' knowledge and skills that provide mastery of methods of statistical analysis, modern software used in professional analytical activities, skills and programming skills of individual statistical procedures and functions.

Based on the analysis of the content of educational material, as well as the possibilities of computer support of the course, the requirements to the content of theoretical training and the system of tasks in mathematical statistics are formulated: subordination of all content units to the main learning objectives; structuring and systematization of the content of theoretical training taking into account modern requirements, the principle of scientificity, as well as opportunities to intensify the study of theoretical material with the help of ICT; typification of educational tasks according to the features and role of application of information and communication technologies in their solution; the sequence of presentation of theoretical material and tasks of one group in accordance with the principles: from simple to complex, from standard to creative, from concrete to abstract; ensuring the relationship between basic and vocational training. It is substantiated and experimentally verified that, when creating and implementing COTM of mathematical statistics it is necessary to use a system of consecutive interconnected mathematical-statistical, practical and professionally-oriented problems, the solution of which involves the use of different types of software,



which creates conditions for students for further professional training and future professional activity.

The traditional and computer-oriented teaching methods are analyzed, their interrelations are established and recommendations on the choice and application of computer-oriented teaching methods in teaching mathematical statistics are formulated, which are based on the principle: in specific conditions it is expedient to choose those methods that provides high efficiency of training of students according to the accepted criteria.

Teaching aids have been created and methodological support for laboratory-practical classes in statistics has been developed, which provides the use of computer-oriented support through the development and application of: computer mathematics systems, LMS, e-learning platforms, software for computer testing developed by the author, general-purpose software, programming languages (R, Python). Developed and presented tools of computer-based learning technologies provide an opportunity to flexibly combine traditional methods and forms of learning with innovative ones, activating the educational and cognitive activities of students.

An experimental test of the effectiveness of the developed components of computer-oriented methods of teaching mathematical statistics, which confirmed the conclusions about the effectiveness of its implementation in the educational process. The analysis showed a statistically significant increase in the levels of students' ability to apply methods and basic procedures of statistical analysis, the development of mathematical and statistical modeling of economic and social processes and the formation of IT competencies.

It is confirmed that a computer-oriented method of teaching mathematical statistics, a textbook "Mathematical Statistics. Laboratory-practical classes", testing software "Booster Subject Play" can be introduced into the educational process, used in the teaching of mathematical statistics to students of economic and mathematical specialties of pedagogical universities.

The scientific novelty of the study is in the theoretical substantiation, development, implementation and experimental confirmation of the effectiveness of computer-oriented methods of teaching mathematical statistics to students of economics and mathematics (with

additional specialty "economics") of pedagogical universities, that provides the applied and professional direction of teaching, forming the main competencies, including readiness to solve applied and professional tasks related to statistical data analysis, modeling and research of real economic processes and phenomena using modern software, technologies and programming languages.

The theoretical significance of the results of the study is that:

- for the first time a computer-oriented method of teaching mathematical statistics to students of economics and mathematics (with an additional specialty "economics") was developed, scientifically substantiated and experimentally implemented;

- improved psychological, pedagogical and methodological approaches to teaching mathematical statistics in terms of informatization of the educational process, which expands the opportunities and increases the efficiency of computer-based learning tools at different stages of formation of mathematical, information technology and professional competences;

- a model of computer-oriented methods of teaching mathematical statistics was developed, which includes theoretical and methodological bases, all components of computer-oriented methodical system of teaching statistics, evaluation and correction blocks;

- improved educational and methodological support for teaching mathematical statistics, developed principles, recommendations and tools for organizing the educational and professional activities of future professionals through the use of computer-based learning technologies.

The practical significance of the results of the study is in:

- introduction of computer-oriented methods of teaching mathematical statistics to students of economic and mathematical specialties of pedagogical universities in the educational process;

- approbation of the developed methodical recommendations and teaching aids:

- creating a system of tasks for practical and laboratory-practical classes, typologized by the features and role of information and communication technologies in their solution;

- didactic computer support of classroom classes and independent work of students in the form of electronic educational materials, dynamic models, simulators, procedures for solving statistical problems, online testing systems, educational software "Booster Subject Play";

- writing a textbook "Mathematical Statistics. Laboratory-practical classes", which contains a system of multilevel tasks in statistics, as well as guidelines for their solution using ICT;

Keywords: computer-oriented teaching methods, mathematical statistics, information technology, teaching system, mathematical modeling, mathematical and information technology competencies.

## Список публікацій здобувача за темою дисертації

*Наукові праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. Горбачук В.О. Математичне моделювання інвестиційної діяльності підприємства. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. №9. С. 80-92.
2. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О., Математичні методи аналізу результатів педагогічного експерименту. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. №10, С.168-175.
3. Горбачук В. О., Парчук М. І. Програмний засіб “Booster Subject Play” в системі рейтингової оцінки знань студентів з дисципліни “Теорія ймовірностей і математична статистика”. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 47 : збірник наукових праць. За заг. ред. проф. В. Д. Сиротюка. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. С. 44-50.
4. Горбачук В.О. Лабораторно-практичне заняття з математичної статистики. Вища освіта України: тематичний випуск «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» Додаток 2. Том 2. Київ — Кіровоград, 2014. С. 117-122.
5. Будянський Д. В., Друшляк М. Г., Семеніхіна О. В., Харченко І. І., Горбачук В. О., Чашечникова О. С. Типологія електронних ресурсів у формуванні риторичної культури фахівця. Інформаційні технології і засоби навчання, 81(1), 2021, С. 82-96. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4292>
6. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О. Модель комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання статистики студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів. Науковий журнал «Фізико-математична освіта». Суми, 2021, ISSN 2413-1571 С. 84-93.

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації*

7. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О. Математичне моделювання інвестиційної діяльності підприємства. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Асимптотичні методи в теорії диференціальних рівнянь» Київ, Україна. НПУ імені М.П. Драгоманова. 13-14 грудня 2012р. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. С. 50-52.

8. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О. Деякі проблеми навчання математичної статистики студентів економічних спеціальностей. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін» Київ, Україна. НПУ імені М.П. Драгоманова. 18-19 січня 2013р. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. С. 126-128.

9. Горбачук В.О. Використання педагогічних і професійних програмних засобів у навчанні математичної статистики студентів економічних спеціальностей. Науково-практична Інтернет-конференція «Інформаційні технології в навчальному процесі 2013». URL: [http://ikt-cn.org/images/gorbachuk\\_13.pdf](http://ikt-cn.org/images/gorbachuk_13.pdf)

10. Горбачук І.Т., Горбачук В.О.. Особливості підготовки педагогічних фахівців з фізики і математики за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр». Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю: збірник матеріалів міжнародної наукової інтернет-конференції. Редкол.: П.С. Атаманчук (голов. ред.) та ін. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2014. С. 161-163.

11. Горбачук В.О., Парчук М.І.. Функції MS Excel у навчанні Теорії ймовірностей і математичної статистики. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання природничо-математичних дисциплін: матеріали Міжнародного науково-практичного семінару, 28 жовтня 2014 року. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. С. 76-77.

12. Левандовський В.В., Горбачук В.О., Шитова С.Л.. Комп'ютеризований науково-навчальний тематичний модуль з різнорівневою рейтинговою самооцінкою/оцінкою знань, мультимедійними відеодемонстраціями та аудіосупроводом. Матеріали міжнародного науково-практичного семінару 28 жовтня

2014 р. присвяченого 60-річчю від дня народження Сергієнка В.П. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. 163 с.

13. Горбачук В.О. Використання лабораторно-практичного заняття як ефективної форми організації навчального процесу при вивченні математичної статистики. Шістнадцята міжнародна наукова конференція ім. акад. Михайла Кравчука, 14–15 травня, 2015р., Київ: Матеріали конф. Т.3. Теорія ймовірностей та математична статистика. Історія та методика математики. Київ.: НТУУ «КПІ», 2015. С. 132-134.

14. Горбачук В.О. Методика розв'язання задач з математичної статистики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. Матеріали Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасні науково-методичні проблеми математики у вищій школі», 25-26 червня 2015 р. Київ: НУХТ, 2015. С. 170-173.

15. Горбачук І.Т., Горбачук В.О., Мусієнко Ю.А. Деякі питання сучасного стану фізико-математичної освіти в Україні і перспективи. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми фізико-математичної освіти і науки», присвячена 95-річчю від дня народження доктора технічних наук, професора Дущенко В.П. 25-26 травня 2017 року, Київ, Україна. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. С. 120-123.

16. Горбачук В.О. Можливості мов програмування R та Python у навчанні математичної статистики. Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін», присвячена 85-річчю від дня народження професора Горбачука І.Т. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. С. 155-158.

17. Горбачук В.О. Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій студентами економічних спеціальностей для розв'язування задач математичної статистики під час проведення лабораторно-практичних занять. Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні проблеми математики та методики її навчання у вищій школі» НПУ імені М.П. Драгоманова, НУХТ. On-line конференція. 17-18 грудня 2020 р.

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації*

18. Горбачук В.А. Использование учебного программного средства Booster Subject Play при выполнении лабораторных работ по физике. V международная конференция «Информатизация образования – 2014», Беларусь, 2014.

19. Горбачук В.А. Инновационные формы организации учебного процесса по математической статистике. Научна конференция МАТТЕХ 2014. Сборник научни трудове: Том 1. Университетско издателство «Епископ Константин Преславски», Шумен, Болгария, 2014. С. 213-220.

20. Горбачук О.І., Горбачук В.О. Застосування кореляційного аналізу в дослідженні впливу економічної дипломатії на рівень економічної безпеки держави. Institutional framework for the functioning of the economy in the context of transformation: Collection of scientific articles - Publishing house «BREEZE», Montreal, Canada, 2015. С. 282–287.

*Навчальні посібники*

21. Draftsman. Навчальний курс від А до Я: навч. посібник. Хуснутдінов А.В., Горбачук В.О. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. 201с.

22. Горбачук В.О. Математична статистика. Лабораторно-практичні заняття: навчальний посібник. Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2016. 128 с.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1. ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
1.1. Формування математичної та інформаційно-технологічної компетентностей у навчанні математичної статистики студентів економічних спеціальностей .....	31
1.2. Математична статистика в системі підготовки студентів економічних та математичних спеціальностей.....	43
1.3. Психолого-педагогічні передумови навчання математичної статистики в умовах інформатизації освіти.....	54
1.4. Модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики.....	77
Висновки до розділу 1.....	93
РОЗДІЛ 2. Комп'ютерно-орієнтована методика навчання математичної статистики.....	95
2.1. Комп'ютерно-орієнтована система управління та підтримки курсу математичної статистики .....	95
2.1.1. Методика навчання нових понять та доведення тверджень з математичної статистики з використанням комп'ютерних технологій .....	96
2.1.2. Використання ІКТ на лекційних заняттях, при організації самостійної, індивідуальної роботи та контролю .....	104
2.1.3. Використання педагогічних і професійних програмних засобів у навчанні математичної статистики .....	118
2.1.4. Можливості мов програмування R та Python у навчанні математичної статистики .....	128
2.2. Авторський програмний засіб «Booster Subject Play» в системі знань студентів з дисциплін «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Статистика». ....	139
2.3. Лабораторно-практичне заняття з математичної статистики.....	157
2.4. Типізація задач математичної статистики за особливостями і роллю застосування інформаційно-комунікаційних технологій у їх розв'язанні .....	168



2.5. Експериментальна перевірка результатів дослідження, методичні рекомендації щодо їх впровадження .....	196
Висновки до розділу 2.....	212
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	214
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	218
ДОДАТКИ.....	248

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

- ІТ – інформаційні технології
- LMS – Learning Management System (Системи управління навчанням)
- ЕГ – експериментальна група
- ЗВО – заклад вищої освіти
- ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
- КГ – контрольна група
- КОМН – комп'ютерно-орієнтована методика навчання
- КОМСН – комп'ютерно-орієнтована методична система навчання
- НП – навчальний план
- ОП – освітня програма
- МК – математичні компетентності
- ІТК – інформаційно-технологічні компетентності
- ПК – професійні компетентності
- ППЗ – педагогічні програмні засоби
- СКМ – система комп'ютерної математики
- РГР – розрахунково-графічна робота
- ІНДЗ – індивідуальні навчально-дослідні завдання

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Одним з стратегічних напрямів розвитку, реформування та осучаснення вищої освіти України є її інформатизація, що передбачає створення та впровадження комп'ютерно-орієнтованих методик, методів, технологій, засобів навчання в освітній процес.

Це обумовлено як стрімким розвитком комп'ютерної техніки, так і глобальною інформатизацією освіти, науки, виробництва, бізнесу, суспільного життя. Стратегічні напрямки підготовки фахівців в сучасних умовах визначені «Національною доктриною розвитку освіти» [211], «Національною стратегією розвитку освіти України на період до 2021 року» [212], Національною програмою інформатизації [146], Законом України «Про вищу освіту» [147], Стратегією сталого розвитку «Україна – 2020» [288], «Концепцію нової української школи» [215], STEM-програмами (Science, Technology, Engineering and Mathematics) [227] підготовки фахівців європейського рівня, що активно впроваджують в українську освіту. У документах зосереджена увага на важливості професійної підготовки майбутніх фахівців, зокрема через покращення математичної освіти та системне впровадження ІТ-технологій в освітній процес.

Інформатизація суспільства потребує на ринку праці фахівців, підготовлених до повноцінного професійного застосування новітніх технологій. Досягти цього можна тільки за рахунок вдосконалення системи вищої освіти, спрямованого на підвищення її якості і конкурентоспроможності. Випускники сучасних університетів мають бути готовими працювати в умовах, коли інформація відіграє роль одного з провідних ресурсів виробництва з найвищими темпами зростання її обсягів. На сьогодні якісну підготовку фахівців у закладах вищої освіти можна забезпечити лише за умови впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітній процес. Використання ІКТ вже стає нормою у процесі підготовки фахівців різних спеціальностей, насамперед, інженерно-технічних, математичних, економічних. Разом з тим, ефективність і результативність самого освітнього процесу залежить від багатьох компонентів методичної системи навчання: від цілей і змісту навчального матеріалу, методів, засобів та форм організації освітнього процесу. При цьому жоден

з компонентів не може розглядатись окремо, оскільки досягти найкращого результату можна тільки створивши цілісну методичну систему навчання, яка передбачатиме обґрунтовану та системну інтеграцією ІКТ з кожним її компонентом та ефективно керування всіма її складовими.

Якісна підготовка майбутніх економістів, очевидно, неможлива без вивчення ряду математичних та економіко-математичних дисциплін. При цьому дисципліни, що включають вивчення математичної статистики, створюють фундамент для формування цілого ряду професійних вмінь та навичок сучасного фахівця, а також для вивчення цілого ряду дисциплін з циклу професійної та практичної підготовки, оскільки статистичні методи надзвичайно широко використовуються в економічних дослідженнях, теорії управління, теорії прийняття рішень, економіко-математичному моделюванні тощо. Однак, досить часто випускники ЗВО (педагоги, менеджери, економісти, інженери) недостатньо володіють методами математичної та прикладної статистики. Особливо гострою є проблема щодо готовності майбутніх економістів будувати математичні моделі реальних економічних та соціальних процесів та явищ і досліджувати їх, використовуючи наявний сучасний ІТ-інструментарій.

На сьогодні проблема створення та результативного застосування комп'ютерно-орієнтованих підходів у навчанні активно досліджується. Нами було проаналізовано ряд наукових публікацій та дисертаційних досліджень, що стосувались таких проблем:

- методика навчання математичних дисциплін з використанням ІКТ розглядалась у працях М. І. Жалдака [136], Ю.С. Рамського [250], С. А. Ракова [244, 245], Ю. В. Триуса [297], С. О. Семерікова [158], Ю. В. Горошка [109], М.С. Львова [193], О.П. Бесклінської [44];

- принципи розробки комп'ютерно-орієнтованих методик навчання математичних дисциплін досліджено в роботах І.М. Біляй [51], З. В. Бондаренко [52, 53], К. В. Власенко [62, 63, 64]; Ю. В. Горошка [140], Д. Є. Губар [112], М. І. Жалдака [135, 138], В. І. Клочка [165, 166, 167], Н. В. Морзе [206], М. В. Працьовитого [234], С. А. Ракова [244], Ю. С. Рамського [249], І. В. Сітак [267], С. О. Семерікова [261,

262], О. В. Співаковського [159, 274], Ю. В. Триуса [299], О. О. Чумак [322], О. М. Яцько [329];

- використання ІКТ в освітньому процесі, а також проблеми контролю, оцінювання та діагностики знань за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій в своїх працях розробляли багато закордонних і вітчизняних науковців, зокрема А. Борк, Б. Хантер, К. Інгенкамп [154], Ю. І. Іванов [151], В. Д. Циделко, І. В. Роберт [251], М. І. Жалдак [139], М. І. Пак;

- розробка автоматизованих систем навчання та перевірки навчальних досягнень: В. П. Андрущенко, В. І. Васил'єв, С. А. Раков [247], О. І. Ляшенко [194], М. Б. Челишкова [320];

- інструментарій для перевірки знань в системі дистанційної освіти розглядали у своїх роботах В. М. Кухаренко, Н. В. Морзе, Є. С. Полат, Н. Ф. Єфремова [132], Є. М. Смирнова-Трибульська [273], В. П. Сергієнко [264].

Всі названі дослідники зробили вагомий внесок у обґрунтування теоретичних основ та розробку і практичну реалізацію комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін.

Однак в даних роботах не було досліджено та розроблено компоненти комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, яка включала б в себе комп'ютерно-орієнтований супровід всіх етапів формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок щодо математико-статистичного моделювання найбільш поширених економічних і соціальних процесів, а також формуванню інформаційно-технологічних компетентностей під час навчання статистики. Неповною мірою, на нашу думку, також досліджені проблеми використання сучасних програмних засобів, систем комп'ютерної математики (СКМ) та мов програмування в навчанні математичної статистики.

Дане дисертаційне дослідження присвячене проблемі розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів, *актуальність якої зумовлена наступними чинниками:*

– *суперечностями між:*

- надшвидким оновленням комп'ютерно-орієнтованих технологій, що використовуються в освітній та професійній діяльності майбутніх фахівців, та недостатнім обсягом або застарілим змістом їх використання в процесі навчання статистики;

- професійними вимогами до рівня сформованості в майбутнього бакалавра економіки або математики (з додатковою спеціальністю «економіка») уміння створювати і досліджувати математичні та комп'ютерні моделі та реальним рівнем сформованості відповідних компетентностей у студентів;

- *необхідністю* підвищення рівня комп'ютерної грамотності фахівців у галузі економіки та математики і статистики;

- *процесом інформатизації освіти*, необхідністю швидкого оновлення та створення нових засобів та форм навчання, оновлення його змісту у відповідності до вимог сучасного ринку праці.

Зазначені чинники зумовлюють актуальність проблеми дослідження й необхідність теоретичного обґрунтування та створення комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних (з додатковою спеціальністю «економіка») спеціальностей педагогічних університетів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація виконана відповідно до наукового напрямку, що входить до плану науково-дослідної роботи кафедр вищої математики і методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи фізико-математичного факультету Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова.

Дисертаційне дослідження проводилось в рамках виконання науково-дослідницької держбюджетної теми «Розробка і впровадження навчально-наукового комп'ютеризованого комплексу лабораторних робіт саморозвитку особистості при підготовці учителя фізики», яка виконувалась в НПУ імені М.П.Драгоманова (державний реєстраційний номер: 0111U003664).

Тему дисертації затверджено Вченою Радою Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова (протокол № 6 від 26 грудня 2012 року) та

узгоджено в бюро Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 8 від 25 листопада 2014 року).

**Об'єкт дослідження** – процес навчання математичної статистики студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів.

**Предмет дослідження** – комп'ютерно-орієнтована методика навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів.

**Мета дослідження** полягає у теоретичному обґрунтуванні й розробці комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів та експериментальній перевірці її ефективності.

**Гіпотеза дослідження.** Науково обґрунтоване, системне впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів сприятиме підвищенню якості їх фундаментальної та професійної підготовки, зокрема забезпечить їх готовність до розв'язання прикладних та професійних завдань, пов'язаних зі статистичним аналізом даних, моделюванням та дослідженням реальних економічних процесів та явищ з використанням сучасних програмних засобів, технологій та мов програмування.

Згідно з метою, предметом та гіпотезою дослідження, розв'язувалися такі **основні завдання** дослідження:

1) проаналізувати психолого-педагогічну, навчальну, наукову і методичну літературу, яка стосується проблеми дослідження та вивчити сучасний стан навчання математичної статистики в педагогічних та класичних університетах, в тому числі з використанням сучасних ІКТ;

2) уточнити зміст та обсяг математичної та інформатичної компетентностей майбутніх економістів, що формуються в процесі навчання математичної статистики, та встановити взаємозв'язки між ними;

3) визначити психолого-педагогічні передумови та методичні вимоги до

комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики;

4) побудувати модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, зокрема, визначити її теоретико-методологічні основи та принципи побудови, скоригувати цілі навчання і зміст курсу статистики, роль та місце комп'ютерно-орієнтованих методів, форм та засобів навчання;

5) розробити дидактичне забезпечення комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, яке включатиме засоби комп'ютерного супроводу теоретичного навчання, практичних та лабораторних занять, самосійної роботи, основних форм контролю, а також відповідні методичні рекомендації;

б) експериментально перевірити ефективність розробленої методичної системи та внести необхідні корективи в методичні рекомендації щодо навчання математичної статистики.

Під час розв'язання поставлених завдань застосовувались такі **методи дослідження**

- *теоретичні*: аналіз наукової та науково-методичної літератури з проблем дослідження (тут і надалі пункти дисертації, п. 1.1-2.5); аналіз освітніх програм, навчальних планів, підручників і навчальних посібників (1.2); узагальнення і систематизація, порівняльний та системний аналіз результатів наукових досліджень та наявного педагогічного досвіду (1.1-2.5); моделювання педагогічних процесів (1.4, 2.1-2.5), статистичні методи обробки результатів педагогічного експерименту (2.5);

- *емпіричні*: спостереження (аналіз навчальних занять, результатів навчання, порівняння різних підходів до організації навчання математичної статистики в різних ЗВО України) (1.1, 1.2, 2.1, 2.5); діагностичні (анкетування, тестування, бесіди, контрольні зрізи знань) (1.1, 1.2, 1.4, 2.2); експериментальні (організація і проведення констатувального, пошукового і формувального етапів педагогічного експерименту) (2.5).

**Методологічною основою дослідження** є: теорія пізнання, діяльнісна концепція навчання, системний, комплексний, диференційований та особистісно-орієнтовані підходи (П.Я.Гальперін [73], В.В.Давидов [115], З.І.Калмикова [160],



З.І.Слепкань [272] та ін.), теорія проблемного та розвивального навчання (В.В.Давидов, Л.В.Занков [150], Є.М.Кабанова-Меллер, І.С.Якиманська [328] та ін.), принцип наступності у процесі навчання (П.П.Блонський, О.М.Дубиніна [120], Г.С.Костюк [178], О.М.Леонтьєв [187], В.О.Сухомлинський, А.М.Фрідман та ін.), принцип прикладної спрямованості (А.Плоцкі, Г.І.Білянін, М.К.Бугір, О.О.Замков, Л.І.Нічуговська [214], Б.В.Гнеденко [79], В.В.Фірсов та ін.), положення методики навчання математики про роль задач та їх функції у навчанні математики, методики їх розв'язування (Г.П.Бевз [42], М.І.Бурда, Г.В.Дорофєєв, Д.Пойя [229], З.І.Слепкань [271] та ін.), наукові здобутки з методики навчання математики і математичних дисциплін вищої школи та сучасні концепції комп'ютерної підтримки освітнього процесу (В.Г.Бевз, О.І.Скафа [268, 269, 270], М.В.Працьовитий [84, 180, 235], Н.А.Тарасенкова [291], Ю.В.Триус, О.В.Співаковський [275], Ю.К.Бабанський, М.І.Жалдак, Г.О.Михалін [204], М.І.Шкіль [326] та ін.), наукові роботи з питань формування компетентнісного підходу в підготовці майбутніх фахівців (О.В.Черевко [321], Л.М.Дибкова [119], Г.О.Копил [175], В.Б.Уйсімбаєва та ін.), Закон України „Про вищу освіту”, Державна національна програма „Освіта” (Україна ХХІ століття), Національна доктрина розвитку освіти України у ХХІ столітті.

**Наукова новизна** дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробці, впровадженні та експериментальному підтвердженні результативності комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів математичних (з додатковою спеціальністю «економіка») та економічних спеціальностей педагогічних університетів, що забезпечує прикладну та професійну спрямованість навчання, формування професійних компетентностей, в тому числі готовності до розв'язання прикладних та професійних завдань, пов'язаних зі статистичним аналізом даних, моделюванням та дослідженням реальних економічних процесів та явищ з використанням сучасних програмних засобів, технологій та мов програмування.

**Теоретичне значення результатів дослідження** полягає в тому, що:

– уперше розроблено, науково обґрунтовано та експериментально впроваджено комп'ютерно-орієнтовану методику навчання математичної статистики

студентів економічних та математичних (з додатковою спеціальністю «економіка») спеціальностей;

- удосконалено психолого-педагогічні та методичні підходи до навчання математичної статистики в умовах інформатизації освітнього процесу, що розширює можливості та підвищує ефективність використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання на різних етапах формування математичних, інформаційно-технологічних та професійно-практичних компетентностей;

- розроблено модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, яка включає теоретико-методологічні основи, всі компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання статистики, оціночний та корекційний блоки;

- удосконалено навчально-методичне забезпечення навчання математичної статистики, розроблено принципи, рекомендації та засоби для організації навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців через використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання.

**Практичне значення** одержаних результатів дослідження полягає у:

- впровадженні комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів в освітній процес;

- апробації розроблених методичних рекомендацій та засобів навчання;

- створенні системи завдань для практичних та лабораторно-практичних занять, типологізованих за особливостями та роллю застосування інформаційно-комунікаційних технологій у їх розв'язанні;

- дидактичному комп'ютерному супроводі аудиторних занять та самостійної роботи студентів у вигляді електронних навчальних матеріалів, динамічних моделей, тренажерів, процедур розв'язування статистичних задач, систем онлайн-тестування, навчального програмного засобу «Booster Subject Play»;

- написанні навчального посібника «Математична статистика. Лабораторно-практичні заняття», який містить систему різнорівневих завдань зі

статистики, а також методичні вказівки щодо їх розв'язання із застосуванням ІКТ.

Матеріали дисертаційного дослідження використовувались під час проведення занять та організації самостійної роботи з курсу «Статистика» для студентів четвертого курсу спеціальностей «Математика (додаткова спеціальність: економіка)», «Середня освіта (математика)», «Економічна теорія» НПУ імені М.П. Драгоманова у 2015-2021 рр., при написанні магістерських робіт та проведенні курсів за вибором «Математичні методи і моделі», «Економіко-математичні методи та моделі», «Математичні методи економічного та фінансового аналізу» для магістрантів НПУ імені М.П. Драгоманова, Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка, Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, Університету економіки і права «КРОК».

**Впровадження результатів.** Основні положення і результати дослідження впроваджено у освітній процес, що підтверджується довідками: Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова; Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (довідка № 016/171 від 03 березня 2021 року); Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка (довідка №339/20 від 02.03.2021); Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (довідка № 18-н від 03 березня 2021 року), Університету економіки і права «КРОК» (довідка № 14/13 від 03 березня 2021 року).

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення і результати дослідження були оприлюднені на наукових конференціях різного рівня:

- міжнародних – 8
- Міжнародна наукова конференція «Асимптотичні методи в теорії диференціальних рівнянь» Київ, Україна. НПУ імені М.П. Драгоманова. 13-14 грудня 2012р;

- Міжнародна наукова конференція «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін» Київ, Україна. НПУ імені М.П. Драгоманова. 18-19 січня 2013р;
- Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю: міжнародна наукова інтернет-конференція. Кам'янець-Подільський, 2014;
- Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання природничо-математичних дисциплін: міжнародний науково-практичний семінар, 28 жовтня 2014 року, Київ, НПУ імені М. П. Драгоманова;
- Міжнародний науково-практичний семінар 28 жовтня 2014 р. присвячений 60-річчю від дня народження Сергієнка В.П, Київ, НПУ імені М. П. Драгоманова;
- Шістнадцята міжнародна наукова конференція ім. акад. Михайла Кравчука, 14–15 травня, 2015 р., Київ;
- Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасні науково-методичні проблеми математики у вищій школі», 25-26 червня 2015 р. Київ, НУХТ;
- Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми фізико-математичної освіти і науки», присвячена 95-річчю від дня народження доктора технічних наук, професора Дущенко В.П. 25-26 травня 2017 року, Київ, Україна;
  - **всеукраїнських – 3**
  - Науково-практична Інтернет-конференція «Інформаційні технології в навчальному процесі 2013»;
  - Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін», присвячена 85-річчю від дня народження професора Горбачука І.Т, Київ, НПУ імені М. П. Драгоманова;
  - Всеукраїнська наукова конференція "Актуальні проблеми математики та методики її навчання у вищій школі" 17-18 грудня 2020 р., м. Київ;

- на **звітних наукових** конференціях фізико-математичного факультету Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (м.Київ, 2012-2020 рр.).

Матеріали і результати дослідження обговорювалися на Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Актуальні питання методики навчання математики» (м. Київ, 2015р., 2019 р.).

**Особистий внесок здобувача.** У працях, опублікованих у співавторстві, автору належать такі результати: систематизація математичних методів аналізу результатів педагогічного експерименту та розробка алгоритмів та схем їх вибору [87]; опис функціональних можливостей програмного засобу «Booster Subject Play» та їх порівняльний аналіз з іншими системами комп'ютерного тестування [90]; розробка типології електронних ресурсів та опис їх технічних можливостей у формуванні риторичної культури фахівців [55]; опис основних структурних компонентів комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання математичної статистики студентів економічних спеціальностей [88]; реалізації математичного та комп'ютерного моделювання задачі динамічної оптимізації інвестиційної діяльності підприємства [86]; порівняльний аналіз існуючих підходів до вивчення математичної та загальної статистики [85]; розробка рекомендацій, щодо структури магістерських програм підготовки фізиків і математиків [101]; опис основних функцій MS Excel та рекомендації щодо їх застосування в процесі вивчення теорії ймовірностей та математичної статистики [100]; розробка комп'ютеризованого науково-навчального тематичного модуля для розв'язування математичних та економічних задач [186]; огляд сучасного стану математичної освіти [102]; кореляційний аналіз впливу інструментів економічної дипломатії на економічну безпеку держави [105]; розділ №3 навчального посібника [21].

**Публікації.** Основні результати дослідження опубліковані у 22 науково-методичних працях, серед них: 6 статей у наукових фахових виданнях України (з них 2 одноосібні), 3 статті в закордонних періодичних виданнях (з них 2 одноосібні), 11

статей та тез доповідей у матеріалах конференцій (у тому числі 4 праці одноосібні) та 2 навчальні посібники.

**Структура дисертації.** Дисертація складається з переліку умовних скорочень, вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел із 329 найменувань, 11 додатків на 53 сторінках. Загальний обсяг дисертації 304 сторінок, із них 193 сторінки основного тексту, робота містить 81 рисунок, розміщених на 59 сторінках, та 21 таблицю, розміщених на 20 сторінках.

## **РОЗДІЛ 1. ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **1.1. Формування математичної та інформаційно-технологічної компетентностей у навчанні математичної статистики студентів економічних спеціальностей**

Завданням будь-якого закладу вищої освіти є формування гармонійно розвиненої особистості, фахівця, який би зміг гідно конкурувати з іншими на сучасному ринку праці. Вирішальне значення в ефективності виконання функціональних завдань фахівцями економічного профілю відіграє їхня професійна компетентність, яка дозволяє впевнено почувати себе на робочому місці, швидше адаптуватися в нових умовах, успішно вирішувати складні завдання професійної діяльності. Сьогодні вища школа орієнтується на якісну підготовку конкурентоспроможного фахівця. Вирішення цієї проблеми неможливе без вдосконалення математичної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО.

Використання математичного моделювання, кількісних методів дослідження, обчислювальних засобів є важливою складовою професійної діяльності сучасного економіста, що передбачає переосмислення ролі математичної складової в системі підготовки студентів економічних спеціальностей і розробки відповідних підходів та технологій [323].

Проте, не зважаючи на значимість математичних дисциплін в підготовці економістів, сьогодні спостерігається протиріччя між потребою у фахівцях, які володіють сучасними методами економічної математики, та недостатнім рівнем підготовки таких фахівців в умовах традиційної системи математичної підготовки у вузах економічного профілю. Змінити ситуацію, що склалася, на нашу думку, можливо, якщо зміст освітнього процесу з математики зорієнтувати на нові потреби і вимоги суспільства, а саме: на формування математичної компетентності майбутнього фахівця економічного профілю. Цю думку поділяє багато дослідників, зокрема Т.В. Думанська [121], Г.Я. Дутка [122, 123], О.М. Токарчук [295], О.Г. Фомкіна [310], Е.Б. Чуяко [323] та ін.

У системі вищої освіти математика виступає фундаментальною складовою професійної підготовки. Вивчення дисциплін математичного циклу сприяє не тільки

накопиченню певної системи знань, умінь і навичок, але й розвитку інтелектуальної сфери студентів, формуванню різних способів мислення. Студенти завдяки вивченню математики отримують специфічні знання та набувають універсальних навичок таких як логічне мислення, вміння аналізувати, класифікувати, систематизувати, висувати гіпотези і спростовувати або доводити їх, користуватися аналогіями тощо, а такі способи вираження думки і навички раціонального мислення як лаконічність, точність, повнота – розвиваються лише з досвідом розв’язування математичних задач. Математична освіта є однією з найважливіших складових в системі фундаментальної підготовки сучасного економіста, метою якої є готовність студентів до неперервної самоосвіти і практичного застосування математичних знань.

Важливою метою навчання математики у ЗВО є формування математичної компетентності, адже цілісне розуміння наукової картини світу, об’єктивне його сприйняття людина набуває на шляху формування саме математичної компетентності. У контексті зазначеної проблеми особливої уваги заслуговують праці вітчизняних та іноземних вчених і методистів, які досліджували: основні положення методики навчання математики (Г. П. Бевз [42], М. І. Бурда [56], Л. Д. Кудрявцев [182], З. І. Слєпкань [271, 272], В. О. Швець [201, 241, 325] та ін.); компетентнісний підхід у сучасній освіті (Н. М. Бібік [49], В. А. Кальней [161], В. А. Краєвський [179], О. Я. Савченко [259], Е. Тоффлер [296], А. В. Хуторський [319], О.М. Овчарук [219] та ін.); поняття математичної компетентності (М.С. Головань [81], О.В. Онопрієнко [220], І.В. Зайченко [142], С. А. Раков [245, 246], Л.К. Ілляшенко [153], О.І. Власова [65] та ін.). Проблемі формування математичної компетентності студентів економічних спеціальностей приділяли увагу такі учені як Я. А. Барлукова [41], Ю.В. Деркач [118], Г.Я. Дутка [122, 123], Т.В. Думанська [121], О.М. Токарчук [295], та ін.

Сучасні дослідження доводять, що знання, уміння та навички повинні виступати не як мета, а як засоби розвитку особистості. Головною метою освіти повинно стати створення сприятливих умов для особистісного становлення й творчої самореалізації кожного студента, формування компетентностей у професійній діяльності, серед яких важливе значення для підготовки економістів має проблема



формування математичної компетентності як базової у системі професійної освіти. У наукових дослідженнях існують різні підходи до тлумачення термінів «компетенція», «компетентність», «математична компетентність», визначені рівні та структура цих понять. В даному дослідженні ми дотримувались наступних підходів до означення цих термінів.

Компетенція (від лат. *competere* – відповідати, підходити) – здатність застосовувати знання, уміння, успішно діяти на основі практичного досвіду при вирішенні завдань. Компетенція – особистісна здатність фахівця вирішувати визначене коло професійних завдань. Під компетенцією розуміють формально описані вимоги до особистісних, професійних тощо якостей фахівця (при оцінці персоналу). Професійна компетенція – здатність успішно діяти на основі практичного досвіду, вмінь і знань при вирішенні практичних завдань [122].

Компетентність – поінформованість, обізнаність, авторитетність. Компетентність (у перекладі з латинської *competentia*) означає коло питань, у яких людина добре обізнана, має знання та досвід. Компетентність визначається як набута у процесі навчання інтегрована здатність особистості, яка складається із знань, досвіду, цінностей, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці. Компетентність працівника – ступінь його кваліфікації, яка дозволяє успішно вирішувати завдання, що стоять перед ним. У педагогічному аспекті компетентність – здатність діяти на основі набутих знань. Компетентність виступає результативно діяльнісною характеристикою освіти, її набувають лише з допомогою особистої продуктивної діяльності [122].

Поняття «математична компетентність» Д. А. Картьожніков [162] розглядає як сукупність системних властивостей особистості, яка виражається фундаментальними знаннями з математики і вміннями застосовувати їх в нових ситуаціях, здатність досягати значних результатів у математичній діяльності. Математична компетентність – не тільки уміння працювати з числовою інформацією, оперувати математичними поняттями, а уміння бачити і застосовувати математику у реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, складати математичні моделі та досліджувати їх методами математики, інтерпретувати отримані

результати, оцінювати похибки обчислень. Математична компетентність характеризується математичною грамотністю і включає математичні здібності й уміння, математичний стиль мислення, письмову і усну аргументацію, застосування сучасних технічних засобів і комп'ютерних технологій. Математична компетентність – складна система, а тому до ключових і загальних предметних компетенцій необхідно додати й спеціальні предметні, які спираються на змістові поняття курсу математики як дисципліни. На думку Е. Г. Габітової [71] розвиток математичної компетентності визначається як процес набуття системних властивостей особистості, що виражається ґрунтовними знаннями з математики і вміннями застосовувати їх в нових ситуаціях, здібностями досягати значних результатів у математичній діяльності [123].

Система компетентностей в освіті має ієрархічну структуру, рівні якої складають [37]:

1. Ключові компетентності (міжпредметні та надпредметні компетентності) – здатність людини здійснювати складні поліфункціональні, поліпредметні, культурнодоцільні види діяльності, ефективно розв'язуючи актуальні індивідуальні та соціальні проблеми.

2. Загальногалузеві компетентності – компетентності, які формуються учнем упродовж засвоєння змісту певної освітньої галузі в усіх класах середньої школи і які відбиваються в розумінні «способу існування» відповідної галузі – тобто того місця, яке ця галузь посідає в суспільстві, а також уміння застосовувати їх на практиці у рамках культурно доцільної діяльності для розв'язування індивідуальних та соціальних проблем.

3. Предметні компетентності – складова загальногалузевих компетентностей, яка стосується конкретного предмета.

Математична підготовка фахівця економіста передбачає опанування особистістю ключових компетентностей суспільства сталого розвитку, які мають три виміри: знання, уміння та ціннісні ставлення. Кожен із цих вимірів компетентностей є важливим, доповнюючи один одного згідно з визначенням місії освіти XXI сторіччя: «учитися, щоб знати, діяти, жити спільно й разом, бути» [121].

Відповідно до цього кожна з ключових компетентностей, зокрема математична компетентність, також має три виміри: предметний вимір (що треба знати), діяльнісний вимір (що треба вміти) і практичний вимір (як застосовувати знання та вміння відповідно до цінностей суспільства сталого розвитку).

**Математична компетентність** передбачає обізнаність у предметних галузях математики, що в свою чергу включає:

- *когнітивний рівень* — знання (володіння понятійним апаратом і фактами в предметних галузях математики), зокрема: арифметична обізнаність; алгебраїчна обізнаність; геометрична обізнаність; стохастична обізнаність;
- *діяльнісний вимір* математичної компетентності передбачає опанування методом математики (спроможність розв'язувати типові й нестандартні математичні задачі, будувати та досліджувати математичні моделі).

Уміння (здійснювати математичну діяльність) передбачають: логічну, алгоритмічну, технологічну, дослідницьку та методологічну спроможність.

- *практично-ціннісний вимір* математичної компетентності насамперед визначається здатністю застосовувати математику (для розв'язування задач, які є актуальними і практично значущими для особистості, соціуму, людства відповідно до цінностей суспільства сталого розвитку).

Практично-ціннісний вимір математичної компетентності можна структурувати за складовими мислення, які визначають важливі його аспекти [173].

1. *Комунікативне мислення* (здатність здобувати інформацію з різних джерел, здатність репрезентувати інформацію в різних формах, здатність вести цілеспрямований діалог відповідно до системи цінностей суспільства сталого розвитку) (*Communication Thinking*).

2. *Ініціативне мислення* (здатність ініціювати постановку задач, досліджень, визначати стратегію розв'язування проблеми й утримувати мету, здатність імплементувати набуті результати у власну систему знань, що відповідає цінностям суспільства сталого розвитку) (*Entrepreneurship Thinking*).

3. *Математичне мислення* (здатність застосовувати знання й уміння в галузі математики для розв'язування практично значущих задач відповідності до

системи цінностей суспільства сталого розвитку: побудова та дослідження математичних моделей практично значущих задач). За сучасними уявленнями когнітивної психології таке мислення відносять до категорії формального (*дедуктивного*) мислення (*Crystallized Thinking*).

4. *Асоціативне (трансфертне) мислення* (здатність ставити задачі, використовувати індуктивні міркування, образне мислення, системне мислення, мислення за аналогіями для постановки задач і пошуку їх ефективних рішень відповідно до системи цінностей суспільства сталого розвитку). За сучасними уявленнями когнітивної психології таке мислення відносять до категорії гнучкого мислення (*Fluid Thinking*).

Зупинимось детальніше на тих складових математичної компетентності, які є, на нашу думку, найважливішими для фахівця в галузі економіки.

Серед професійних функцій фахівця з економіки чільне місце посідає аналітична функція. Аналітична функція означає здатність до аналітичного мислення та наявність аналітичних здібностей, уміння здійснювати аналіз ефективності роботи підприємства, аналіз потреби в ресурсах, ефективності зв'язків, уміння проводити моніторинг діяльності підприємства, власної діяльності та основних конкурентів на ринку, здійснювати аналіз продуктивності праці та ефективності стратегії управління, планувати техніко-економічні нормативи матеріальних та трудових затрат, проводити аналіз фінансово-господарської діяльності підприємства різних організаційно-правових форм; проводити діагностику виробничо-економічного потенціалу підприємства; визначати тенденції його розвитку. Тому, серед компетентностей, що формується в ході математичної підготовки, на нашу думку, однією з найважливіших є *аналітична компетентність*.

Здатність здійснювати аналіз певного виду явища, діяльності або процесу (неперервне виробництво, роздрібний бізнес, управління проектами та ін.) для вирішення кола професійних завдань (маркетинг, управління запасами, бюджетування тощо) за допомогою різноманітних методів та засобів автоматизації, підтримки прийняття рішень становлять сутність аналітичної компетентності економіста. У психолого-педагогічній літературі під аналітичними здібностями

розуміють наявність у людини схильності виявляти суттєві зв'язки та відношення між різними елементами інформації, здатності на основі аналізу конкретної ситуації будувати її цілісний образ [187, 199].

Серед основних складників аналітичних функцій фахівця з економіки виокремимо такі: інформаційно-аналітичну, обліково-аналітичну, фінансово-аналітичну, математичну або кількісно-аналітичну, системно-аналітичну, ІТ-аналітичну.

*Дослідницька компетентність* – володіння математичними методами побудови та дослідження математичних моделей економічних задач або ситуацій включає в себе аналітичну компетентність, але передбачає вищий рівень самостійної, пошукової, дослідницької діяльності при її реалізації.

На сьогодні в наукових дослідженнях виділяється ще один вид компетентностей фахівців економістів – прогностична. Однозначного тлумачення терміну «прогностична компетентність» наразі не існує. Так, В. Менделевич та С. Соловйова [202] під прогностичною спроможністю (прогностичною компетентністю) розуміють «здатність особистості, з високою ймовірністю, передбачати хід подій, прогнозувати розвиток ситуацій і власні реакції на них, діяти з часово-просторовим випередженням». У цьому розумінні «спроможність» близька за значенням до «компетентності» і в більшості випадків ці терміни – «антиципаційна спроможність» і «прогностична компетентність» – є ідентичними.

Т. Корнилова [177] під прогностичною компетентністю розуміє вид професійної компетентності, що виявляється у взаємозв'язку теоретико-методологічної, професійно-практичної та рефлексивно-ціннісної компетенцій, ступінь сформованості яких виражається певною мірою володіння знаннями, вміннями, досвідом у галузі прогнозування і здатністю застосування такого досвіду у професійній діяльності; сформованістю відповідних рефлексивних і ціннісних якостей [164].

Таким чином, під *прогностичною компетентністю* ми будемо розуміти – сукупність знань й умінь у сфері математико-економічних методів прогнозування і цілепокладання (вміння здійснювати прогноз на основі аналізу наявних статистичних

даних, формулювати обґрунтовані висновки, приймати рішення в умовах невизначеності, реалізувати методи оптимального управління економічними системами) та готовність їх застосовувати в професійній діяльності.

В сучасному інформаційному просторі все ширше застосовується подання інформації у вигляді графічних залежностей, як найбільш економічних, наочних і змістовних. Графічні засоби подання інформації застосовуються в різних областях візуальної комунікації для того, щоб полегшити процес мислення, уяви, прискорити розв'язання проблеми. Графічна діяльність у студентів у процесі навчання передбачає розв'язування різноманітних задач, які, з одного боку, сприяють розвитку, а з другого – вимагають активної мисленнєвої діяльності в образній формі. Швидкий розвиток інформаційних технологій і застосування їх в освіті надають нових можливостей для розвитку *графічної компетентності* майбутніх економістів, яка, на нашу думку, включає: вміння аналізувати графічну інформацію, що відображає економічні процеси, вміння представляти інформацію (насамперед статистичну) в графічній формі, зручній для сприймання та аналізу, вміння на основі графічної інформації формулювати певні висновки або гіпотези.

*Інформаційно-технологічна компетентність.* Радою Європи прийнята модель загальних ключових компетентностей, якими повинні володіти молоді європейці [276]:

1) політична й соціальна компетентність – здатність брати на себе відповідальність, брати участь у підтримці та покращенні демократичних інститутів тощо;

2) міжкультурна компетентність – здатність приймати інші культури, мови та релігії, здатність виявляти повагу один до одного тощо;

3) комунікаційна компетентність – володіння усним і письмовим спілкуванням, зокрема володіння декількома мовами;

4) інформаційна компетентність, пов'язана з виникненням інформаційного суспільства – володіння відповідними технологіями, розуміння їх застосування, здатність критично осмислювати повідомлення, що розповсюджуються масовими медіа засобами та рекламою;

5) компетентності продовженого навчання – здатність навчатися протягом усього життя в контексті неперервної професійної підготовки і соціального життя.

У сучасній психолого-педагогічній літературі визначають декілька видів понять, пов'язаних із вивченням інформаційних та комп'ютерних технологій. Поряд з поняттям «інформаційна компетентність» часто використовуються такі поняття, як «комп'ютерна компетентність», «комп'ютерна грамотність», «технологічна грамотність», «інформаційна грамотність», «інформаційно-технологічна компетентність», «інформаційна культура». Водночас слід зауважити різний підхід авторів до трактування цих понять.

Інформаційна компетентність – новий напрямок, який виник безпосередньо під впливом нових інформаційних технологій і створення електронних інформаційних технологій. Якщо зміст поняття «комп'ютерна грамотність» стосується навичок роботи з комп'ютерною технікою, то зміст поняття «інформаційна компетентність» припускає наявність у людини сучасного суспільства виробленої звички одержувати знання з використанням можливостей сучасних комп'ютерних технологій. Тоді сукупність стійких навичок постійного ефективного застосування інформаційних технологій визначається як інформаційна компетентність [309].

Інформаційну компетентність ми розуміємо як здатність особистості орієнтуватися в потоці інформації, як уміння працювати з різними видами та джерелами інформації, знаходити і відбирати необхідний матеріал, класифікувати його, узагальнювати, критично до нього ставитися, на основі здобутих знань вирішувати будь-яку інформаційну проблему, пов'язану з професійною діяльністю [45].

Під *інформаційно-технологічною компетентністю* (ІТ-компетентністю) ми будемо розуміти інтегральну характеристику особистості, що характеризується здатністю до отримання та перетворення інформації, засвоєння необхідних знань і розв'язання задач у навчальній та професійній діяльності за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій.

Для ІТ-компетентності, на нашу думку, доцільно виділити наступні компоненти:

- інформаційний (здатність працювати з інформацією);
- технологічний (уміння та навички роботи з сучасними комп'ютерними засобами та програмним забезпеченням);
- алгоритмічний (знання та вміння, що забезпечують готовність реалізувати відомі та створювати нові алгоритми за допомогою комп'ютера);
- модельний (вміння будувати та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі, проводити обчислювальні експерименти);
- дослідницький (готовність проводити теоретичні та прикладні дослідження, використовуючи технічні та програмні засоби).

При цьому технологічний, алгоритмічний, модельний та дослідницький компоненти можна об'єднати в процесуально-діяльнісний блок, а модельний та дослідницький компоненти в сукупності утворюють методологічний блок ІТ-компетентності (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Структура ІТ-компетентності.

Враховуючи специфіку курсу математичної статистики (або статистики), можна встановити взаємзв'язки між основними складовими математичної та ІТ-компетентностей, що формуються в процесі навчання даної дисципліни.



**Відповідність між основними складовими математичної та ІТ-компетентності ,  
що формуються в навчанні математичної статистики**

Математична компетентність	ІТ-компетентність
Вміння збирати та здійснювати первинний аналіз статистичних даних: впорядкування, групування, обчислення основних числових характеристик.	Здатність працювати з числовою інформацією, отримувати та перетворювати її (технологічний та інформаційний компонент).
Вміння представляти статистичні дані графічно та «читати» графічну інформацію.	Здатність працювати з графічною інформацією, отримувати та перетворювати її (технологічний та інформаційний компонент).
Знання різних методів, алгоритмів та процедур розв’язання задач та вміння обирати відповідний метод в залежності від вхідних даних.	Знання та вміння, що забезпечують готовність реалізувати відомі та створювати нові алгоритми, обирати та використовувати відповідні програмні засоби (технологічний та алгоритмічний компоненти)
Вміння формулювати та перевіряти гіпотези (формальні та змістовні).	Здатність використовувати ІКТ для автоматизації деяких етапів аналізу статистичних даних, візуалізації інформації (алгоритмічний та модельний компоненти)
Вміння здійснювати групування (кластеризацію) даних за різними ознаками.	Вміння використовувати прикладні програмні засоби, СКМ та мови програмування для реалізації методів факторного аналізу, кластеризації даних, здійснення кореляційного та регресійного аналізу, порівняння та інтерпретації отриманих результатів, перевірки точності та адекватності моделювання (модельний та дослідницький компоненти)
Вміння встановлювати та аналізувати взаємозв’язки між статистичними показниками.	
Знання основних типів регресійних моделей та методів оцінювання їх параметрів, вміння будувати моделі, перевіряти їх адекватність та застосовувати їх для прогнозування.	

В таблиці 1.1 встановлено відповідності між складовими математичної та ІТ-компетентностей, що формуються в процесі навчання математичної статистики. Така відповідність сприяє кращому розумінню місця та ролі ІКТ в навчанні статистики, а також дає можливість створити комплексне уявлення про шляхи формування інтегральної професійної компетентності майбутнього економіста, що полягає в здатності здійснювати математико-статистичне моделювання економічних процесів та явищ, статистичний аналіз даних, формулювати та перевіряти гіпотези, здійснювати класифікацію та групування даних, прогнозування, перевіряти адекватність побудованих моделей та оцінювати похибки.

## **1.2. Математична статистика в системі підготовки студентів економічних та математичних спеціальностей**

Кінець ХХ століття відзначився зростанням частки використання математичних методів і моделей в економічному аналізі. Така ситуація була спричинена рядом факторів, серед яких можна виділити: збільшення обсягів виробництва, поживлення конкурентної боротьби, швидкий розвиток науково-технічного забезпечення підприємств, їх роботу в умовах ризику та невизначеності, тощо. Широкого розповсюдження в економічному аналізі набули методи математичної статистики. Статистичні методи є основним засобом вивчення масових, повторюваних явищ та відіграють важливу роль у прогнозуванні поведінки економічних показників. Тому, на сьогоднішній день, виникла потреба в систематизованому вивченні ряду розділів прикладної математики студентами економічних спеціальностей з метою подальшого використання отриманих знань в практичній діяльності та наукових дослідженнях.

Сьогодні, коли економіка нашої країни опинилась перед новими якісними змінами, постала потреба у якісно новій підготовці фахівців практично всіх економічних спеціальностей. Зростання попиту на економічну освіту привело до того, що її сьогодні можна одержати чи не в кожному другому ЗВО країни. Відчувши кон'юнктуру, економістів різних профілів почали готувати будівельні, туристичні, технологічні, транспортні, медичні й навіть філологічні ЗВО.

Якісна ж підготовка майбутніх економістів, як вже зазначалось, неможлива без вивчення ряду економіко-математичних дисциплін, викладання яких, в залежності від закладу вищої освіти, здійснюють фахівці математики або економісти. При цьому часто виникають проблеми недостатнього рівня економічної підготовки викладачів-математиків або математичної підготовки викладачів-економістів.

Зауважимо, що статистичні методи широко використовуються в економічних дослідженнях, роботах з управління (менеджменту). Однак, досить часто випускники ЗВО (не тільки менеджери, економісти, інженери, а й математики) недостатньо володіють методами прикладної статистики. Цьому не суперечить те, що, всі вони вивчали дві дисципліни, пов'язані з статистичними методами. Одна з них — «теорія

ймовірностей та математична статистика», яка, як правило, читається фахівцями математичних кафедр, і в рамках якої дається лише загальне уявлення про основні поняття математичної статистики. Крім того, увага викладачів-математиків зосереджена, в основному, на внутрішньо-математичних проблемах курсу, їх більше цікавить доведення теорем, чим застосування сучасних статистичних методів в прикладних задачах економіки та менеджменту. Інший курс — «Статистика» або «Загальна теорія статистики», який входить до стандартного блоку економічних дисциплін. Його читають економісти, які не завжди мають належну математичну підготовку.

Прикладна статистика — інша область знань, ніж математична статистика. Це чітко проявляється і при викладанні. Курс математичної статистики містить ряд теоретичних фактів з обґрунтуваннями (доведеннями). В курсах прикладної статистики основне — це методологія аналізу даних та алгоритми розрахунків, а теореми наводяться як обґрунтування цих алгоритмів. При застосуванні статистичних методів до конкретних наук та галузей народного господарства отримуємо науково-практичні курси типу "статистика у промисловості", "статистика в медицині" та ін. Зрозуміло, що при цьому математична статистика відіграє роль фундаменту для прикладної статистики.

На основі Національної рамки кваліфікацій [237], попереднього Державного галузевого стандарту вищої освіти [72], Стандарту вищої освіти, розробленого в НПУ імені М.П.Драгоманова в 2012 році [277] та освітніх програм підготовки бакалавра економіки та математики (з додатковою спеціальністю: економіка), впроваджених в 2015 році [240], можна визначити основні компетентності фахівців даних спеціальностей (див. Додаток А, Б).

Аналізуючи вищевказані нормативні документи, враховуючи існуючу на сьогодні проблему невідповідності рівня підготовки випускників ЗВО запитам ринку праці, ми сформулювали такі питання:

1. Чи сформовані у випускників бакалаврату з галузей знань 07 Управління та адміністрування та 11 Математика та статистика відповідні теоретичні знання та вміння їх застосовувати для розв'язання практичних задач в галузі економіки і чи

готові вони продовжувати навчання в магістратурі за освітньо-професійною або освітньо-науковою програмами?

2. Чи володіють випускники вказаних спеціальностей математичним апаратом прикладної математики та статистики і чи готові застосовувати до розв'язання прикладних економічних задач сучасні програмні засоби та технології?

За результатами анкетувань студентів 4 курсу бакалаврату та 1 курсу магістратури спеціальності «Математика (додаткова спеціальність: економіка або фінансова та актуарна математика)» фізико-математичного факультету НПУ імені М.П.Драгоманова та зрізів знань, що проводились на 4 курсі на початку та в кінці вивчення дисципліни «Статистика» та на 1 курсі магістратури протягом останніх 5 років (див. додатки А та Б) можна зробити наступні висновки:

- студенти бакалаврату мають низький рівень сформованості вмінь та навичок розв'язання прикладних задач в галузі економіки, при цьому вони на достатньому рівні володіють математичними знаннями, вміннями та навичками з фундаментальних математичних дисциплін (якісний рівень демонструє близько 65%), але, як правило, не вміють їх застосовувати;

- у студентів як бакалаврату, так і магістратури практично відсутні знання та вміння використовувати сучасні ІТ та програмні засоби при розв'язанні прикладних економічних задач: 90% студентів вміють виконувати найпростіші статистичні обчислення тільки в Excel, при цьому тільки 70% вміють використовувати стандартні статистичні функції та програмні надбудови для аналізу даних;

- більшість студентів відчуває труднощі на етапі створення математичної моделі задачі, обрання методу її розв'язання та реалізації обчислювальної процедури; більше 90% студентів не вміють використовувати найпоширеніші СКМ та пакети статистичного аналізу, практично ніхто не володіє навичками програмування розв'язків статистичних задач.

Причин такого становища кілька. Основними з них, на нашу думку, є: відсутність у викладачів математичних дисциплін «дорожньої карти» та чітких рекомендацій щодо комп'ютерного супроводу освітнього процесу; швидкі темпи оновлення ІТ технологій та програмних засобів, на які освітнє середовище не встигає

реагувати; відсутність дидактичних матеріалів (принаймні україномовних) доступних для використання без попереднього вивчення, адаптації та селекції.

Нами було проаналізовано навчальні плани різних університетів та досліджено місце та роль математичної статистики, а також дисциплін пов'язаних з формуванням ІТ-компетентностей («Інформатика», «Інформатика та програмування», «Основи програмування», тощо) у цих планах:

1-й: аналіз НП зразка кінця 2017 року (38% актуальні і сьогодні);

2-й: аналіз НП зразка кінця 2020 року (найактуальніші НП, що розміщені на сайтах університетів).

В дослідженні брали участь такі університети та спеціальності:

- КНУ (спеціальності «Математика» та «Статистика»);
- КНЕУ (спеціальності: «Економіка» (спеціалізація – «Економічна кібернетика»), «Фінанси і кредит» (спеціалізація – «Фінанси»), «Економіка» (спеціалізація – «Соціально-економічна статистика»);
- НПУ (спеціальність «Математика», спеціалізація «Економіка»)
- НТУ (спеціальність «Економіка» (спеціалізації: «Міжнародна економіка», «Економіка підприємства»);
- ЛНУ імені І.Франка (спеціальності: «Економіка підприємництва», «Фінанси і кредит», «Економічна кібернетика», «Прикладна статистика»);
- СДПУ імені А.С. Макаренка (спеціальність – «Математика» (спеціалізація – «Економіка»));
- ВДПУ імені Михайла Коцюбинського (спеціальність «Математика»);
- ДНУ імені Олеся Гончара (спеціальності «Математика» та «Статистика»).

Було встановлено, що у навчальних планах зразка 2017 року (див. Додаток А) Математична статистика, як правило, є складовою дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика», що здебільшого входить до Нормативної частини навчального плану (Дисципліни циклу природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), на яку відводиться, в середньому від 4 до 6 кредитів (тобто від 120 до 180 годин). Ця дисципліна вивчається усіма студентами напряму підготовки

«Економіка» і напряму підготовки «Математика» зі спеціалізацією «Економіка». Також певні елементи математичної статистики (або доцільніше сказати — її методи) використовуються у таких дисциплінах як «Статистика» та «Економічна статистика». У всіх досліджених навчальних планах ці дисципліни вивчаються після проходження студентами курсу «Теорія ймовірностей і математична статистика», носять більш прикладний характер і входять до Нормативної частини навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки). Окрім цього у деяких навчальних планах існує багато інших дисциплін, що використовують методологічний апарат математичної статистики і входять, переважно, до Варіативної частини навчального плану. До них, зокрема, відносяться «Планування вибірових обстежень», «Статистика випадкових процесів», «Аналіз пропущених даних та статистика з цензуруванням», «Статистика ринків», «Фінансова статистика», «Біостатистика та геостатистика» та багато інших (рис. 1.2). Одним з прикладів використання в навчальному плані похідних дисциплін від Математичної статистики є навчальний план КНЕУ (спеціальність – «Економіка», спеціалізація – «Соціально-економічна статистика») (див. Додаток А).

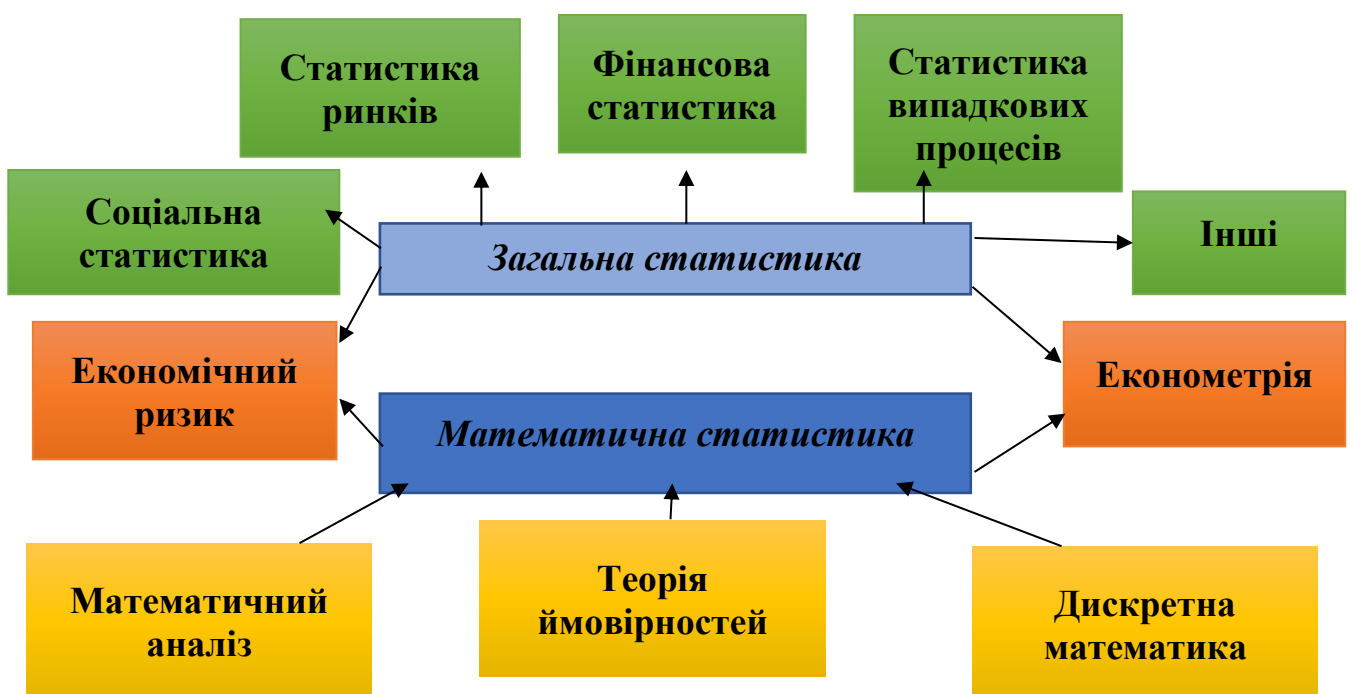


Рис. 1.2. Місце курсів «Математична статистика» та «Статистика» в системі міжпредметних зв'язків.

Що ж стосується дисциплін, які покликані сформувати у студентів ІТ-компетентності, то у навчальних планах зразка 2017-го року у переважній більшості університетів цим дисциплінам надається досить мало уваги, на наш погляд. Інформатика вивчається або у 2-3-му семестрах і носить характер більш загальноосвітньої дисципліни, покликаної сформувати у студентів базові навички володіння ПК, або у 7-8 семестрі, уже після вивчення блоку базових математичних дисциплін, до яких входить і «Теорія ймовірностей і математична статистика».

Аналіз же сучасніших (2019-2020 та 2020-2021) навчальних планів показав, що в переважній їх більшості «Математична статистика» відділяється від «Теорії ймовірностей» в окрему дисципліну. Обидві дисципліни належать до переліку нормативних дисциплін навчального плану. На вивчення тільки математичної статистики окремо в таких планах виділяють від 5 до 11 кредитів в залежності від ЗВО та спеціальності. В середньому це значення знаходиться біля 7-8 кредитів, що становить 210-240 годин. Для теорії ймовірностей це значення становить 8-9 кредитів (240-270 годин). Тобто, якщо об'єднати години, що витрачаються на викладання теорії ймовірностей разом з математичною статистикою, то це значення буде в середньому 15-16 годин на тиждень об'єднану дисципліну. Що практично втричі більше ніж у навчальних планах зразка 2017 року. На нашу думку, ця, безперечно позитивна, тенденція спричинена усвідомленням важливості згаданих навчальних дисциплін в підготовці висококваліфікованого фахівця. Класичні навчальні плани (ті в яких математична статистика і теорія ймовірностей – один предмет) до цих пір зустрічаються у 27 % досліджених планів.

Також зараз помітна тенденція до вивчення «Інформатики», «Інформатики та програмування» впродовж 2-х, 3-х семестрів на 1-му, 2-му курсі бакалаврату спеціальностей «Математика» та «Статистика». У навчальних планах середня кількість годин, що виділяється на ці предмети зросла з 3-4-х кредитів до 5-6 кредитів.

Все згадане дає змогу студентам більш ефективно розв'язувати задачі прикладного економічного змісту за допомогою ІКТ, адже студенти краще підготовані для роботи з комп'ютером та знайомі з програмуванням. Що, в свою



чергу, дозволяє ознайомлювати студентів із найсучаснішими методами, підходами та засобами, що застосовуються для розв'язання такого типу задач.

Проаналізувавши навчальні програми дисциплін «Теорія ймовірностей та математична статистика» і «Статистика» зазначених вище університетів, а саме їх орієнтовний тематичний план, можна зробити висновок, що у переважній більшості закладів вищої освіти ці дисципліни розділяються на схожі змістові модулі і подають студентам схожий навчальний матеріал.

В загальному, «Теорія ймовірностей та математична статистика» поділяється на два змістові модулі:

*Модуль №1. Теорія ймовірностей.*

1. Випадкові події, ймовірність випадкової події.
2. Випадкові величини. Дискретні випадкові величини.
3. Неперервні випадкові величини. Деякі основні закони розподілу випадкових величин.
4. Двовимірні випадкові величини.

*Модуль №2. Елементи математичної статистики.*

1. Первинна обробка емпіричних даних.
2. Статистичні оцінки параметрів розподілу.
3. Статистична перевірка статистичних гіпотез.
4. Елементи регресійного та кореляційного аналізу.
5. Елементи дисперсійного аналізу.

В курсі «Статистика», як правило, розглядається вказаний вище перелік змістових модулів, до яких традиційно можуть додаватись такі розділи: «Абсолютні та відносні величини», «Індекси», «Аналіз часових рядів» та ін. При цьому зміст курсу «Статистика», як правило є більш практично орієнтованим, містить більшу кількість прикладних задач, часто вивчення нового матеріалу будується не за схемою «Теорія → приклади застосування», а за схемою: «Постановка прикладної проблеми → побудова математичної моделі → застосування».

**Співвідношення між змістовими модулями дисциплін «Статистика» та «Теорія ймовірностей та математична статистика»**

Теорія ймовірностей та математична статистика	Статистика (Прикладна статистика; економетрія)
Ймовірність випадкової події	Відносні частоти появи випадкових подій, похибки випадкового спостереження. Рівень надійності та рівень значущості статистичних висновків.
Дискретні випадкові величини	Вибірка. Вибіркові числові характеристики. Моделювання емпіричних розподілів.
Неперервні випадкові величини	Похибки випадкового спостереження. Інтервальні оцінки невідомих параметрів. Моделювання емпіричних розподілів.
Числові характеристики випадкових величин	Числові характеристики вибірки. Порівняння емпіричних та гіпотетичних значень числових характеристик, порівняння вибірових значень.
Закони великих чисел. Центральні граничні теореми	Похибки випадкового спостереження. Мінімальний обсяг вибірки. Порівняння математичних сподівань виборок, відносних частот та ймовірностей випадкових подій тощо.
Статистичні гіпотези	Перевірка гіпотез про співпадіння емпіричних та теоретичних значень, про значення невідомих параметрів, про тип розподілу нгенералтної сукупності.
Елементи кореляційного аналізу	Взаємозв'язок між вибіровими даними.
Елементи дисперсійного аналізу	Взаємозв'язок між вибіровими даними
Елементи регресійного аналізу	Прогнозування за вибіровими даними

Подані вище зв'язки можна проілюструвати на більш конкретному прикладі. Розглянемо, наприклад, змістовий модуль курсу статистики «Перевірка основних статистичних гіпотез» та розділ курсу теорії ймовірностей «Неперервні випадкові

величини» і розглянемо докладніше один з найбільш важливих розподілів неперервних випадкових величин - нормальний розподіл.

У теорії ймовірностей щодо даного розподілу у студентів формуються наступні знання: означення, функція розподілу та функція щільності, їх властивості та графіки, основні числові характеристики, формули для обчислення ймовірності того, що нормально розподілена випадкова величина набуде значення, яке належить заданому проміжку, а також ймовірності того, що нормально розподілена випадкова величина набуде значення, яке відхиляється від математичного сподівання не більше, ніж на задану величину.

В прикладній статистиці з нормальним розподілом пов'язаний ряд прикладних задач, зокрема:

1. Визначення довірчого інтервалу для математичного сподівання генеральної сукупності з нормальним розподілом за його вибірковою оцінкою;
2. Перевірка гіпотез про:
  - співпадання відносної частоти появи події з її ймовірністю або побудова довірчого інтервалу для значення ймовірності;
  - рівність теоретичного та гіпотетичного (середнього вибіркового) значень математичного сподівання генеральної сукупності;
  - нормальний розподіл генеральної сукупності.

При вивченні даної теми в курсі статистики доцільно використовувати проблемний метод викладу, оскільки теоретичні знання, що лежать в основі методів перевірки статистичних гіпотез у студентів вже сформовані. Наприклад, щоб створити проблемну ситуацію при вивченні гіпотез про співпадання відносної частоти появи події з її ймовірністю можна запропонувати таку задачу.

**Задача 1.1.** У двох студентів (називатимемо одного статистиком, іншого – експериментатором) є дві монети: симетрична і несиметрична; ймовірність випадіння «герба» останньої  $p$  ( $p \neq \frac{1}{2}$ ). Експериментатор і статистик домовляються наступним чином: експериментатор виходить в сусідню кімнату, вибирає одну з монет (яку саме – статистик не знає), підкидає її  $n$  раз и результат (число випадінь «герба») повідомляє статистику. Останній стверджує, що може визначити, яку з двох монет

обрав експериментатор. Однак експериментатор ставить під сумнів цю здатність статистика і як аргумент висуває такі заперечення: оскільки результат експерименту (число випадіннь «герба») передбачити неможливо, причому як для симетричної монети, так і для несиметричної це число може бути будь-яким:  $0, 1, \dots, n$ , то визначити, яка з монет підкидалась, неможливо [98].

Хто правий статистик чи експериментатор? Сформулюйте поставлену задачу з позиції статистика, тобто як задачу перевірки статистичних гіпотез. Що можна сказати стосовно можливості розрізнити симетричну і несиметричну монети?

Нехай  $n = 25$ . Яким буде висновок, якщо «герб» випав 21 раз?

*Вказівка.* Нульова гіпотеза  $H_0$ : монета симетрична, альтернативна – несиметрична (імовірність випадіння «герба»  $p \neq 1/2$ ).

*Дано:*  $n = 25$  – к-сть підкидань монети.

$m = 21$  – к-сть випадіння «герба».

Для симетричної монети:  $p_0 = 0,5$ .

Для несиметричної монети:  $p_0 = p \neq 0,5$ .

Задамо гіпотези:  $H_0: \frac{m}{n} = p_0$ ,  $H_1: \frac{m}{n} \neq p_0$ .

Розрахуємо спостережуване значення критерію:

$$u_{\text{сп}} = \frac{\left(\frac{21}{25} - 0,5\right) \sqrt{25}}{\sqrt{0,5 \cdot 0,5}} = 3,4$$

Нехай  $u_{\text{кр}} = 3,4 \Rightarrow \Phi(u_{\text{кр}}) = 0,49966$

З формули  $\Phi(u_{\text{кр}}) = \frac{1-\alpha}{2}$ , знайдемо  $\alpha$ :  $0,49966 = \frac{1-\alpha}{2}$ ;  $\alpha = 0,00068$ .

При розв'язанні цієї задачі треба звернути увагу студентів на процес формалізації задачі (побудови математичної моделі) та вибору алгоритму її розв'язання.

Враховуючи проведений порівняльний аналіз та досвід викладання, можна зробити такі висновки:

– на сьогодні існують дві основні моделі навчання математичної статистики (як складової курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика» або «Статистика»);

– курс статистики вивчається, як правило, на 3 або 4 курсу бакалаврату, тоді як курс інформатики (або інформатики та програмування) вивчається раніше або паралельно з курсом статистики, що створює передумови для повноцінного впровадження ІКТ в навчання статистики.

На нашу думку, при реалізації будь-якої моделі навчання є доцільним реалізація комп'ютерно-орієнтованих підходів, що вимагає розробки відповідної методики та дидактичного забезпечення.

### **1.3. Психолого-педагогічні передумови навчання математичної статистики в умовах інформатизації освіти**

Інформатизація освіти – це не тільки комп'ютеризація, це процес, який має свої закономірності, свої стадії розвитку, це зміна мислення, способів діяльності, управління, використання можливостей телекомунікацій для міжособистісної та колективної взаємодії, компетентність і вільна орієнтація у сфері інформаційних технологій, гнучкість і адаптивність мислення, знання і виконання основних правових норм регулювання інформаційних відносин [205].

Згідно Концепції Національної програми інформатизації [174] інформатизація освіти спрямовується на формування та розвиток інтелектуального потенціалу нації, удосконалення форм і змісту освітнього процесу, впровадження комп'ютерних методів навчання та тестування, що дасть можливість вирішувати проблеми освіти на вищому рівні з урахуванням світових вимог. Серед них: індивідуалізація навчання, організація систематичного контролю знань, можливість враховувати психофізіологічні особливості кожного учня тощо [205].

Концепція інформатизації сфери вищої освіти найповніше відображена в нормативних документах: Державній національній програмі “Освіта. Україна XXI століття”, Закони України “Про інформацію” [145], “Про Національну програму інформатизації” [146], “Про Концепцію Національної програми інформатизації”, ряді інших нормативних актів Кабінету Міністрів України та Указів Президента України. Законах України “Про вищу освіту” [147], Державній програмі “Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці” на 2006-2010 роки, “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки” [148], Постанові Кабінету Міністрів України від 17 березня 2004 р. № 326 “Про затвердження Положення про Національний реєстр електронних інформаційних ресурсів”, Національній доктрині розвитку освіти України у XXI столітті, “Концептуальні засади розвитку педагогічної освіти України та її інтеграції в Європейський освітній простір” [210] концепції розвитку дистанційної освіти в Україні.

Сутність поняття "інформатизація" розкривається у ст. 1 Закону України "Про національну програму інформатизації" як "сукупність взаємопов'язаних

організаційних, правових, політичних, соціально-економічних, науково-технічних, виробничих процесів, що спрямовані на створення умов для задоволення інформаційних потреб громадян та суспільства на основі створення, розвитку і використання інформаційних систем, мереж, ресурсів та інформаційних технологій, які побудовані на основі застосування сучасної обчислювальної та комунікаційної техніки" [149].

Різні автори вкладають різний зміст у поняття "інформатизація освіти". За визначенням В. Бикова, "інформатизація освіти – це сукупність взаємопов'язаних, організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, спрямованих на задоволення інформаційних обчислювальних і телекомунікаційних потреб (інших потреб, що пов'язані із впровадженням методів і засобів інформаційно-комунікативних технологій) учасників навчально-виховного процесу, а також тих, хто цим процесом управляє та його забезпечує (у тому числі здійснює його науково-методичний супровід і розвиток)" [48].

Процес впровадження ІКТ в освіту суттєво змінює всі складові освітнього процесу, в тому числі має суттєвий вплив на психолого-педагогічні умови навчання (рис. 1.3).

Зупинимося на розкритті сутності психолого-педагогічних особливостей навчання математичної статистики в умовах інформатизації освіти. Ми розглянемо їх в чотирьох аспектах (рис. 1.4).

Розглянемо докладніше кожен з наведених аспектів.

При використанні комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, взаємодія між викладачем та студентом стає інтерактивною (трикомпонентною). При цьому викладач вже не є основним джерелом навчальної інформації, його роль стає ближчою до тьюторства. Більше того, в процесі навчання більшу роль починає відігравати самостійне активне отримання і перетворення інформації студентом. Наприклад: самостійна постановка задачі, висування гіпотези, перевірка гіпотези, формулювання висновків та узагальнень.

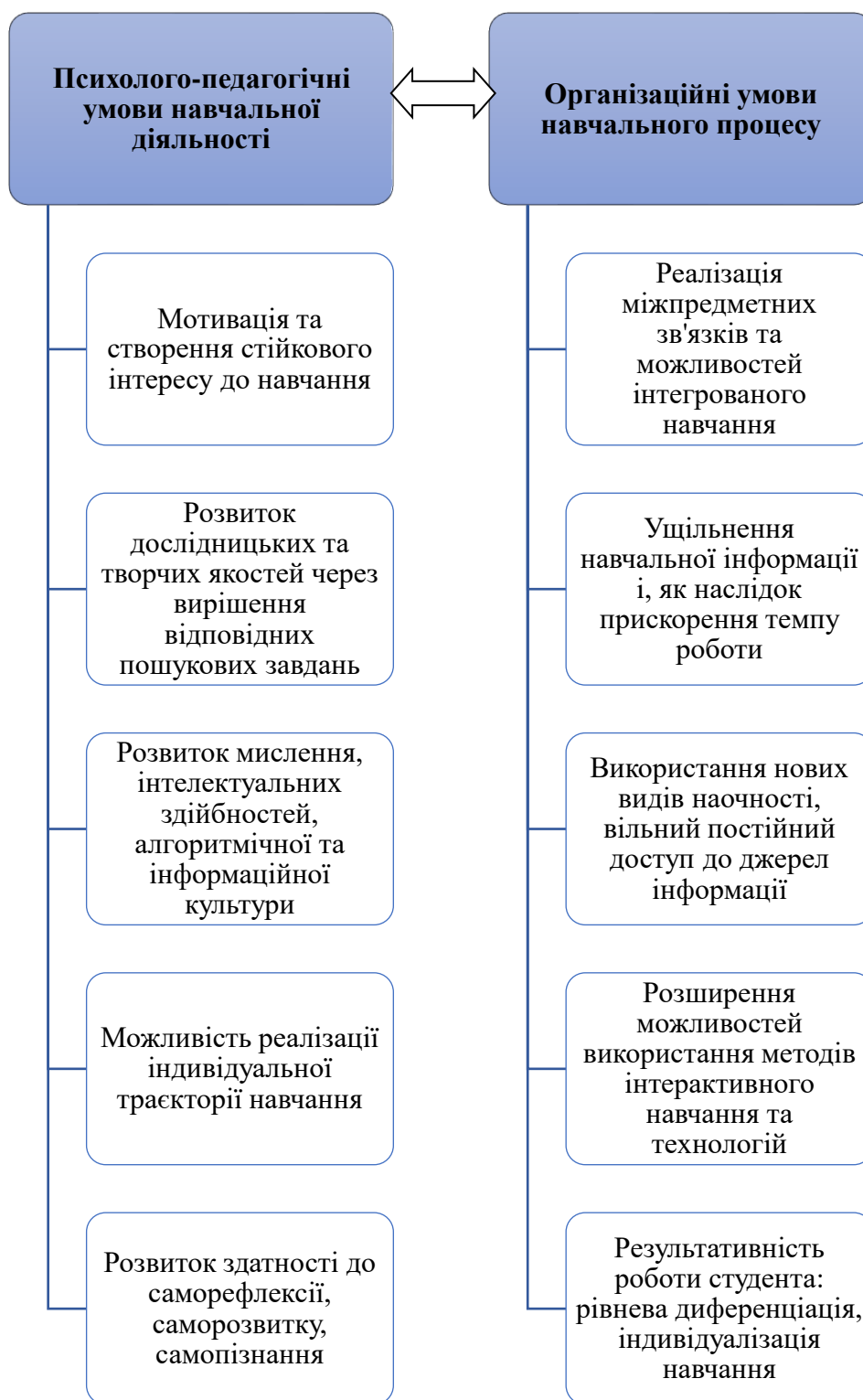


Рис. 1.3. Вплив інформатизації освіти на психолого-педагогічні та організаційні умови освітнього процесу.

Це призводить до зміни змісту навчання, методів та форм організації навчальної діяльності, структури представлення навчального матеріалу. Зокрема, це передбачає широке використання електронних засобів навчання різного призначення. Все разом



це приводить до змін умов взаємодії між всіма учасниками освітнього процесу, а отже, до зміни освітнього середовища.

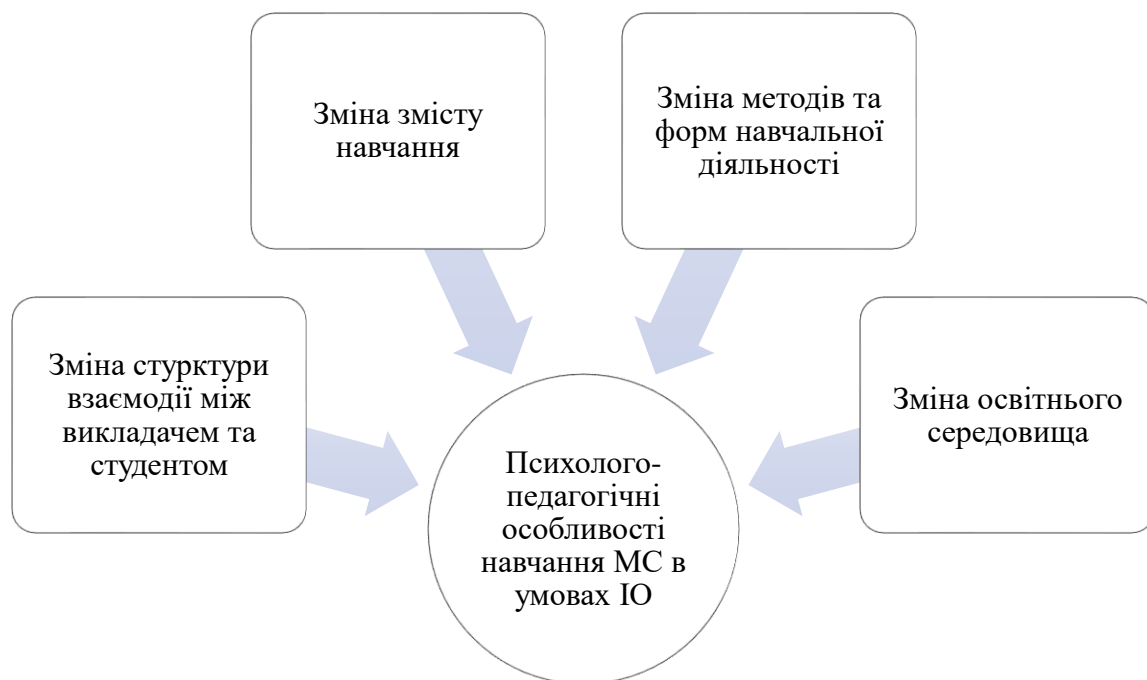


Рис. 1.4. Основні аспекти зміни психолого-педагогічних умов навчання в умовах інформатизації освіти

Зміни в сучасному світі прискорилися настільки, що протягом одного людського життя уявлення про світ може змінитись до невпізнанності, а інформаційне оновлення науково-професійних знань відбувається кожні п'ять-сім років. Тому навчання студентів у ЗВО має увібрати в себе певні універсальні механізми освоєння інформаційного простору. Сучасна людина має вчитись усе життя. Основна роль у цьому відводиться процесу мислення. Мислення, як активний розумовий процес, потребує від людини певних вольових зусиль ретельного догляду і безперервного тренування. Пасивність, відсутність активності мислення блокує його діяльність, зводячи все до заощадження енергії, використання в діях уже знайомих стереотипів. Усе це призводить до застою і загасання думки, неспроможності знайти креативні шляхи розв'язання тих чи інших життєвих завдань.

Мислення – найскладніша форма психічної діяльності, яка дає узагальнення навколишнього світу і опосередковане психічне відображення, що встановлює зв'язки і відношення між об'єктами, одержує знання про такі об'єкти, які не можуть

безпосередньо бути сприйняті на чуттєвому рівні пізнання. Розумовий процес пізнання реалізується шляхом аналізу і синтезу, порівняння, абстрагування, узагальнення, класифікації, систематизації. Результатом є такі мислительні форми як судження і умовиводи [253, 314].

За здібностями до мисленнєвої діяльності люди поділяються із задатками переваг наочного–дійового, словесно–логічного або образного мислення. Для успішного функціонування мислення людина має постійно вдосконалюватись.

В основу визначення якості освіти ХХІ століття поклали не лише обсяг знань, а й здатність людини критично осмислювати і збагачувати їх. Сучасне суспільство потребує формування у суб'єктів навчання передовсім критичного мислення, що сприятиме об'єктивній оцінці інформації та підвищить якість роботи з нею. Сучасність ставить нові завдання і щодо самостійності мислення студентів, а, отже, формування у них уміння ставити нові завдання й розв'язувати їх самостійно. Самостійність мислення пов'язана з критичністю. Людина, яка критично мислить, не схильна пасивно сприймати чужі впливи, може більш об'єктивно оцінювати позитивні та негативні аспекти будь-якого явища або факту, виявляти істинне та помилкове в них.

Навчання математичних дисциплін, безсумнівно, поліпшує розвиток критичного мислення студентів. Саме вивчення математичних дисциплін дозволяє сформувати: *креативність* – знаходження нових варіантів найкращого рішення; *дивергентність* – визнання варіативності найкращого рішення; *рефлексивність* – постійний самоаналіз діяльності. Понятійний світ людини збагачує її мислення сумісними, несумісними, тотожними, протилежними поняттями тощо. Вивчення математики допомагає розвинути критичне мислення, вдосконалити такі якості як готовність до планування, гнучкість, наполегливість, готовність до виправлення помилок, знаходити компромісні рішення тощо.

Для освіти сьогодення потрібна продумана система роботи щодо розвитку "інструментарію" логічного мислення (здатність до *аналізу, синтезу, порівняння, систематизації, узагальнення, класифікації, встановлення аналогій*). Мова йде про систему роботи над культурою мислення студентів, коли активно включається в дію

дивергентне, творче мислення та такі його якості, як гнучкість, активність, цілеспрямованість, глибина, критичність. Цьому можуть допомогти логічні та риторичні методи переконання.

*До логічних методів переконань відносяться:*

- **дедукція** - рух думки від загального до конкретного;
- **індукція** - рух думки від конкретного до загального;
- **проблемне викладення** - активізація мисленнєвої діяльності шляхом постановки проблемних запитань.
- **метод аналогії** базується на тому, що два чи більше явищ, подібних в одному відношенні, ймовірно, подібні і в інших відношеннях.

*Риторичні методи переконання:*

- **фундаментальний метод** - пряме порівняння, використання числових даних, графіків, фактів;
- **порівняння** - використання образного символу з метою надання яскравості та виразності аргументації;
- **суперечності** - виявлення суперечностей в аргументах співрозмовника і побудова на цій основі власної аргументації;
- **проміжні висновки** - у ході аргументації викладач робить проміжні висновки і на їх основі - заключний висновок;
- **метод "так..., але"** - використовується тоді, коли аргументи співрозмовника розкривають лише один бік явища. У цьому випадку, викладач погоджується з аргументами студента, а потім наводить власні, що висвітлюють інший бік проблеми;
- **метод "частин"** - виступ студента (викладача) розбивається на частини, і викладач (студент) коментує та наводить свої аргументи щодо кожної з них;
- **ігнорування** - викладач бачить, що студент надає великого значення несуттєвому та ігнорує важливі деталі. Він вказує йому на це, аналізує та наводить доказові аргументи;
- **опитування** - педагог ставить ряд чітких і заздалегідь обміркованих запитань, які приводять до бажаного результату;

- **видима підтримка** — у ході бесіди викладач запитує думку студента, який дотримується тієї ж точки зору, що й він.

Освоєння логічних та риторичних методів переконання дає змогу викладачеві та студенту активно використовувати у освітньому процесі сучасної вищої школи такий складний метод як *дискусія*. Це спонукатиме до розвитку зв'язного мовлення і логічного мислення.

Важливо також знайти індивідуальний підхід до розвитку та оптимального використання особливостей мислення кожної особистості. Мисленні (когнітивні) схеми залежать від: генів, особливостей розвитку організму і формування пізнавальної сфери особистості та психофізіологічного розвитку, культурних факторів, наявних знань і сформованих способів їх використання. Разом з тим, є певні загальні рекомендації, які сприятимуть становленню творчого мислення студентів.

Ці рекомендації можна розглядати як своєрідні «матриці», що впливають на створення різних конфігурацій творчого мислення людини. В основі їх побудови лежать узагальнення ряду психологічних досліджень [255, 312]:

- людина має розширювати власний світогляд - ідеї та необхідна інформація можуть бути знайдені в різних галузях знання, важливо спонукати студентів розглядати та аналізувати широкий спектр поглядів на проблему (еклектично);

- власні ідеї студентів, які суперечать традиційним поглядам, не можуть сприйматися як непотрібні чи маловартісні;

- викладач повинен постійно орієнтувати студентів на пошук нових ідей, способів та можливостей їх реалізації;

- незвична ідея теж потребує певного обґрунтування, тому потрібно намагатися будувати теорію, робити висновки за неповними даними, адже повнота принципово недосяжна;

- студенти мають навчитись відмежовуватися від звичного погляду, дивитися на проблему з іншого боку, що досягається за допомогою спеціальних методик та методів проблемного навчання;

- іноді необхідно вийти за межі певної науки, системи її законів, зосередження лише на одному навчальному предметі в сучасному світі є малопродуктивним; сучасні відкриття, як правило, робляться на межі міжгалузевих знань;

- потрібно розвивати навички переконструювання набутих знань з певної проблеми (класифікація, узагальнення), які на даний момент не повні. За умови певної трансформації, знання набувають як цілісності, так і новизни та оригінальності;

- займаючись навчальною та науковою роботою потрібно «гратися з ідеями», фантазувати, розглядати перспективи неймовірних гіпотез, не відкидаючи при цьому уже відомі факти, ідеї, думки.

У процесі саморозвитку необхідно навчитися долати певні перешкоди творчому мисленню:

- *конформізм* - бажання бути подібним до іншого. Людина боїться висловити незвичні ідеї через страх здаватися смішною чи не дуже розумною;

- *самоцензура* - важливий бар'єр для творчості. Люди, які бояться власних ідей, схильні до пасивного реагування на навколишнє і не намагаються творчо вирішувати проблемні завдання;

- *інертність мислення* формується в особистості за час її навчання в школі на виконанні формалізованих завдань;

- *бажання знайти відповідь негайно*. Надмірна мотивація сприяє прийняттю непродуманих, неадекватних рішень. Люди досягають значних успіхів у творчому мисленні;

- *перестракування*. Той хто шукає безпечні шляхи і не може дозволити собі право на помилку, має обережний характер мислення. Треба мати мужність йти на ризик;

- *тиск конкуренції*. Конкуренцію вважають засобом стимулювання до отримання кращих результатів діяльності. Проте, вона не завжди стимулює креативність;

- *стереотипне мислення*. Людина сприймає лише те, з чим уже знайома. Це гальмує можливості доступу до нової інформації;

- *винагорода*. Той, хто працює за винагороду, рідко буває креативним з тієї причини, що він зацікавлений у результаті діяльності, а не в пошуках нових способів його отримання;

- *непослідовність*. Хто постійно продукує нові ідеї, вважається творчою особистістю. Проте, часто ігнорується доведення її до практичної реалізації;

- *відсутність креативного середовища*. Якщо відсутня атмосфера свободи, творчості, то працювати в такому середовищі творчо важко;

- *недостатня впевненість у собі*. Творчий потенціал залишається невикористаним. Необхідно більше довіри до себе і віри в свої творчі здібності у вирішенні проблеми;

Таким чином, знаючи про особливості перешкод на шляху до розвитку творчого мислення, можна зняти ряд проблем.

На сьогодні використання комп'ютерних технологій розширює можливості органів чуття людини. Почався процес стирання грані між реальним світом людини і віртуальним простором комп'ютерних технологій. Цей процес усе більше впливає на людину та її мислення, яке почало переходити у віртуальний простір. При цьому, з одного боку, мислення стає все більш індивідуальним, і, в той же час, відчувається суттєва загроза його *маргіналізації* (мислення дуже обмежене конкретикою) і *глобалізації* (втрачаються індивідуальні особливості, критичність, зникає оригінальність) [144].

Інформатизація освітнього та життєвого простору потребує від людини розвитку саме критичності її мислення, його гнучкості, варіативності. Тому актуальними для освітнього процесу залишаються пошуки шляхів для підготовки студентів як вдумливих відкривачів, пошуковців, ініціаторів, а не вдалих виконавців, які сліпо виконують певні інструкції чи правила. Найбільш сенситивним періодом для творчого розвитку мислення є студентський вік, коли дозріли всі психічні пізнавальні процеси, а мислення набуває провідного характеру в розвитку інтелектуальної сфери особистості. Слід зазначити, що навчання не тотожне розвитку навіть у ситуації з елементарними розумовими діями, не кажучи вже про вищі психічні функції (увага, пам'ять, мислення, уява тощо).

Розвиваюче навчання розвиває мислення й інтелект, розум, саму особистість та психіку особистості. («...тільки те навчання є успішним, яке йде попереду розвитку» Л.С. Виготський [68, 69]).

Розумовий розвиток особи здійснюється на двох рівнях: рівні актуального розвитку (завершальний цикл розвитку) і зоні найближчого розвитку (незавершені цикли). Перший — виражає сукупність усіх тих навчально-виховних завдань, які студент спроможний виконувати самостійно, другий — ті, що він може виконати лише у співробітництві з іншими учасниками освітнього процесу. При цьому зона найближчого розвитку відіграє більш вагомую роль щодо динаміки інтелектуального розвитку та успішного навчання.

Розвиваюче навчання створює зону найближчого розвитку, спричиняє цілий ланцюг внутрішніх процесів розвитку особи, які певний час для неї є можливими лише у сфері взаємовідношень з навколишнім, але які, проходячи внутрішній цикл розвитку, стають згодом надбанням самої особи.

Засобами розвиваючого навчання на педагогічному рівні є співробітництво студента з викладачем (комп'ютером) (педагогіка співробітництва), а на психологічному - наслідування (психологія наслідування). Це наслідування має бути розвиваючим, а не механічним, автоматичним, беззмістовним. Воно і визначає зону найближчого розвитку особи, яка знаходиться між тим, чого вона може навчитися або що може виконувати під керівництвом викладача (вчителя), і тим, чого вона не в змозі виконати самостійно.

Роль викладача у розвиваючому навчанні полягає в тому, що він активно втручається у соціальне середовище, організовує і корегує впливи його на студента. Основне завдання педагога полягає не у виробленні певної суми знань, а у *формуванні творчих здібностей* особистості для швидкої і вірної соціальної орієнтації. За Л.С. Виготським, педагог у процесі навчання створює кілька зародків, тобто започатковує процеси, які мають пройти свій цикл розвитку. Розвиваюче навчання визначається тим наскільки викладачеві вдається оптимізувати пошукову пізнавальну активність особи у зоні найближчого розвитку, тобто наскільки особа здатна піднятися у співробітництві з викладачем на вищий рівень розвитку, наскільки

задовольняється потреба переходу від незнання до знання через усвідомлене наслідування [68, 69].

Психологом А.В. Фурманом запропонована теоретична модель розумового розвитку особистості [314, 315, 316, 317, 318]. Вона спирається на три важливі характеристики, що впливають на розумовий розвиток.

*Перша* - це рівень *проблемності* навчальних завдань, яка впливає на рівні актуального та найближчого розвитку по-різному залежно від індивідуальних творчих здібностей особистості. *Друга* характеристика розумового розвитку - це *пошукова пізнавальна активність особистості*, яка є прямим продуктом навчальної проблемності. Структура, тип і рівень пізнавальної активності визначаються: змістом і будовою мисленнєвої задачі; змістовністю і характером діалогічної взаємодії партнерів пошуку; сформованістю у них пізнавальної мотивації. *Третьою* характеристикою розумового розвитку є *проблемна ситуація*. Вона інтегрує психологічні чинники продуктивності мисленнєвої діяльності особистості і функціонує як на рівні актуального, так і найближчого розвитку. Зміст, структура і функції проблемної ситуації, залежать від: рівня розв'язання проблемної задачі; ступеня її пошукової активності; переважання у мисленнєвому процесі інтуїтивних чи дискурсивних процесів; змістовності і розгорнутості зовнішнього і внутрішніх діалогів; рівня мотивацій наслідування та організованості співробітництва тощо.

Проблемне навчання як цілісний процес завжди включає в себе проблемність побудови змісту освіти, проблемний спосіб його викладання, проблемний характер пізнавальної діяльності особистості та рівень організації.

Вибір навчального матеріалу для створення й розв'язання проблемних ситуацій має важливе значення. Він має бути таким, щоб під час його вивчення проблемні методи навчання були оптимальними. Основними критеріями вибору навчального матеріалу для створення і розв'язання проблемних ситуацій є [34, 70, 143, 316]:

1. Можливості використання проблемності в освітньому процесі тим більші, чим вищий рівень узагальнення в процесі оволодіння знаннями;
2. Питома вага проблемності зростає із збільшенням освітнього, світоглядного й виховного значення тих знань, якими треба оволодіти;



3. Наявність діалектичного зв'язку між відомими й невідомими знаннями за умови розв'язання проблемної ситуації;

4. Рівень проблемності знижується, якщо при вивченні навчального матеріалу використовуються одні й ті ж знання.

Ефективність проектування проблемної ситуації викладачем визначає міру її розвиваючого впливу на особистість студента.

Основне завдання викладача у проектуванні проблемності - забезпечити розгортання проектно-пошукових процесів мислення студентів не на інтуїтивному, а на науково обґрунтованому рівні.

Психологічна структура будь-якої проблемної ситуації включає три компоненти [70, 143, 316]: пізнавальну потребу, що спонукає особистість до мисленнєвої діяльності; невідоме знання чи спосіб дії, які знаходяться в певному зв'язку у відношенні з відомим; інтелектуально-вольові можливості особистості, що включають його творчі здібності й набутий досвід.

Взявши за основу запропоновані А.М. Матюшкіним [199, 200] дані, А.В. Фурман запропонував модель психологічної структури навчальної проблемної ситуації [143, 316]. Окрім мислення в проблемній ситуації представлені також емоційні (переживання, здивування), вольові (пристрасть, наполегливість) та інші пізнавальні процеси (сприймання, пам'ять, уявлення тощо), без яких неможливе повноцінне навчальне пізнання, тобто під час виникнення проблемної ситуації приводяться в дію всі найважливіші психічні сили особистості.

Таким чином, проблемність за умов повноцінного функціонування проблемної ситуації (виникнення, становлення, розв'язання завдання) виступає як засіб оптимізації пізнавальної активності студентів [315].

Аналіз робіт В.Ю. Бикова [48], М.А. Девяткіної [124], О.М. Гончарова [89], Р.С. Гуревича [113], М.І. Жалдака [138] та ін. показав, що реалізація державної політики, спрямованої на створення і ефективне функціонування принципово нової національної моделі вищої освіти, вимагає якісної розробки та чіткого наукового обґрунтування інноваційних моделей педагогічних технологій. Відомо, що інформаційне середовище у значній мірі впливає на світогляд, цінності, пріоритети,

і, отже, на майбутнє життя молоді. Формування нового покоління фахівців, здатних до активної, творчої та професійної діяльності стане можливим, якщо ці технології будуть націлені на персоніфікацію освітнього процесу вищої професійної школи.

Персоніфікація відображає гуманістичну парадигму вищої фахової освіти і є специфічною самоорганізацією студентом власного освітнього простору. Вона актуалізує розвиток студента як суб'єкта вільного свідомого вибору освітніх траєкторій і шляхів розв'язання завдань професійного становлення, усвідомлення своєї унікальності і самоцінності.

Роль персоніфікації у закладі вищої освіти полягає у створенні сприятливого інформаційно-розвиваючого середовища, що поєднує в собі сукупність засобів збору, нагромадження, обробки, поширення й передачі інформації, які забезпечують оперативний зв'язок і доступ до інформаційних ресурсів, функціонування системи «студент-викладач-комп'ютер».

Комп'ютер як засіб навчання через свою універсальність дозволяє не лише формувати знання, уміння і навички, а й вирішувати головне завдання вищої школи – ефективно і всебічно розвивати особистість майбутнього професіонала.

Інформаційні технології надають такі психолого-педагогічні переваги:

- можливість навчального моделювання - подання об'єктів та явищ, які вивчаються, в їх внутрішньому розвитку із створенням для особистості належних умов самостійного конструювання об'єктів і управління їх динамікою;

- можливість реалізації методик сугестопедії, наприклад, використання ефекту гіпермнезії (надзапам'ятовування);

- можливість організації сюжетно-дидактичних ігор;

- можливість індивідуалізувати процес навчання шляхом створення адаптивних навчальних програм [144].

Студент, працюючи на ПК індивідуально, отримує негайну відповідь на кожну дію. У звичайній ситуації роботи з групою, в якій знаходиться більше 20 осіб і одного викладача, такий зв'язок проблематичний і неефективний. Традиційне заняття не дозволяє забезпечити індивідуальний підхід до кожного студента, скоріше, має місце монолог викладача. Комп'ютер, на відміну від інших засобів навчання, має здатність

реагувати на те, що відбувається в режимі діалогічної (студент-комп'ютер) та трилогічної (студент-комп'ютер-викладач) взаємодії. Оскільки відповіді ПК визначаються намірами і бажаннями того, хто з ним працює, то між комп'ютером і людиною виникає «обмін інформацією». Більш того, працюючи з комп'ютером, студент отримує відчуття, що він сам «керує» своєю навчальною діяльністю.

Серед психолого-педагогічних проблем, які є важливими передумовами ефективної математичної підготовки, інтелектуального розвитку і становлення спеціаліста, є проблема мотивації і врахування потреб особистості студента.

Мотиваційна сфера – складне психологічне явище, в якому стійко домінуючі мотиви пов'язані з формуванням позитивних навчальних мотивів. Ця проблема особливо загострюється сьогодні в умовах контрактного навчання. Значна частина студентів вважає, що, заплативши гроші за навчання, вони можуть себе вільно почувати щодо опанування знаннями, навичками і вміннями, а позитивна оцінка їх навчання сама собою буде забезпечена. Деякі з них мають спотворене уявлення про роль математичної підготовки в їх майбутній професійній діяльності і не можуть (чи не бажають) зрозуміти, навіщо вони повинні вивчати лінійну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію ймовірностей і математичну статистику [144].

В педагогічній психології виділяються три види направленості особистості: на себе (відношення до себе, феномен „Я”), на колектив і на справу. Серед мотивів навчальної діяльності студентів виділяють внутрішні мотиви (суспільна значущість навчання, професійні мотиви, пізнавальні, пов'язані з потребою в нових знаннях та ін.) і зовнішні мотиви, які орієнтуються на цінності, що лежать поза навчальною діяльністю (мотиви матеріального заохочення, особистої вигоди, пов'язані з отриманням диплому, побоювання неуспішності і стягнень пов'язаних з нею, мотиви спілкування, престижу та ін.) [144].

По-справжньому позитивно впливають на навчальну діяльність студентів внутрішні мотиви. Але потрібна постійна діагностика реально діючих мотивів студентів. Таку роботу зручніше всього проводити кураторам академічних груп, деканату засобами анкетування, бесід і спеціальним тестуванням.

В цій роботі важливе значення має правильна організація педагогічної взаємодії між викладачами і студентами. В психології вищої школи виділяються принципи організації такої взаємодії: принципи діалогізації, проблематизації, індивідуалізації, диференціації навчання. Лише в режимі педагогічного співробітництва, творчого обговорення різних теоретичних і прикладних аспектів проблеми у студентів будуть формуватися, актуалізуватися і пізнавальні, і професійні, і широкі соціальні мотиви. Очевидно з погляду цих завдань важливе значення для всіх студентів, а особливо третього і четвертого типу мотивації, має професійна спрямованість навчання математики, активізація навчально-пізнавальної діяльності.

З першого курсу необхідно показувати студентам суспільну значимість обраної ними професії, її специфіку в сучасних умовах і роль в ній високого рівня математичної підготовки, важливість розвитку в собі професійно значущих якостей. Така робота повинна включати різні форми: зустрічі, дискусії, „круглі столи”, спілкування з визнаними і авторитетними спеціалістами, з випускниками минулих років, презентації математичних методів у розв’язанні актуальних проблем вибраної галузі виробництва. Все це сприятиме підсиленню як внутрішньої, так і зовнішньої мотивації.

Розглянемо деякі психолого-педагогічні підходи до формування концепції навчання, які використовуватимемо у цій роботі. Широкого розповсюдження отримала концепція навчання, основою якої є трансформаційна теорія формування в індивідуума умінь розв’язувати оперативні задачі та ідея зміни стратегій в процесі навчання, необхідною умовою якої є певна повторюваність навчальних чи практичних дій, що забезпечують точне сприйняття і адекватне розуміння предмету навчання (В.Ф. Венда [61] С.В. Герасимов [77], І.І. Ільєсов [152], Г.С. Костюк [178], Н.М. Платонова [228]). В своїх дослідженнях автори виходять із того, що розвиток когнітивних процесів являє собою результат асоціативного зв’язку між деякими двома ситуаціями або між ситуацією та реакцією індивідуума і оцінку цієї ситуації шляхом вироблення відповідних висновків для прийняття правильних рішень, що поповнюють особисту базу знань індивідуума.

Не менш поширений в педагогічній психології підхід до керованого засвоєння індивідуумом розумових дій і понять на основі їх інтеріоризації в процесі навчання (В.П. Беспалько [46], П.Я. Гальперин [74, 75, 76], Н.Я. Грат [110], Л.М. Фрідман [313] та ін.). Прихильники цієї концепції виходять із того, що розвиток когнітивних процесів являє собою результат постійних спроб індивідуума адаптуватися до змін оточуючого середовища, що виводять його із балансової рівноваги, і тим самим компенсувати ці зміни. Таким чином, зовнішнє управління примушує індивідуума або змінювати існуючі структури активності мислення, якщо вони не задовольняють умовам адаптації, або виробляти нові структури, поступово змінюючи свої дії, переходячи від конкретних операцій, для яких характерне обмежене мислення, до формування таких, які можуть використовуватися в широкому діапазоні конкретних ситуацій, але уже на рівні абстрактного мислення, тобто з використанням гіпотез, дедукції і реалізації розумових операцій без опори на конкретні об'єкти. Логічним результатом таких операцій і є нові знання.

Цікавою є і психолого-педагогічна інтерпретація учіння (Р. Аткинсон, Г. Бауер, Е. Кротерс [36], Р. Буш, Ф. Мостеллер [57], та ін.). Цей підхід, що носить назву стохастичного, базується на формуванні потрібних реакцій у індивідуума шляхом обумовлюваного підкріплення з дискретним випадковим характером, на основі побудови моделей навчання з елементами алгоритмізації, програмування і прогнозування якості процесу учіння. Основні положення цієї теорії полягають в тому, що тим, хто навчають (учитель, викладач) слід добре засвоїти можливості обумовлюючих підкріплень та межі їх дій в загальному плані і в індивідуальному. В психології [242, 80] підкріпленням називають такий подразник, представлення або усунення якого підвищує ймовірність повторювання певної реакції, причому при первинному підкріпленні безпосередньо задовольняється яка-небудь фізіологічна потреба, а наступні фактори викликають позитивні емоції, так як асоціюють з первинними.

Слід відмітити, що реалізація стохастичного підходу в процесі навчання студентів найбільш ефективна у випадку індивідуальної роботи викладача зі студентом. У результаті тісного спілкування викладач одержує інформацією про

психофізіологічні особливості студента, його когнітивні здібності, інтелектуальний потенціал і т.д., що дає реальну можливість побудови індивідуальної моделі навчання з елементами алгоритмізації, програмування і прогнозування процесу навчання.

Однак, прихильники і послідовники різних концепцій психологічної теорії навчання єдині в тому, що основою всіх існуючих підходів є загальнопсихологічна теорія діяльності індивідуума (Л.С. Виготський [68], Ж. Піаже [226], С.Л. Рубінштейн[252, 253, 254, 255, 256, 257], В.В. Давидов [116], О.М. Леонтьєв [188]).

За видом діяльності психологи розрізняють мислення репродуктивного, продуктивного і творчого типу. Так, згідно концепції Л.С.Виготського [68], мислення репродуктивного типу діяльності полягає в тому, що індивідуум відновлює в своїй пам'яті певні стереотипи поведінки інших суб'єктів в аналогічних ситуаціях і сліпо копіює, повторює їх. Мислення продуктивного і творчого типу передбачають активну роботу в процесі пізнання з послідуєчими відкриттями суб'єктивно і об'єктивно нового в досліджуваній області.

Але продуктивне і творче мислення – це не тільки конкретний результат певної діяльності, але й сам його процес. Автор багатofакторної теорії інтелекту Гільфорд [68] за способом розв'язання проблем виділяє два типа мислення: конвергентне і дивергентне.

Конвергентне мислення розглядається як таке, що орієнтує людину на існування тільки одного правильного розв'язання і при цьому знання, зусилля, логічні висновки спрямовані на його знаходження. Особистості ж з дивергентним мисленням активно використовують системну стратегію пошуку оптимального результату у всіх можливих напрямках і частіше всього отримують нестандартні розв'язання. Слід зазначити, що десятиріччями пануюча технологія навчання в сфері освіти була орієнтована, переважно, на розвиток конвергентного мислення, що приводило до гальмування розвитку суб'єктів з творчим мисленням.

Творчим особистостям характерне дивергентне мислення, домінуючою особливістю якого є схильність формувати і аналізувати залежності між явищами, які не мають, на загальну думку, нічого спільного або ж утворювати нові комбінації

із загальновідомих елементів і використовувати їх нетрадиційним способом. При цьому їх мислення відрізняється рухливістю, легкістю переходу, тобто пластичністю, в основі якої лежить виявлений Ж. Піаже [226] механізм децентрації, необхідний для невеликого відкриття.

В цьому плані вивчення математики важко переоцінити, оскільки воно надає великі можливості для розвитку інтелекту та мислення, що в свою чергу формує позитивні риси особистості студента [182].

Враховуючи специфіку підготовки студентів економічних спеціальностей, ми акцентували увагу на особливостях мислення, які відіграють важливу роль в адаптаційних процесах швидкоплинних умов реального життя, зокрема, таких, як розв'язання різноманітних задач, проблем.

Згідно вимог стандарту вищої освіти України Міністерства освіти України (Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 051 «Економіка». Затверджений наказом Міністерства освіти і науки України від 29.10.2018 №1165) майбутній спеціаліст економічного профілю „повинен бути підготовлений до активної творчої діяльності, ..., вміти логічно мислити, ...знаходити рішення, ...”, тобто повинен володіти творчим мисленням на фоні достатньо високого інтелекту. Реалізація цих вимог можлива засобами вищої математики, так як її вивчення істотно впливає не тільки на розвиток „інтелекту сформованого”, але і на формування дивергентного мислення, результатом якого є продуктивна і творча діяльність.

Підставою для подібного висновку може служити те, що багато сучасних психологів розглядають математичні операції як „вищий рівень операційної системи в мисленні” (Ж.Піаже). Звичайно, вивчення вищої математики само по собі не може замінити впливу професійно спрямованих дисциплін на формування професійного рівня спеціаліста, але її застосування, в комплексі з іншими дисциплінами, необхідне для розвитку інтелекту сформованого і, зокрема, може полягати у використанні математичних засобів і методичних прийомів для більш чіткого і лаконічного опису досліджуваних об'єктів, в наданні можливостей для кількісного порівняння і обґрунтованого вибору змістовних пропозицій, логічних гіпотез, для виявлення факторів, які впливають на динаміку економічної діяльності. Не слід забувати і про

специфіку методичного інструментарію математики, який, взагалі кажучи, запозичений у загальнонаукового арсеналу, але доповнений і конкретизований спеціальними методами: математичною індукцією і дедукцією, аксіоматичною побудовою теорій, доведенням теорем і наслідків з них, математичним аналізом, економіко-математичним моделюванням, багатоваріантними аналітичними перетвореннями, обчислювальними процедурами, алгоритмами апроксимації, табличними і графічними зображеннями статистичної інформації. Оскільки одна і та ж математична структура може мати різну інтерпретацію в різних галузях знань, то цей факт представляє реальну можливість узагальнювати різного роду знання і формувати навички і уміння, які в свою чергу будуть сприяти формуванню дивергентного мислення.

Актуальними для формування творчого мислення студентів є проблемні ситуаційні задачі – задачі, що не мають однозначного розв'язання і вимагають творчого застосування раніше засвоєних знань і умінь. Деякі з таких задач можуть бути розв'язані як елементарним шляхом, так і методом, що потребує більших розумових витрат. Все залежить від планування розумових дій студента, які власне є механізмом мислення і являються результатом об'єднання та переробки інформації.

Враховуючи специфіку викладання статистики, особливо актуальним є підбір задач і завдань для відповідних розділів курсу. При цьому домінуючими повинні бути задачі, які обґрунтовують необхідність вивчення математики, демонструючи особливості економіко-математичних та математико-економічних моделей та інтерпретацій, сприяють формуванню прикладних математичних знань.

Розглянемо приклад задачі, яка може бути запропонована студентам на початку вивчення курсу статистики. Зауважимо, що ми орієнтуємось на навчальний план НПУ імені М.П.Драгоманова, який передбачає, що студенти на четвертому курсі вже знайомі з методами математичного, зокрема лінійного та цілочисельного, програмування, а також вивчали курс теорії ймовірностей та математичної статистики.

**Задача 1.2.** Розглядається 7 потенційних інвестиційних проектів, статистична інформація про які наведена у таблиці.



## Економічні показники потенційних інвестиційних проектів, тис. грн.

Номер проекту	Тривалість, років	Чистий дохід, зведений до початку виконання проекту	Щорічні інвестиційні витрати протягом життєвого циклу						
			1	2	3	4	5	6	7
1	4	371,259	45	60	65	95	40	-	-
2	3	422,35	95	40	90	70	-	-	-
3	4	559,637	40	110	40	65	65	-	-
4	3	336,963	50	90	100	40	-	-	-
5	4	457,029	55	75	55	90	105	-	-
6	4	498,875	75	80	70	60	65	-	-
7	4	601,281	60	90	85	50	55	-	-

Горизонт планування — 12 років. Щорічний ліміт інвестицій — 320 тис. грн. кожні перші три роки та 400 тис. грн. у кожен з наступних років. Ставка дисконту (нормативний коефіцієнт ефективності інвестицій) — 0,3.

**Завдання:** розробити оптимальний портфель інвестицій, що забезпечить максимальний чистий дохід та календарне планування.

*Розв'язання.* Складемо математичну модель задачі.

1. Цільова функція:

$$\begin{aligned}
 NPV = & 371,259 \sum_{t=2}^{12-4+1} \frac{x_{1t}}{(1+0,3)^{t-1}} + 422,35 \sum_{t=2}^{12-3+1} \frac{x_{2t}}{(1+0,3)^{t-1}} + \\
 & + 559,637 \sum_{t=2}^{12-4+1} \frac{x_{3t}}{(1+0,3)^{t-1}} + 336,963 \sum_{t=2}^{12-3+1} \frac{x_{4t}}{(1+0,3)^{t-1}} + \\
 & + 457,029 \sum_{t=2}^{12-4+1} \frac{x_{5t}}{(1+0,3)^{t-1}} + 498,875 \sum_{t=2}^{12-4+1} \frac{x_{6t}}{(1+0,3)^{t-1}} + \\
 & + \sum_{t=2}^{12-4+1} \frac{x_{7t}}{(1+0,3)^{t-1}} \rightarrow \max.
 \end{aligned}$$

2. Обмеження за інвестиційними витратами:

$$\left\{ \begin{array}{l} 45x_{11} + 95x_{21} + 40x_{31} + 50x_{41} + 55x_{51} + 75x_{61} + 60x_{71} \leq 320, \\ 45x_{12} + 60x_{11} + 95x_{22} + 40x_{21} + 40x_{32} + 110x_{31} + 50x_{42} + 90x_{41} + 55x_{52} + 75x_{51} + \\ + 75x_{62} + 80x_{61} + 60x_{72} + 90x_{71} \leq 320, \\ 45x_{13} + 60x_{12} + 65x_{11} + 95x_{23} + 40x_{22} + 90x_{21} + 40x_{33} + 110x_{32} + 40x_{31} + 50x_{43} + \\ + 90x_{42} + 100x_{41} + 55x_{53} + 75x_{52} + 55x_{51} + 75x_{63} + 80x_{62} + 70x_{61} + 60x_{73} + \\ + 90x_{72} + 85x_{71} \leq 320, \\ 45x_{14} + 60x_{13} + 65x_{12} + 95x_{11} + 95x_{24} + 40x_{23} + 90x_{22} + 70x_{21} + 40x_{34} + 110x_{33} + \\ + 40x_{32} + 65x_{31} + 50x_{44} + 90x_{43} + 100x_{42} + 40x_{41} + 55x_{54} + 75x_{53} + 55x_{52} + \\ + 90x_{51} + 75x_{64} + 80x_{63} + 70x_{62} + 60x_{61} + 60x_{74} + 90x_{73} + 85x_{72} + 50x_{71} \leq 320, \\ \dots \end{array} \right.$$

3. Обмеження за логічною змінною з урахуванням тривалості проектів:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} \leq 1, \\ x_{1,10} = x_{1,11} = x_{1,12} = 0, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{2,10} \leq 1, \\ x_{2,11} = x_{2,12} = 0, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} \leq 1, \\ x_{3,10} = x_{3,11} = x_{3,12} = 0, \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{4,10} \leq 1, \\ x_{4,11} = x_{4,12} = 0, \\ x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} \leq 1, \\ x_{5,10} = x_{5,11} = x_{5,12} = 0, \\ x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} + x_{67} + x_{68} + x_{69} \leq 1, \\ x_{6,10} = x_{6,11} = x_{6,12} = 0, \\ x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} + x_{77} + x_{78} + x_{79} \leq 1, \\ x_{7,10} = x_{7,11} = x_{7,12} = 0, \end{array} \right.$$

$$x_{it} \in [0;1], \quad t = 1, 2, \dots, 12 - T_i + 1, \quad i = \overline{1, 7}.$$

Розв'язок задачі можна провести за допомогою підпрограми «Пошук рішень» табличного процесора MS Excel (див. рис. 1.5).

Отримуємо наступні **результати**:

- в перший рік потрібно розпочати інвестування в проекти 1, 2, 3, 6 і 7, при цьому інвестиційні витрати становитимуть 315 тис. грн.; на четвертому році потрібно розпочати інвестування в 1 і 5 проекти; а на п'ятому році – в 4 проект;
- сумарне значення  $NPV$  при такому плані інвестування становитиме 2267,99 тис.грн.;

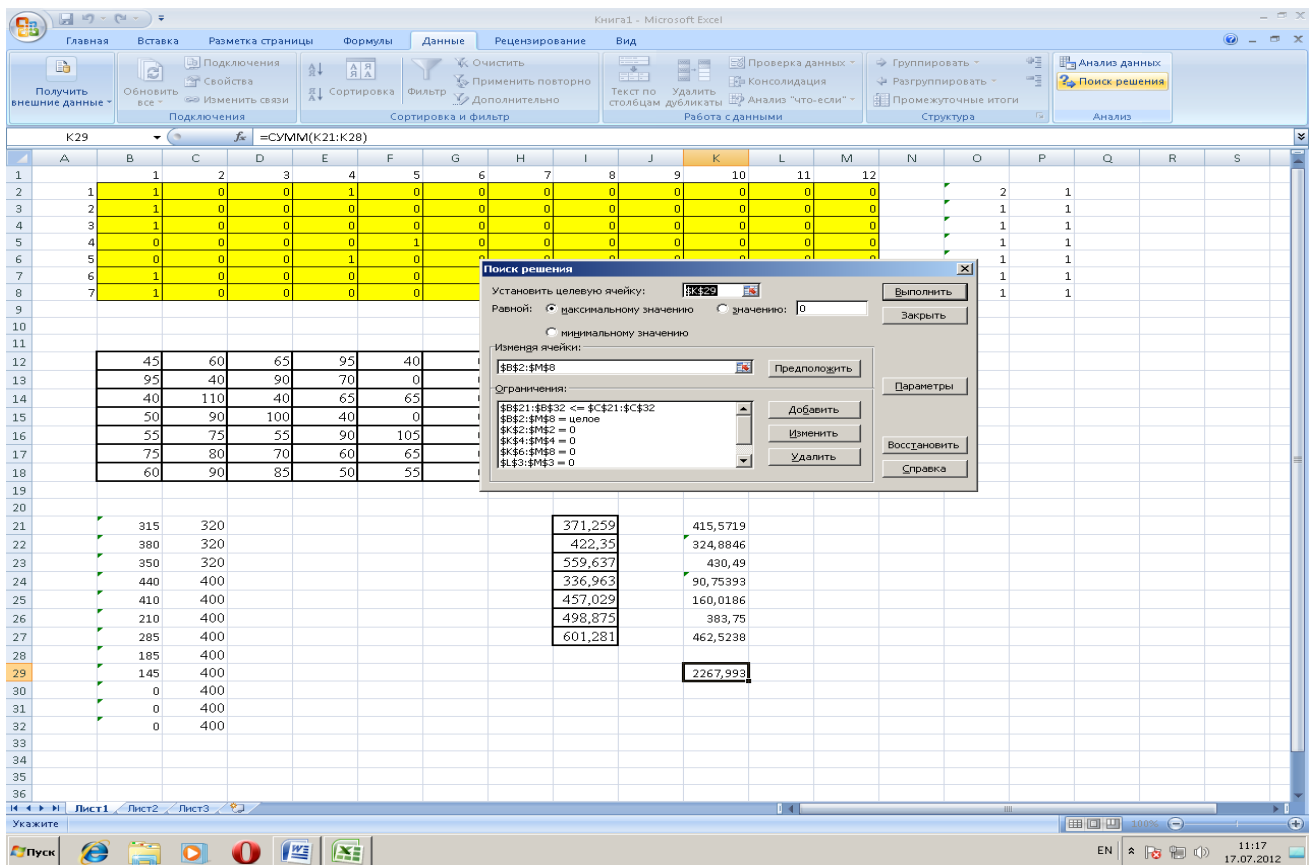


Рис. 1.5. Розв'язання задачі 1.2. за допомогою MS Excel

При розв'язанні запропонованої задачі перед студентами ставиться проблемна ситуація, яка створює необхідність використати наявні математичні знання, для того, щоб обрати метод моделювання (віднести задачу до певного типу) та побудувати математичну модель, знайти розв'язок та проінтерпретувати результати. Перевагою задач такого типу є також їх практична орієнтованість та можливість продемонструвати ефективність одразу кількох математичних методів при вирішенні прикладних економічних проблем.

На основі всього вищесказаного сформулюємо такі вимоги до комп'ютерно-орієнтованої методики навчання статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів:

1. При розробці КОМН статистики необхідно враховувати основні принципи та напрямки інформатизації освітнього процесу, тенденції розвитку освіти та науки в Україні та світі, існуючі проблеми та недоліки та шляхи їх подолання, потреби здобувачів освіти та запити роботодавців.

2. Інформаційні технології мають бути вбудовані в освітній процес, враховані в усіх компонентах методики і доцільно реалізовані на всіх етапах навчання.

3. При створенні КОМН необхідно спиратися на сучасні концепції, принципи та підходи педагогіки і психології вищої школи, послідовно впроваджуючи принципи активізації навчально-пізнавальної та науково-пошукової діяльності студентів; діяльнісний, розвивальний, суб'єктно-суб'єктний підходи; диференційований й індивідуальний підходи; особистісно-орієнтований та компетентнісний підходи.

4. Основними принципами відбору змісту навчального матеріалу має бути збалансованість науковості та доступності навчання, системний підхід, узгодженість із змістом навчання інших дисциплін, професійна та прикладна спрямованість, реалізація міжпредметних зв'язків.

5. Системно використовувати методи активного навчання, формувати дослідницькі навички, творчий підхід, критичне мислення, науково-дослідницькі навички при розв'язанні статистичних задач різних типів.

6. Використовувати комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання в поєднанні з традиційними, розробити гнучку швидко адаптовну до освітніх потреб систему засобів, яка включає методичні рекомендації, електронні ресурси, навчальні платформи та середовища, прикладні програмні засоби, дидактичні матеріали, засоби контролю та діагностики тощо.

#### **1.4. Модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики**

В сучасних наукових дослідженнях приділяється велика увага проблемам, пов'язаним із застосуванням в освітньому процесі інформаційно-комунікаційних технологій та формуванню відповідного комп'ютерно-орієнтованого освітнього середовища. Цей процес відбувається в рамках загальної тенденції та сучасних вимог до формування у майбутніх фахівців системних інтегрованих знань та готовності їх використовувати в професійній діяльності.

Одним з реальних шляхів інформатизації освітнього процесу, підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців, активізації навчально-пізнавальної і науково-дослідної діяльності студентів ЗВО, розкриття їхнього творчого потенціалу, збільшення ролі самостійної та індивідуальної роботи, за словами М. І. Жалдака, є створення і широке впровадження в повсякденну педагогічну практику нових комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання (КОМСН) на принципах поступового і неантагоністичного, без руйнівних перебудов і реформ, вбудовування інформаційно-комунікаційних технологій у діючі дидактичні системи, гармонійного поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, не заперечування і відкидання здобутків педагогічної науки минулого, а, навпаки, їх удосконалення і посилення, в тому числі і за рахунок використання досягнень у розвитку комп'ютерної техніки і засобів зв'язку" [137, 138].

Питаннями розробки та впровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математики, інформатики, фізики у закладах середньої і вищої освіти закладах досліджували М.І. Жалдак [139], Ю.С. Рамський [250], О.В. Співаковський [275], С.А. Раков [245], Ю.В. Триус [297], С.О. Семеріков [262], В.І. Клочко [165], Н.В. Морзе [207], І.В. Лупан [189], В.П. Сергієнко [264], Ю.В. Горошко [109], Т.П. Кобильник [168], Т.Г. Крамаренко [179], М.С. Львов [193], Є.М. Смірнова-Трибульська [273] та інші.

Враховуючи те, що сучасним студентам доведеться працювати в умовах інформаційного суспільства, де головним є вміння інтегруватись до світового

інформаційного простору, найперспективнішим з інтеграційних процесів у професійній підготовці майбутніх фахівців, на нашу думку, є використання інформаційних технологій. У вищій школі інтегративні процеси у свідомості студентів корегуються у зв'язку з потребами професійної діяльності, яка вимагає від майбутнього фахівця високого ступеню самостійності у виборі проблем, які розв'язуються. Об'єкти діяльності спеціалістів з вищою освітою характеризуються високим рівнем системності, що вимагає від фахівців врахування максимуму як внутрісистемних так і міжсистемних зв'язків [156].

Нагальна потреба системної інтеграції ІКТ в освітній процес призводить до необхідності створення відповідних комп'ютерно-орієнтованих методик навчання окремих дисциплін.

На сучасному етапі вимоги до математичної освіти фахівців математичних та економічних спеціальностей зазнали суттєвих змін [300]: дещо послабіла роль певних розділів класичної вищої математики і посилилась роль інших математичних дисциплін, зокрема: теорії ймовірностей та математичної статистики, чисельних методів, методів оптимізації та дослідження операцій, фінансової та актуарної математики тощо. Вивчення цих розділів математики є необхідною умовою успішної професійної діяльності фахівця в майбутньому, оскільки формує здатність будувати та досліджувати математичні моделі, обґрунтовано та результативно застосувати ті чи інші математичні методи при розв'язуванні реальних професійних задач, розуміти та критично осмислювати зміст професійної, наукової та спеціальної літератури.

Математична статистика є однією з провідних дисциплін в підготовці фахівців у галузі як математики, так і економіки. Основними завданнями навчання статистики є: навчити студентів методам побудови статистичних та ймовірнісних математичних моделей, методам їх дослідження і розв'язування формалізованих задач, зокрема з використанням систем комп'ютерної математики; виробити у студентів уміння аналізувати різні способи розв'язання задач, порівнювати отримані результати, формулювати формальні та змістовні висновки; сформувати навички статистичного аналізу даних в тому числі з використанням різних типів сучасних програмних засобів.

Попри суттєві досягнення в напрямі розробки методів комп'ютерно-орієнтованого навчання математичних дисциплін, на сьогодні існують *суперечності* між високими запитами суспільства та ринку праці до рівня математичної та ІТ-підготовки фахівців в галузі економіки та реальним рівнем сформованості відповідних компетентностей у студентів, невідповідності сучасного рівня розвитку комп'ютерно-орієнтованих технологій, що використовуються в освітній та професійній діяльності майбутніх економістів, та недостатнім обсягом або застарілим змістом їх використання в процесі навчання математичної статистики, актуальною є проблема теоретичного обґрунтування, розробки та впровадження комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання математичної статистики майбутніх економістів.

#### *Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання*

Комп'ютерно-орієнтованою методичною системою навчання називають методичну систему навчання, використання якої забезпечує цілеспрямований процес здобування знань, набуття умінь і навичок, засвоєння способів пізнавальної діяльності суб'єктом навчання і розвиток його творчих здібностей на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій [297].

А. М. Пишкало [243], визначив методичну систему навчання як сукупність п'яти ієрархічно пов'язаних компонентів: цілей навчання, змісту, методів, засобів і організаційних форм навчання, що утворюють єдину цілісну функціональну структуру, орієнтовану на досягнення цілей навчання. Однак, на сьогодні традиційна модель методичної системи зазнає доповнень та розвитку в роботах багатьох вчених [297, 207, 136].

Сучасна модель методичної системи навчання на думку Н.В. Морзе [207], повинна відповідати наступним принципам:

1. Предметність моделі. Моделі навчання різних предметів можуть включати різні сукупності компонентів і ці компоненти – можуть знаходитися в специфічних для даного предмета відношеннях між собою. Отже, можна очікувати, що структурно методичні системи навчання різних предметів будуть відрізнятися, тобто матимуть певні особливості.

2. Локальність моделі. Через істотні й все більш зростаючі розходження в цілях і умовах навчання в різних навчальних закладах вже не можна говорити про методичну систему навчання предмету взагалі. В моделі необхідно враховувати не тільки розходження у навчанні різних предметів, але й особливості у вивченні предмета, що склалися в конкретному навчальному закладі. Таким чином, в удосконаленій моделі методичної системи навчання необхідно враховувати локальні особливості навчання предмету, тобто змінювати від одного навчального закладу до іншого.

3. Динамічність моделі. Компоненти методичної системи, як правило, знаходяться у швидкому розвитку, регулярно перебудовуються зв'язки між цими компонентами. В методичній системі, як моделі навчання, необхідно передбачати розвиток практики навчання, включати компоненти, де передбачається розвиток їх змісту, перебудова їх структурних зв'язків.

В.П. Беспалько в роботі [46] відзначає, що “в сучасних умовах, коли комп'ютеризація педагогічного процесу стає найближчою перспективою, педагогічне проектування – єдина умова його ефективної реалізації”.

Особливо актуальним є створення та оновлення методичних систем для дисциплін, які зазнають швидких змін; їх цілі, зміст, методи та технології швидко оновлюються під впливом викликів сучасного світу. Це можна сказати і про курс статистики.

При розробці КОМСН математичної статистики необхідно враховувати такі принципи: поступового і неантагоністичного вбудовування інформаційно-комунікаційних технологій у діючі дидактичні системи, гармонійного поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, наступності здобутків педагогічної науки (класичних і нових перспективних), не заперечування і відкидання минулого досвіду а, навпаки, його удосконалення і посилення, в тому числі і за рахунок використання досягнень у розвитку комп'ютерної техніки і засобів зв'язку. [300].

### *Теоретико-методологічні основи КОМН*

Розроблена в дисертаційному дослідженні комп'ютерно-орієнтована методика навчання статистики ґрунтується на проведенному дослідженні теоретико-



методологічних та психолого-педагогічних основ, що включало в себе: аналіз основних підходів до формування комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання; виділення провідних підходів та технологій навчання (діяльнісний, компетентнісний, системний, студентоцентрований); визначення основних принципів комп'ютерно-орієнтованого навчання; аналіз особливостей методології та методики навчання статистиків у умовах інформатизації освіти; аналіз специфіки методичної системи навчання математичних дисциплін з використанням ІКТ; визначення місця та ролі комп'ютерно-орієнтованого супроводу в навчання статистики; дослідження та врахування психологічних особливостей студентів старших курсів бакалаврату в умовах змінних парадигми навчання та провідного типу діяльності з навчальної на навчально-професійну.

На основі здійсненого аналізу було сформульовано вимоги та відповідні рекомендації щодо всіх складових методики навчання статистики.

#### *Рекомендації щодо формування цілей навчання*

При розробці комп'ютерно-орієнтованої методики навчання статистики на етапі формування цілей навчання необхідно врахувати наступні вимоги: при формуванні когнітивних цілей навчання доцільно враховувати необхідність формування у майбутніх фахівців здатності використовувати сучасний апарат математичної статистики в професійній діяльності для розв'язання прикладних задач економічного змісту з використанням сучасних інформаційних технологій та програмних засобів. Це приводить до необхідності формування у студентів знань та вмінь, що забезпечують оволодіння методами статистичного аналізу, сучасними програмними комплексами, що використовуються в професійній аналітичній діяльності, вміннями та навичками програмування окремих статистичних процедур та функцій. Зазначимо, що сформульовані вимоги стосуються як зовнішніх (предметно-орієнтованих) цілей навчальної дисципліни, так і внутрішніх (студентоорієнтованих) цілей навчання.

#### *Організація відбору та систематизації змісту навчання*

При відборі та систематизації змісту навчального матеріалу з курсу статистики в умовах реалізації комп'ютерно-орієнтованої методики навчання, на нашу думку,

необхідно системно впроваджувати комплекс багаторівневих практичних, професійно орієнтованих завдань, в тому числі таких, що імітують професійну діяльність фахівця з статистики, розв'язання яких здійснюється з використанням різних типів програмних засобів.

При цьому при використанні програмних засобів в навчанні необхідно проводити їх диференціацію за ступенем автоматизації процесу розв'язання та «порогом входу» студента, тобто рівнем оволодіння знаннями та вміннями з інформатики та програмування, що дозволяють використовувати певний програмний засіб до розв'язування задач. З цієї точки зору в роботі використовується наступний підхід до типізації програмних засобів, які пропонується використовувати в процесі комп'ютерно-орієнтованого навчання статистики (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Типи програмних засобів, які пропонується використовувати в процесі комп'ютерно-орієнтованого навчання статистики

Проектуючи зміст теоретичного навчання та систему навчальних завдань з статистики, ми спирались на уточнені цілі навчання, а також на наступні принципи: послідовності та наступності, взаємозв'язку та взаємозалежності, чіткої ієрархії між складниками.

На основі зазначених принципів було сформульовано такі вимоги до змісту теоретичного навчання та системи завдань з статистики:

- підпорядкованість всіх змістових одиниць основним цілям навчання, які сформульовані у вигляді очікуваних результатів (компетентностей);
- структурування і систематизації змісту теоретичного навчання з врахуванням сучасних вимог, принципу науковості, а також можливостей інтенсифікації вивчення теоретичного матеріалу за допомогою ІКТ;
- типізація навчальних завдань за особливостями і роллю застосування інформаційно-комунікаційних технологій у їх розв'язанні;
- дотримання принципів: від простого до складного, від стандартного до творчого, від конкретного до абстрактного в послідовності подачі теоретичного матеріалу та завдань однієї групи;
- забезпечення взаємозв'язку між фундаментальною та професійною підготовкою.

Основним засобом реалізації принципу професійної спрямованості навчання математики є система професійно-орієнтованих завдань. Під професійно-орієнтованими завданнями часто розуміють деяку абстрактну модель реальної проблемної ситуації практичного характеру в професійній сфері діяльності, що сформульовано у вербальній, знаковій або образно-графічній формі, та що може бути розв'язана математичними засобами [275].

Отже, при створенні та реалізації комп'ютерно-орієнтованої методики навчання статистики необхідно використовувати систему послідовних взаємопов'язаних математико-статистичних, практичних та професійно-орієнтованих задач, розв'язування яких передбачає використання різних типів програмних засобів, що створює умови для формування у студентів фундаменту для подальшого професійного навчання та майбутньої професійної діяльності.

*Комп'ютерно-орієнтовані методи та засоби навчання, їх зв'язок з формами організації освітнього процесу*

Методи навчання – це способи здійснення спільної діяльності педагога та студента. Їх необхідно добирати так, щоб спонукати студентів до активної розумової

діяльності, прагнення свідомо засвоїти зміст предмета, який вони вивчають [206]. Метод навчання є дуже складним, багатовимірним педагогічним явищем, в якому відображені об'єктивні закономірності, принципи, цілі, зміст, засоби і форми навчання. Найпоширенішими у професійній підготовці майбутніх фахівців у ЗВО є методи: словесні (розповідь, бесіда, дискусія, лекція); наочні (демонстрація); практичні (навчально-практичні роботи, робота з підручником, практикумом); індуктивні та дедуктивні; дослідницькі; проблемного викладу; репродуктивний метод вирішення завдань; активного навчання; контролю і самоконтролю та багато інших. Відомо, що загальних дидактичних методів навчання є досить багато і їх класифікують за різними класифікаційними принципами. Найчастіше виділяють такі основні групи:

1) групи методів за типом та суттю взаємної навчальної роботи викладача і студентів: репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, проблемного подання навчального матеріалу, евристичний, науково-пошуковий;

2) групи методів за основними складовими навчальної роботи викладача: а) проведення навчальної діяльності (словесні, наочні, репродуктивні й проблемні, індуктивні та дедуктивні, робота студентів самостійна та під керівництвом викладача); б) стимулювання і мотивації навчання (методи формування інтересу – пізнавальні ігри, аналіз життєвих ситуацій, створення ситуацій успіху; методи формування обов'язковості й відповідальності в навчанні – висвітлення суспільної й особистісної значимості навчання, встановлення навчальних результатів і педагогічних вимог); в) контролю і самоконтролю (контроль усний і письмовий, практичні, лабораторні і творчі роботи, контроль індивідуальний і загальний, поточний, рубіжний і підсумковий).

В останні роки під впливом розвитку комп'ютерних технологій та інформатизації освітнього процесу все ширше впроваджуються методи активізації навчально-пізнавальних дій студентів. У межах нових педагогічних технологій визначають такі найбільш ефективні методи активного навчання, як навчання у співробітництві, метод проектів, різнорівневе навчання, «портфель учня (студента)» [230].

На нашу думку, завдання вибору і застосування комп'ютерно-орієнтованих методів навчання у навчанні статистики має здійснюватись за наступним принципом: в конкретних умовах доцільно обирати ті методи, використання яких забезпечує високу ефективність навчання студентів за прийнятими критеріями.

Розглянемо основні групи методів (за класифікацією Ю.Бабанського) навчання та зупинимось на специфіці їх застосування в умовах реалізації КОМН статистики.

Таблиця 1.4.

### Методи навчання в умовах реалізації КОМН математичної статистики

Назва групи методів	Найбільш поширені методи, що реалізуються в навчанні статистики	Комп'ютерний супровід методів в навчанні математичної статистики
<b>Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності</b>		
<i>За джерелом передачі навчальної інформації</i>		
Словесні методи	Розповідь-пояснення, бесіда, лекція	Створення багатофункціональних демонстраційних мультимедійних систем (комп'ютер, електронна дошка, мультимедійний проектор та ін.) для супроводу викладу навчального матеріалу та демонстрації графічних, текстових або звукових повідомлень
Наочні методи	Ілюстрація, демонстрація	
Практичні методи	Досліди, вправи, навчальна практика	Виконання практичних професійно орієнтованих завдань з використанням сучасних програмних засобів; використання базових знань та вмінь з програмування для реалізації алгоритмів розв'язання задач; проведення обчислювальних експериментів
<i>За логікою передачі та сприймання навчальної інформації</i>		
Індуктивні	Організація пізнавального процесу від часткового до загального	Формулювання алгоритмів для розв'язання певних класів завдань та їх подальша програмна реалізація сприяють формуванню у студентів як індуктивного, так і дедуктивного мислення та методу пізнання
Дедуктивні	Формування нових знань на основі переходу від загального до часткового	

<i>За ступенем самостійного мислення студентів у процесі оволодіння знаннями, формуванням умінь і навичок</i>		
Репродуктивні	Діяльність за зразком	Використання електронних навчальних матеріалів, готових запрограмованих форм для розв'язання основних типів задач, вбудованих процедур та функцій та відповідного електронного довідкового матеріалу
Проблемно-пошукові	Проблемний виклад, спільне навчання, евристичний виклад, метод програмованих завдань	Використання інтегрованих завдань (статистика та інформатика і програмування), кейсів, системи послідовних програмованих задач, диференційованих за типом ПЗ та рівнем їх використання в процесі розв'язання
Творчі	Дослідження, творче навчання	Виконання практично орієнтованих проєктів, які передбачають самостійне виконання всіх етапів статистичного дослідження з використанням ІТ (збір даних, вибір моделей та методів аналізу, реалізація математичних методів, отримання, аналіз та інтерпретація результатів)
<i>За ступенем керівництва навчальною роботою</i>		
Навчальна робота під керівництвом викладача	Опрацювання теоретичного матеріалу на занятті, письмові самостійні роботи, індивідуальні завдання	Електронні навчальні матеріали, автоматизовані системи контролю (тестування) знань, електронні засоби зв'язку та взаємодії викладача та студентів
Самостійна робота учнів поза контролем викладача	Домашні завдання, розрахункові роботи, самостійне вивчення теоретичного матеріалу	Використання LMS платформ для електронного навчання, засобів дистанційного зв'язку та онлайн навчання дозволяє покращити інформаційний супровід та організувати зворотній зв'язок зі студентом
<b>Методи стимулювання та мотивації навчально-пізнавальної діяльності</b>		
Методи стимулювання інтересу до навчання	Дидактичні ігри, навчальні дискусії, аналіз життєвих ситуацій	Використання засобів онлайн та дистанційного навчання для організації інтерактивної діяльності студентів; використання практично орієнтованих завдань з

		використанням професійних програмних засобів
Методи стимулювання обов'язку й відповідальності	Роз'яснення мети навчального предмета, вимоги до вивчення предмета, заохочення та покарання	Використання систем управління навчальними курсами (віртуальних навчальних середовищ типу Moodle)
<b>Методи контролю, самоконтролю, взаємоконтролю, корекції, самокорекції та взаємокорекції</b>		
Усні	Бесіда, опитування (індивідуальне та групове), розповідь, роз'яснення	Використання онлайн платформ, електронних систем тестування, розроблених комплексів тестових завдань, комплексів завдань для лабораторно-практичних занять
Письмові	Контрольна робота, РГР, реферат	
Практичні	Проведення дослідів	
Тестові	Виконання стандартизованих завдань	
<b>Бінарні та інтегровані методи навчання</b>		
Бінарні	Поєднання двох методів або методу та форми	Використання лабораторно-практичних занять з статистики; система завдань, що формують знання та вміння застосовувати певні типи програмних засобів до виконання окремих етапів статистичного дослідження або розв'язання задач
Інтегровані	Поєднання кількох методів в єдину систему	Виконання проєктів та індивідуальних завдань, що передбачають застосування математико-статистичних методів до розв'язання практичних завдань економічного змісту та їх реалізацію в певному програмному середовищі.

Слід зазначити, що якість підготовки майбутніх бакалаврів математики (вчителів математики та економіки) залежить не лише від глибини засвоєння теоретичних знань і набутих спеціальних умінь і практичних навичок, а й від сформованості здатності до творчого вирішення поставлених завдань, готовності вести дослідницьку діяльність. Вирішенню цієї проблеми сприяє впровадженні в

освітній процес проблемно-дослідницьких методів навчання, серед яких особливо ефективним в навчанні статистики є метод проектів [289].

Застосування методу проектів стимулює студентів до вирішення певної проблеми, що потребує, з одного боку, відповідного рівня теоретичних знань, сформованості вмінь та навичок, в тому числі вмінь вести пошукову дослідницьку роботу, а з іншого – передбачає необхідність інтегрування знань та вмінь з різних галузей та вміння їх використати при вирішенні професійно орієнтованих завдань.

Використання у процесі вивчення дисциплін творчих, дослідницьких, міжпредметних й інших проектів розвиває у студента пізнавальну самостійність, формує вміння прогнозувати результати і можливі наслідки різних варіантів вирішення проблем, з'ясовувати причиннонаслідкові зв'язки, перетворює його з пасивного споглядача навчального матеріалу на активного учасника професійно спрямованої навчально-пізнавальної діяльності. Реалізація методу проектів змінює також позицію викладача, перетворюючи його з носія готових знань на організатора-консультанта щодо коригування та координування роботи студентів над проектом: обговорення виконання проекту, коригування спільних та індивідуальних зусиль, організація презентації одержаних результатів і можливих способів їх впровадження в практику, зовнішнє оцінювання проекту [170].

Отже, методичними умовами застосування комп'ютерно-орієнтованих методів навчання статистики, на нашу думку, є:

- вільний доступ кожного студента до комп'ютерно-орієнтованого забезпечення дисципліни;
- створення багатофункціональних демонстраційних мультимедійних систем (комп'ютер, електронна дошка, мультимедійний проектор та ін.) для супроводу викладу навчального матеріалу;
- створення практичних професійно орієнтованих завдань, які передбачають використання сучасних програмних засобів, базових знань та вмінь з інформатики та програмування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання;
- використання засобів онлайн та дистанційного навчання для організації інтерактивної діяльності студентів;



– використання систем управління навчальними курсами (віртуальних навчальних середовищ типу Moodle), різних типів прикладних програмних засобів, електронних систем тестування, LMS платформ для електронного навчання, засобів дистанційного зв'язку та онлайн навчання тощо;

– реалізація практичних методів навчання у формі лабораторно-практичних занять з статистики, з використанням розробленої для них системи завдань, що формують знання та вміння застосовувати певні типи програмних засобів до виконання окремих етапів статистичного дослідження або розв'язання задач;

– використання інтегрованих завдань (статистика та інформатика і програмування), кейсів, системи послідовних програмованих задач, диференційованих за типом ПЗ та рівнем їх використання в процесі розв'язання;

– виконання проектів та індивідуальних завдань, що передбачають застосування математико-статистичних методів до розв'язання практичних завдань економічного змісту та їх реалізацію в певному програмному середовищі.

Зрозуміло, що вибір методів навчання взаємообумовлений з вибором засобів навчання та формами організації освітнього процесу.

*Таблиця 1.4.*

**Основні види занять зі статистики та їх специфіка в умовах реалізації КОМН.**

Традиційна методична система	Комп'ютерно-орієнтована методична система
<b>Лекція</b> Основна дидактична мета: формування нових знань (засвоєння теоретичного матеріалу). Провідні методи навчання: словесні та наочні. Провідний тип діяльності студентів: репродуктивний.	<b>Комп'ютерно-орієнтована лекція</b> Основна дидактична мета: формування нових знань та вмінь та їх інтеграція. Провідні методи навчання: проблемні. Провідний тип діяльності студентів: частково-пошуковий. Переваги: підвищується рівень наочності, відбувається економія навчального часу на певних етапах заняття, що дозволяє збагатити зміст навчального матеріалу та здійснити інтеграцію математичних та комп'ютерно-орієнтованих знань, вмінь та навичок.
<b>Практичне заняття</b> Основна дидактична мета: формування вмінь та	<b>Лабораторно-практичне заняття</b> Основна дидактична мета: формування вмінь та навичок розв'язувати певний клас задач з

<p>навичок застосовувати теоретичні відомості до розв'язання задач. Провідні методи навчання: словесні, наочні, практичні. Провідний тип діяльності студентів: репродуктивний та частково-пошуковий.</p>	<p>використанням ІТ технологій та програмних засобів. Провідні методи навчання: практичні. Провідний тип діяльності студентів: частково-пошуковий, пошуковий, дослідницький. Переваги: розширюється коло та збільшується кількість задач; підвищується рівень самостійності студентів; з'являється можливість ширше впроваджувати в освітній процес професійно орієнтовані задачі, знайомити студентів з реальними завданнями, які можуть виникати в їх професійній діяльності; за рахунок інтеграційної форми навчання одночасно відбувається формування як математичних, так ІТ-компетентностей студентів.</p>
<p><b>Контроль (контрольна робота, залік, іспит)</b> Форма організації навчальної діяльності, спрямована на виявлення й оцінювання ступеня оволодіння студентами знаннями, уміннями та навичками, що контролює рівень засвоєння визначеного обсягу навчального матеріалу в межах теми, розділу, модуля або навчальної дисципліни.</p>	<p><b>Комп'ютерно-орієнтована форма контролю</b> Основною особливістю є те, що студент використовує комп'ютер або для безпосереднього розв'язання завдань за допомогою проблемно-орієнтованої програми і/або для проходження комп'ютерно-орієнтованого контролю, наприклад, комп'ютерного тестування. Переваги: економія часу, можливість автоматизовано здійснити перевірку рівня сформованості основних знань, вмінь та навичок («відсіяти» студентів з неналежним рівнем підготовки), автоматизувати окремі етапи розв'язання та перевірки задач.</p>

*Фактори активізації навчально-пізнавальної діяльності в умовах реалізації КОМН*

На нашу думку, використання комп'ютерно-орієнтованих методик та технологій дає цілу низку методичних та методологічних переваг у порівнянні з традиційним навчанням. Це насамперед стосується активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, яка інтенсифікується за рахунок цілого ряду факторів, представлених на рис. 1.7.

На основі проведеного аналізу та визначення основних складових КОМН статистики було розроблено модель її реалізації (рис. 1.8). При цьому очікуваним результатом від її впровадження є підвищення рівнів сформованості математичних та

ІТ-компетентностей студентів бакалаврату математичних спеціальностей, активізація їх пізнавальної діяльності, покращення рівня практичної та професійної підготовки.

**Активізація навчально пізнавальної діяльності студентів в умовах реалізації комп'ютерно орієнтованої методики навчання**

Формування позитивної мотивації, інтересу до навчання

Розвиток мислення та інтелектуальних здібностей

Підготовка до практичної та професійної діяльності в умовах інформаційного суспільства

Підвищення рівня самостійності

Індивідуалізація та диференціація

Переважання методів активного навчання

Підвищення рівня наочності

Спрощення та збільшення швидкості доступу до навчальних та наукових інформаційних джерел

Розширення кола задач і вправ

Проведення лабораторних робіт у процесі навчання математичних дисциплін

Опанування сучасними методами наукового пізнання, пов'язаними із застосуванням ІКТ

Рис. 1.7. Фактори активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів в умовах реалізації комп'ютерно-орієнтованої методики навчання.

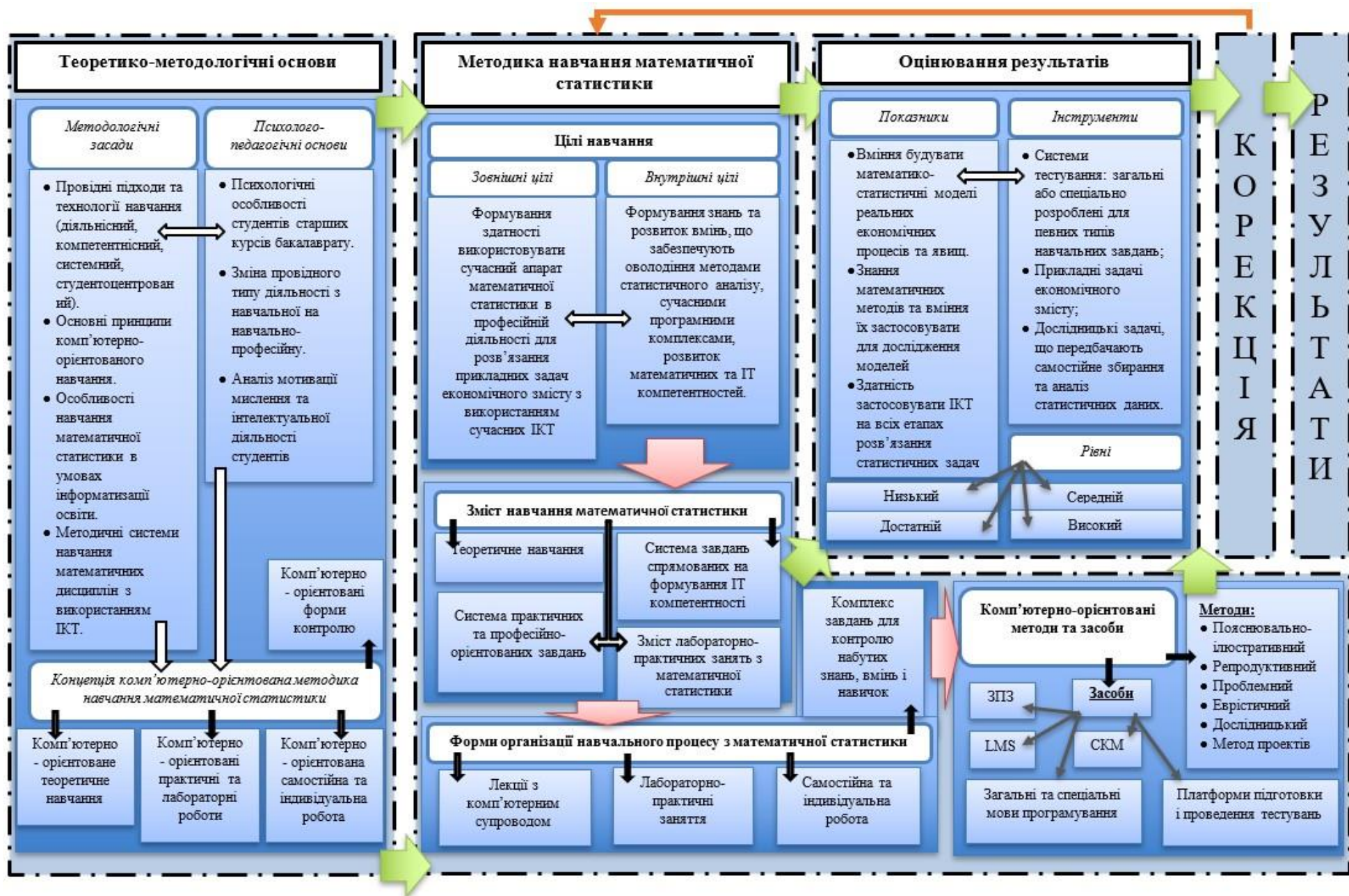


Рис. 1.8. Модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання статистики

## Висновки до розділу 1

На основі аналізу нормативних документів (освітніх програм, навчальних планів, навчальних та робочих програм, програм атестації), результатів наукових досліджень, педагогічного досвіду, результатів опитувань та анкетувань студентів та викладачів, зрізів знань студентів, можна зробити наступні *висновки*:

1) існує ряд протиріч та проблем, що зумовлюють необхідність розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей, зокрема:

- існує потреба оновлення змісту, засобів та форм навчання математичної статистики на основі широкого впровадження сучасних ІКТ, що дозволить подолати протиріччя між наявним станом та сучасними вимогами до рівня сформованості математичних та ІТ-компетентностей фахівця;

- зміст та обсяг використання ІКТ в навчанні статистики на сьогодні не відповідають швидкому розвитку та оновленню сучасних комп'ютерно-орієнтованих технологій, що використовуються в освітній та професійній діяльності майбутніх економістів;

- недостатня увага приділяється формуванню у студентів уміння створювати та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі реальних процесів та явищ, що є фундаментом для формування їх професійної компетентності;

2) розробка та впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів сприятиме підвищенню якості їх професійної підготовки.

В ході вирішення поставлених в дисертаційному дослідженні завдань в першому розділі роботи було отримано наступні *результати*:

- проаналізовано структуру, особливості формування та взаємозв'язки основних компонентів математичної та ІТ-компетентності майбутніх економістів, що формуються в процесі навчання математичної статистики;

- удосконалено психолого-педагогічних та методичні підходи до навчання математичної статистики в умовах інформатизації освітнього процесу, що розширює

можливості та підвищує ефективність використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання на різних етапах формування математичних, інформаційно-технологічних та професійно-практичних компетентностей;

- сформульовано та обґрунтовано вимоги до комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання математичної статистики студентів математичних спеціальностей педагогічних університетів;

- розроблено та модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, яка включає теоретико-методологічні основи, всі компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання статистики, оціночний та корекційний блоки.

Основні результати першого розділу опубліковані в роботах [88, 55, 91, 85, 144, 186].

## РОЗДІЛ 2. Комп'ютерно-орієнтована методика навчання математичної статистики

### 2.1. Комп'ютерно-орієнтована система управління та підтримки курсу математичної статистики

Аналіз освітніх програм (див. Додаток А, Б, В), психолого-педагогічних та методичних передумов навчання статистики підтвердив важливість реалізації комп'ютерно-орієнтованої методики навчання, що передбачає коригування цілей, змісту, методів, форм і засобів навчання математичної статистики.

#### *Цілі навчання*

Результативність навчання залежить від усвідомлення студентом цілей навчання, тобто від процесу переходу зовнішніх (предметно орієнтованих) цілей у внутрішні (особистісно орієнтовані).

Зовнішні цілі дисципліни визначаються освітньою програмою підготовки фахівця та описують відповідні компетентності, тоді як внутрішні цілі формуються суб'єктом діяльності самостійно.

На думку О. Е. Коваленко [169], забезпечити перехід зовнішніх цілей, що формулюються у вигляді вимог до студента, у внутрішні можливо через залучення комп'ютерно-орієнтованого супроводу, що сприяє задоволенню потреб та мотивів студента, впливаючи на його право-півкульне сприйняття.

Розглянемо докладніше формулювання зовнішніх та внутрішніх цілей з урахуванням комп'ютерно-орієнтованого супроводу на прикладі вивчення курсу статистики (табл.2.1).

*Таблиця 2.1.*

#### **Взаємозв'язок зовнішніх та внутрішніх цілей навчання статистики в умовах реалізації КОМН**

Зовнішні цілі	Навчальні: формування знань основних понять, фактів та методів математичної статистики; формування вмінь та навичок розв'язувати основні типи статистичних задач. Розвивальні: розвиток умінь працювати з числовою та графічною інформацією (аналізувати, систематизувати, узагальнювати та робити висновки); розвиток вмінь
---------------	--

	математичного моделювання економічних процесів та явищ; розвиток ІТ-компетентності. Виховні: виховання математичної та інформаційної культури, наукового світогляду, інтересу до майбутньої професійної діяльності.
Мотиви	Формування стійкого інтересу до навчального предмету за рахунок: осучаснення змісту навчального матеріалу, демонстрації застосування набутих знань та вмінь в розв'язанні реальних професійних завдань; ознайомлення з сучасними вимогами, завданнями, технічними та програмними засобами, якими має володіти фахівець в галузі економіки та математики; активізації самостійної пошукової та дослідницької роботи студентів.
Потреби	Оволодіти комплексом знань, умінь та навичок, що дозволяють успішно вирішувати професійні завдання.
Внутрішні цілі	Сформувати знання: теоретичних основ статистики, основних статистичних моделей, алгоритмів та методів; сучасних СКМ, ПЗ та мов програмування, що використовуються при вирішенні статистичних задач. Сформувати вміння: розв'язувати різні типи статистичних задач, використовуючи сучасні ІКТ.

На основі запропонованої схеми викладач має формулювати цілі як навчальної дисципліни в цілому, так і кожного заняття або виду самостійної роботи. Цілі визначають зміст навчання, методи та форми. В п. 1.4 було наведено порівняльні характеристики традиційних методів та форм навчання статистики з відповідними комп'ютерно-орієнтованими аналогами. Зупинимось детальніше їх на практичній реалізації.

### ***2.1.1. Методика навчання нових понять та доведення тверджень з математичної статистики з використанням комп'ютерних технологій***

Вивчаючи питання використання ІКТ для впровадження нових понять та доведення нових тверджень в математичній статистиці, постає питання необхідності і доцільності їх використання. Які існують ІКТ, що полегшать процедуру доведення якогось твердження? Чи існують вони взагалі? Чи дійсно потрібно використовувати комп'ютер, для введення певного поняття математичної статистики?

Щоб відповісти на ці запитання потрібно розглянути ступінь їх дослідження для інших розділів математичної науки. У різні часи проблематикою впровадження



ІКТ в освітній процес з математики, а зокрема, питанням використання ІКТ для введення нових понять і доведення тверджень, займалися такі вчені як: М. Жалдак [136], Ю. Триус [299], Н. Морзе [206], С. Раков [247], Ю. Горошко [109], В. Ключко [166], Т. Зайцева, В.Горох [248] та інші.

На основі результатів цих досліджень, можна зробити такі висновки:

1. Повністю автоматизувати (алгоритмізувати) процес доведення математичних теорем дуже складно.

2. За допомогою спеціальних програмних засобів (наприклад, пакетів символічних обчислень Maple, Mathematica, Wolfram Mathematica і т.д.) можливо:

- автоматично виконувати символічні перетворення і проводити обчислення, що робить можливим їх використання для автоматизованого доведення математичних теорем;

- здійснювати пошук доведення математичного твердження невіддільний від спроб побудувати контрприклад.

Використання СКМ дозволяє:

- будувати аналітичні і геометричні моделі точніше і досліджувати швидко і точно велику кількість часткових випадків, тим самим знаходити контрприклад або закономірності;

- за допомогою комп'ютерних моделей все більше і більше проблем можуть бути доведені за допомогою аналітичних (символьних) обчислень, або комбінованим методом: наприклад, переборними алгоритмами для випадків малої розмірності і аналітичним доведенням для великих розмірностей;

- точність комп'ютерного моделювання дозволяє експериментально підтверджувати або спростовувати правильність математичних гіпотез з високим ступенем точності і для великої кількості випадків [248].

Отже, можна побачити, що використовувати ІКТ для впровадження нових понять і доведення математичних тверджень можна і треба, адже вони можуть полегшити роботу студента та викладача і покращити засвоєння нового матеріалу.

Але чи доцільно це в навчанні саме математичної статистики? Дана наука є досить специфічною в плані введення нових понять і доведення тверджень. В

математичній статистиці існує лише одне неозначуване поняття — генеральна сукупність. Частина інших понять впливає саме з нього. Ще однією важливою специфічною рисою математичної статистики є можливість встановлення аналогій у формуванні поняттєвої бази з теорією ймовірностей. Тобто, велика кількість понять була визначена ще у курсі теорії ймовірностей і надалі вони використовуються у математичній статистиці як родові або видові поняття від понять теорії ймовірностей. Це ж саме стосується і тверджень та їх доведень. Більшість тверджень математичної статистики доводяться на основі фактів теорії ймовірностей і використовуються, в більшій мірі, в побудовах алгоритмів для розв’язання статистичних задач. Також в математичній статистиці існують поняття, що є аналогами понять теорії ймовірностей. Приклади таких понять наведені у табл. 2.2.

*Таблиця 2.2.*

**Приклади понять-аналогів, які розглядаються в теорії ймовірностей та математичній статистиці**

Теорія ймовірностей	Математична статистика
Функція розподілу випадкової величини	Емпірична функція розподілу
Математичне сподівання	Вибіркове середнє
Дисперсія	Вибіркова дисперсія
Нормальний розподіл неперервної випадкової величини: функція щільності, функція розподілу.	Нормальний розподіл як критерій для перевірки статистичних гіпотез

Також, як уже зазначалось, формування нових понять і доведення тверджень передбачає використання вправ на підведення під поняття/твердження за допомогою прикладів і контрприкладів. Тут нам і стане у нагоді використання ІКТ для більш точного математичного моделювання [294].

Отже, все вищесказане ми можемо підсумувати так:

– у традиційних курсах математичної статистики (статистики) розглядається порівняльно невелика кількість явно сформульованих і доведених теорем (для доведення існуючих можна використовувати ІКТ задля полегшення символічного обчислення і точності побудови математичних моделей);

- при вивченні нових понять та тверджень доцільно використовувати відповідні поняття та факти теорії ймовірностей для обґрунтування тверджень математичної статистики (можливе використання комп'ютера для інтерактивного порівняння і проведення аналогій між даними твердженнями);
- в статистиці існує велика кількість алгоритмів розв'язування задач, що є наслідками відповідних теорем теорії ймовірностей, тому доцільно використовувати схему їх вивчення зображену на рис. 2.1 (використання ІКТ для полегшення символічних обчислень, застосування хмарних сервісів для зберігання інформації та керування нею):



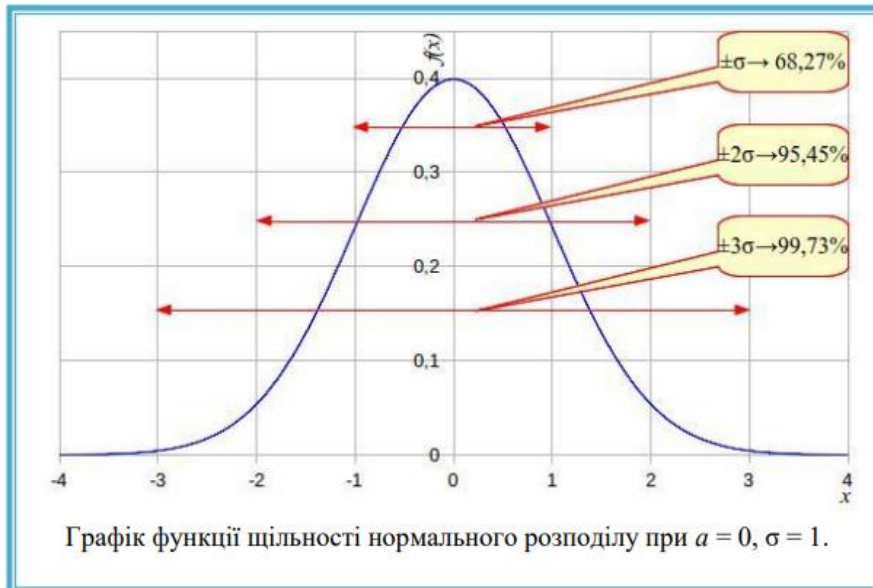
Рис. 2.1. Методика вивчення алгоритмів математичної статистики.

Проілюструємо вищесказане на конкретному прикладі. Розглянемо фрагмент заняття, на якому формується знання алгоритму перевірки гіпотези про рівність відносної частоти появи випадкової події гіпотетичній ймовірності та вміння його застосовувати.

Для актуалізації опорних знань студентам необхідно нагадати основні теоретичні відомості, що стосуються нормального розподілу. Це можна зробити з використанням презентації (у вигляді опорного конспекту) та наступним обговоренням (рис. 2.2).

Розподіл випадкової величини  $X$  називається **нормальним** з параметрами  $a, \sigma$ , якщо його функція щільності має вид:

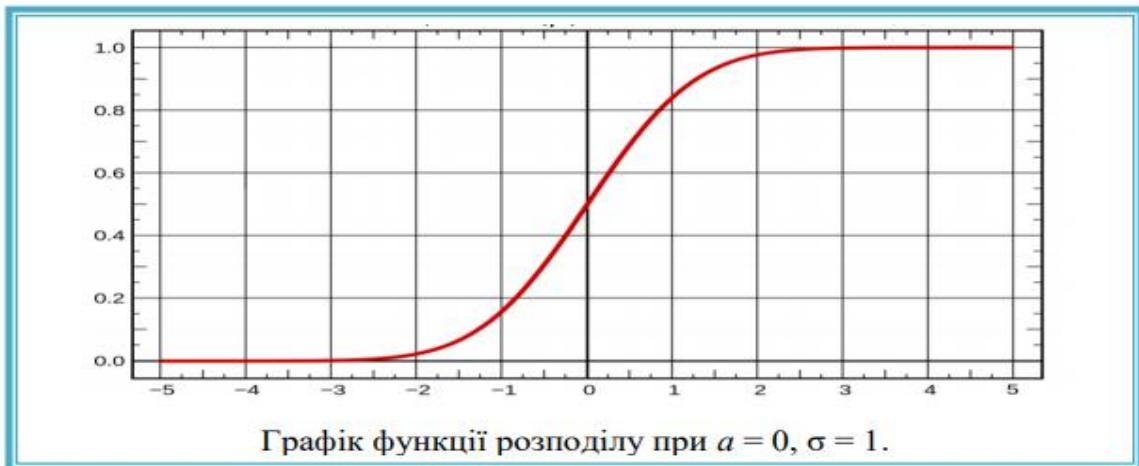
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}.$$



Функція розподілу нормально розподіленої випадкової величини:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}} dt.$$

Рис. 2.2.(1) Фрагменти презентації опорного конспекту.



При  $a = 0, \sigma = 1$  функцією нормального розподілу є функція Лапласа:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

значення якої табульовані.

Функції  $F(x)$  і  $\Phi(x)$  пов'язані співвідношенням:

$$F(x) = 0,5 + \Phi\left(\frac{x - a}{\sigma}\right).$$

Ймовірність того, що нормально розподілена випадкова величина  $X$  набуде значення, яке належить відрізьку  $[\alpha; \beta]$  дорівнює

$$P\{X \in [\alpha; \beta]\} = \Phi\left(\frac{\alpha - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\beta - a}{\sigma}\right).$$

Ймовірність того, що нормально розподілена випадкова величина  $X$  набуде значення, яке належить відрізьку  $[a - \delta; a + \delta]$  дорівнює

$$P\{|X - a| \leq \delta\} = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right).$$

Рис. 2.2.(2) Фрагменти презентації опорного конспекту.

Обговорення застосувань нормального розподілу в статистиці можна провести за наступною схемою (рис. 2.3). При цьому необхідно нагадати разом зі студентами формулювання центральної граничної теореми (для однаково розподілених доданків) та обговорити як саме ця теорема створює теоретичне підґрунтя для застосування нормального розподілу в статистиці.



Рис.2.3. Схема обговорення застосувань нормального розподілу в статистиці.

При формулюванні алгоритму (рис.2.4) варто звернути увагу студентів на наступні важливі моменти:

- умови застосовності алгоритму: обговорити питання про те, якими мають бути вхідні дані та умова задачі, щоб можна було формулювати гіпотезу про рівність відносної частоти появи випадкової події гіпотетичній ймовірності;
- особливості формулювання альтернативної гіпотези та як саме воно впливатиме на визначення критичного значення.



Рис.2.4. Схема перевірки гіпотези про рівність відносної частоти появи випадкової події гіпотетичній ймовірності.

### **2.1.2. Використання ІКТ на лекційних заняттях, при організації самостійної, індивідуальної роботи та контролю**

Комп'ютерно-орієнтована методика навчання статистики вимагає від викладача постійного та методично правильного застосування різних інформаційних технологій протягом усього процесу навчання математичної статистики. Тобто не тільки для допомоги в розрахунках на практичних чи лабораторно-практичних заняттях, а й для більшої наочності чи проблемності навчання під час проведення лекцій. А це, в свою чергу, вимагає використання інноваційних форм проведення лекцій. Такими лекціями можуть бути:

Таблиця 2.3.

#### **Інноваційні форми лекційних занять [213]**

<b>Назва</b>	<b>Коротка характеристика</b>
Проблемна лекція	Містить постановку проблеми, яку в процесі вивчення матеріалу необхідно вирішити. Проблемна лекція – це апробація багатоваріантних підходів, які активізують особистий пошук студентів як дослідницьку діяльність. Проблемна лекція активізує пізнавальну діяльність студентів, що сприяє ефективному засвоєнню інформації.
Лекція-провокація	Спрямована для розвитку у студентів вміння виступати в ролі експертів, опонентів, рецензентів, виокремлювати недостовірну або неточну інформацію. Студент стає активним учасником освітнього процесу.
Бінарна лекція	В такій лекції навчальний матеріал подається у вигляді діалогічного спілкування двох викладачів між собою. Обговорюються проблеми з різних позицій двома спеціалістами, наприклад, теоретиком і практиком, прихильником або противником тої чи іншої точки зору.
Лекція-конференція	Проводиться за схемою наукових конференцій. Студенти готують доповіді в яких представляють результати самостійної роботи. Викладач керує підготовкою таких доповідей та узагальнює матеріал теми. Такі лекції значно підвищують роль самопідготовки.
Лекція – «прес-конференція»	Оголошується тема лекції і студентам пропонується протягом певного часу підготувати питання, які їх найбільш цікавлять. Лекція будується у вигляді розкриття навчальної теми, у процесі розгляду якої даються відповіді на поставлені питання.
Лекція-діалог (лекція бесіда)	Організовується у вигляді діалогу викладача з аудиторією. Така лекція дозволяє спрямовувати увагу студентів на найбільш



	важливі питання теми, враховувати їх рівень. Питання лекції можуть бути інформаційного і проблемного характеру.
Міні-лекція	Звичайно проводиться викладачем на початку будь-якого виду аудиторних занять (семінарського, практичного або лабораторного) і присвячується найважливішим питанням теми.
Відеолекція	Сприяє розвитку наочно-пізнавального мислення. Лектор підбирає відеоматеріали з теми, що вивчається. Студентам дається цільова установка на що звернути увагу в процесі перегляду відеоматеріалів для подальшої відповіді на питання;
Лекція-візуалізація	Забезпечується перетворення усної інформації у візуальну форму технічними засобами навчання. Лектор використовує такі форми наочності, як графіки, малюнки, схеми і т.д.
Лекція-екскурсія.	Нетрадиційний вид лекції, що проводиться не в аудиторії, а передбачає виїзд в науково-дослідний інститут, лабораторію, на виставку, в музей тощо.
Інтерактивна лекція	Лекція, що передбачає активний діалог з аудиторією. Це сприяє кращому засвоєнню знань завдяки високій розумовій активності студентів. Інтерактивна лекція передбачає зміну типу взаємодії з «викладач → студент» на тристоронню взаємодію (рис. 2.5), що включає спілкування та взаємонавчання студентів, а також активний зворотній зв'язок з викладачем.

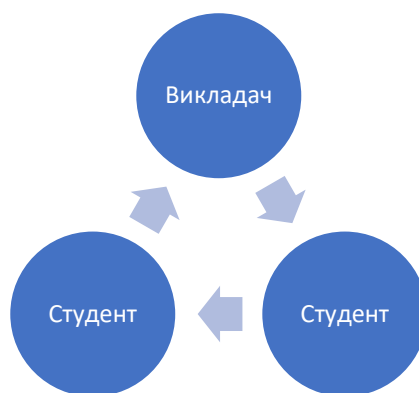


Рис. 2.5. Тристороння взаємодія «Викладач – Студент – Студент»

Отже, існує багато видів лекцій, відмінних від традиційних, в яких можна і потрібно використовувати інформаційно-комунікаційні технології. Проте, при підготовці повноцінної лекції з використанням ІКТ все одно потрібно дотримуватись дидактичних принципів відбору та викладу матеріалу притаманних класичним лекціям: науковість; доступність викладеного матеріалу; наступність; історичність лекції; зв'язок теорії з практикою [125].

Щодо навчання студентів математичної статистики, то вищезазначені форми лекційних занять повинні також широко використовуватись.

У таблиці 2.4 представлені форми організації освітнього процесу, які доцільно використовувати при вивченні тем математичної статистики з метою формування відповідних до сучасних вимог до глибоких знань, вмінь, практичних навичок і компетентностей.

Таблиця 2.4.

**Форми організації освітнього процесу з математичної статистики з використанням ІКТ**

Назва теми	Вміння, навички та компетентності	Форми організації освітнього процесу (з використанням ІКТ)
<i>Тема 1. Вступ до математичної статистики.</i>	Вміти: робити статистичний аналіз вибірок: будувати варіаційний ряд, виконувати графічний аналіз; знаходити емпіричну функцію розподілу; оцінювати параметри розподілу за вибіркою: зміщені, незміщені оцінки, точкові і інтервальні оцінки.	Лекція (з елементами візуалізації та інтерактивності), практичне заняття (з елементами використання ІКТ для спрощення розрахунків), самостійна (індивідуальна) робота. <i>ІКТ які доцільно використовувати:</i> Moodle, MS Excel, GRAN1
<i>Тема 2. Статистичні критерії та статистичні гіпотези.</i>	Вміти: знаходити критичні значення та критичні точки основних розподілів (нормальний розподіл, розподіли Фішера, Стьюдента, Пірсона, «хі-квадрат» тощо); використовувати ці критерії для перевірки статистичних гіпотез; визначати характеристики	Лекція (з елементами візуалізації та інтерактивності, лекція-конференція), лабораторно-практичне заняття, самостійна (індивідуальна) робота, контроль у формі тестування <i>ІКТ які доцільно використовувати:</i> Moodle, MS Excel,

	випадкових величин на основі експериментальних даних і вибірок.	GRAN1, Python, Booster Subject Play
<i>Тема 3. Регресійний і кореляційний аналіз</i>	Вміти: визначати тренди певного типу (лінійні, логарифмічні, показникові, степеневі); оцінювати параметри лінійного рівняння регресії в т.ч. багатофакторного; визначати коефіцієнт кореляції; тестувати регресію: застосовувати Т-критерій і F-критерій; визначати довірчі інтервали; визначати кореляційну матрицю для багатовимірних невпорядкованих вибірок.	Лекція (інтерактивна лекція, лекція-візуалізація, відео-лекція тощо), лабораторно-практичне заняття, самостійна (індивідуальна) робота, контроль у формі тестування <i>ІКТ які доцільно використовувати:</i> Moodle, MS Excel, Python, Booster Subject Play
<i>Тема 4. Факторний і дисперсійний та кластерний аналіз.</i>	Вміти: класифікувати (розбиття на класи за певним критерієм) великі неоднорідні вибірки.	Лекція (з елементами візуалізації та інтерактивності), лабораторно-практичне заняття <i>ІКТ які доцільно використовувати:</i> Moodle, MS Excel, Python, Booster Subject Play
<i>Тема 5. Непараметрична статистика, непараметричні критерії</i>	Вміти: знаходити критичні значення та критичні точки основних непараметричних розподілів (Вілкоксона, Манна-Уїтні, кутового перетворення Фішера тощо); використовувати ці критерії для перевірки статистичних гіпотез.	Лекція (з елементами візуалізації, лекція-конференція), практичне заняття (з елементами ІКТ для полегшення розрахунків, побудови графіків, знаходження критичних значень), контроль у формі тестування

		<i>ІКТ які доцільно використовувати: Moodle, Python, Booster Subject Play</i>
--	--	---

Отже з наведеної таблиці видно, що ІКТ можуть використовуватись для будь-яких форм навчальних занять під час організації освітнього процесу.

Нижче наводиться приклад застосування інноваційного типу лекції в процесі навчання математичної статистики. В даному випадку автором пропонується проведення своєрідної лекції-конференції в парі з лекцією-візуалізацією. В якості теми лекції обрана «Перевірка статистичних гіпотез». Академічна студентська група розбивається на 7 підгруп. Кожна з них отримує завдання на перевірку однієї з семи статистичних гіпотез. Ці завдання виносяться на самостійне опрацювання. Студенти, для полегшення розрахунків, під час підготовки відповідей використовують навчальні або професійні програмні засоби (наприклад, MS Excel, Maple, Statistica, SPSS, Python, R і т.д.) та представляють їх у вигляді презентації доведеної або спростованої гіпотези. Інші студенти слухають доповідь, перевіряють проведені розрахунки, задають питання доповідачам стосовно даного типу статистичної гіпотези. Розглянемо конкретні приклади таких завдань (див. Додаток Г, Д) і варіанти розв'язання одного з них.

**Задача 2.1.** Очікувана прибутковість певного виду активів становить 35%. Оцінка прибутковості 20 випадково обраних активів цього типу дала такі результати:

Прибутковість	$x_i$	34,8	34,9	35,0	35,1	35,3
Частота (кількість активів)	$n_i$	2	3	4	6	5

Чи можна вважати з рівнем значущості 0,05, що середнє значення спостережуваних прибутковостей співпадає з очікуваним? Конкуруючою гіпотезою вважати їхню нерівність.

#### *Розв'язання*

Дану задачу будемо розв'язувати покроково, згідно загального алгоритму перевірки статистичних гіпотез.

1. Висунемо нульову і альтернативну гіпотези:  $H_0: a = a_0 = 35$  при конкуруючій гіпотезі  $H_1: a \neq 35$ .
2. Рівень значущості  $\alpha$  заданий і дорівнює 0,05. Критерієм для перевірки цієї гіпотези слугуватиме розподіл Стюдента.
3. Знаходимо критичне значення розподілу Стюдента за допомогою програмного засобу MS Excel (див. методичні рекомендації) (рис 2.6).

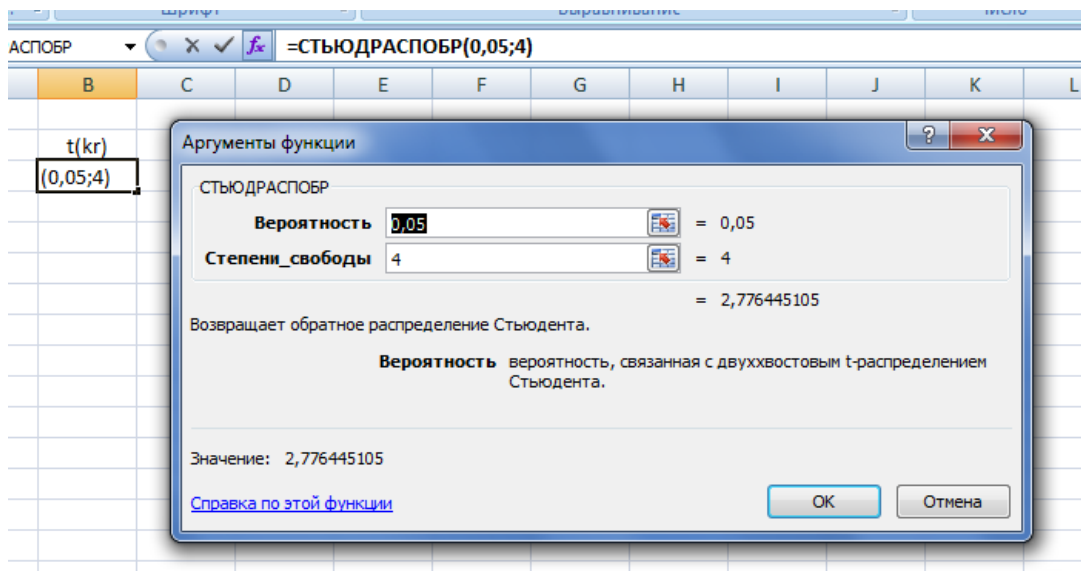


Рис. 2.6. Критичне значення критерію Стюдента

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		t(kr)		t(sp)	s	x(mid)	$\sigma^2$	
3		2,776445		0,453217	0,197351	35,02	0,037	
4								
5								
6		x(i)	n(i)	n	a(0)			
7		34,8	2	20	35			
8		34,9	3					
9		35	4					
10		35,1	6					
11		35,3	5					
12								
13								

Рис. 2.7. Спостережуване значення критерію Стюдента

1. Знаходимо спостережуване значення критерію:  $t_{sp} = \frac{(x-a_0)\sqrt{n}}{s}$ , де  $s$  «виправлене» вибіркове середнє квадратичне відхилення.  $s^2 = \frac{n}{n-1}\sigma^2$ . Для цього

розрахуємо середнє вибіркоче  $\bar{x}$  (за допомоогою функції СРЗНАЧ) і вибіркочу дисперсію  $\sigma^2$  (за допомоогою функції ДИСП) (рис 2.7).

2. Останнім кроком порівнюємо спостережуване значення і критичне значення. Оскільки  $|t_{sp}| < t_{kr}$ , то немає підстав відхилити нульову гіпотезу.

3. Насамкінець потрібно зробити невеликий текстовий висновок прямо в комірці MS Excel, наприклад як на рис. 2.8

	B	C	D	E	F	G	H	I
	t(kr)		t(sp)	s	x(mid)	$\sigma^2$		
	2,776445		0,453217	0,197351	35,02	0,037		
	x(i)	n(i)	n	a(0)				
	34,8	2	20	35				
	34,9	3						
	35	4						
	35,1	6						
	35,3	5						
	Оскільки $t(sp) < t(kr)$ , то з рівнем надійності 0,95 приймаємо гіпотезу $H(0)$ .							

Рис. 2.8. Загальний розв'язок задачі 2.1.

В роботі для комп'ютерної підтримки курсу «Статистика» використовувався навчальний ресурс MOODLE.

**Moodle** - модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище, яке може використовуватися як платформа для електронного, в тому числі дистанційного навчання. Moodle — це безкоштовна, відкрита система управління навчанням. Вона орієнтована насамперед «на організацію навчальної взаємодії» між викладачем і студентом, підходить для організації традиційних дистанційних курсів, а також може бути використано для підтримки очного навчання.

Для курсу «Статистика» в середовищі Moodle нами представлені такі блоки (рис. 2.9).

Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу за допомогою навчальних засобів та ІКТ передбачає, насамперед використання електронних підручників – програмно-методичних комплексів, призначених допомогти студенту в самостійній

роботі для засвоєння окремої теми (розділу) предметної галузі знань з використанням можливостей комп'ютерних технологій. [196] Електронний підручник поряд з блоком навчально-наукового обладнання для виконання навчальних та науково-дослідних завдань, блоком комп'ютерної підтримки, блоком методичного та програмного забезпечення є пріоритетним елементом комп'ютеризованої методики навчання.

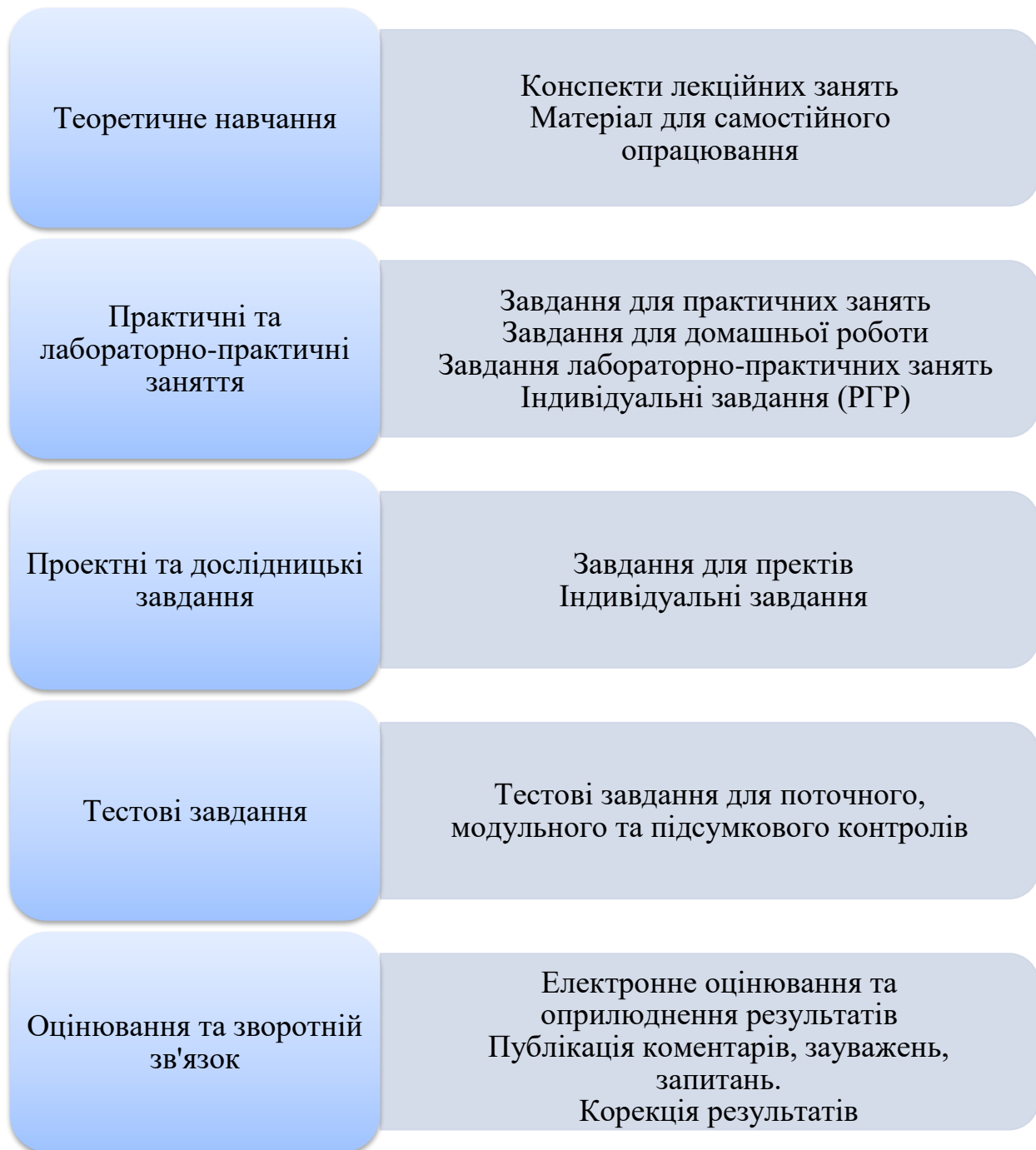


Рис. 2.9. Структура курсу «Статистика» в середовищі Moodle

Електронний підручник – провідний засіб на різних етапах освітнього процесу. Він звільняє викладача від механічної репродуктивної роботи, надаючи йому нові можливості для творчого пошуку змісту, методів, засобів роботи зі студентами. Електронний підручник може містити не лише тестову й графічну інформацію, а й звукові та відеофрагменти, дозволяє індивідуалізувати, персоніфікувати процес навчання. На відміну від звичайного (тестового) підручника він проблемно-дослідний, діалогічний, інформаційно-технологічний, наділений інтерактивними можливостями. Тобто, може надавати необхідну інформацію за запитами студента і контролювати свої знання. Це наближає електронний підручник до навчання під керівництвом викладача [209].

Місцем використання електронного підручника можуть бути: навчально – наукова лабораторія як до заняття (підготовка до виконання роботи та отримання від комп'ютера допуску до виконання лабораторної роботи), так і під час аудиторного заняття (виконання роботи з комп'ютерною підтримкою та її захист перед комп'ютером і викладачем у процесі проблемно-діалогічного спілкування), а також позааудиторні приміщення (читальна зала, робоча кімната, гуртожиток, кабінет тощо) – в позааудиторний час [54].

Електронний підручник, як комп'ютерний педагогічний програмний засіб, може виконувати такі основні функції:

- навчально-пізнавальну;
- консультативну;
- контролюючу.

Електронний підручник містить нормативні структурні елементи [229].

- Інформаційний блок: навчальні матеріали (теоретичні матеріали до теми, основні поняття, закони, процеси, таблиці, графіки, схеми і пояснення до них та інш.).
- Контролюючий блок: тести для самоперевірки знань; різнорівневі задачі.
- Допоміжний блок, який може містити: глосарій – словник, довідник нових (опорних) термінів і понять; історико-культурні елементи; інтернет – адреси сайтів, на яких розміщено корисну навчальну і спеціалізовану інформацію; тощо.



Наведені вище принципи та вимоги до електронних підручників були застосовані при організації комп'ютерного супроводу курсу «Статистика» на платформі Moodle. При розробці та розміщенні матеріалів було дотримано наступних принципів:

- відповідності розвитку науки і техніки, науково-методичному рівню подання навчального матеріалу (науковість, систематичність, послідовність, повнота, доступність, наочність, образність, логічність викладу, естетичність, художнє оформлення тощо), його тестовим завданням;
- якості технічного виконання та естетичного оформлення;
- наявності творчих завдань та завдань для самостійної роботи;
- різнерівневого викладу навчального матеріалу, що дає змогу вивчити предмет з різним ступенем глибини знань;
- відповідності до діючої програми курсу; державного стандарту;
- інтерактивності;
- швидкого зворотнього зв'язку;
- швидкого пошуку необхідної інформації;
- організованого доступу до необхідних інформаційних ресурсів Інтернету;
- наявності ілюстративних прикладів та моделей;
- наявності різнерівневого контролю навчально-наукових досягнень студентів (на початковому, середньому, високому та творчому рівнях);
- доступності для копіювання та виведення на друк;
- відкритості для розвитку та вдосконалення його авторами;
- наявності системи захисту від несанкціонованої зміни посібника.

Розроблені та розміщені на платформі Moodle дидактичні матеріали:

- полегшують розуміння матеріалу, який вивчається за рахунок використання інших, ніж в друкованій навчальній літературі, способів подання матеріалу: індуктивний підхід, дія на емоційну пам'ять, логічне мислення;
- допускають адаптацію у відповідності до потреб студентів, рівня їх підготовки, інтелектуальних можливостей, самооцінки, рівня домагань;

- надають широкі можливості для самоперевірки набутих знань на всіх етапах роботи;
- дозволяють якісно та охайно оформити роботу й здати її викладачеві у вигляді електронного файлу.

Наступний крок удосконалення освітнього процесу – створення творчих завдань та завдань для самостійної роботи в електронному вигляді. Творчі завдання розвивають творче та логічне мислення, спонукають до поглибленого вивчення предмету, закріплюють зв'язок між теоретичними та практичними знаннями.

Самостійна робота студентів є ефективною в умовах сучасної модульної системи освіти. Наявність комп'ютерних тестових та творчих завдань для самостійної роботи полегшує студентам вивчення матеріалу, відведеного на самостійне опрацювання. Створення тестів до кожної теми модуля дає можливість студентам самостійно перевірити власні знання, адже в кінці тестування на екран виводиться вікно, в якому відображена кількість помилок, допущених студентом та кількість вірних відповідей. За наявності невірних відповідей з'являється відповідний напис. Отже студент може виявити де саме була допущена помилка і повернутися (за вказівкою комп'ютера) до повторного вивчення необхідного матеріалу.

Електронна платформа дозволяє реалізувати принцип індивідуального підходу до кожного студента, принцип диференційованого навчання та гнучке подання матеріалу, а також зумовлює:

- моделювання нових відносин між студентом і викладачем; сприяє зміщенню в бік студента центру активності в навчально-виховному процесі;
- спонукає студента до самонавчання і самовдосконалення, до пошукової мисленнєвої діяльності;
- виступає як стимул і засіб інтелектуального, соціального і духовного розвитку особистості.

Також було розроблено систему тестування в середовищі Moodle для поточного контролю знань та вмінь студентів з основних змістових модулів дисципліни «Теорія імовірності і математична статистика», а саме: «Випадкові події і імовірність випадкових подій», «Випадкові величини», «Статистичний розподіл вибірок та оцінки параметрів розподілу», «Статистична перевірка статистичних гіпотез», «Елементи кореляційного та регресійного аналізу».

Пропонується проведення тестування студентів по закінченню кожного з названих вище змістових модулів. Тести мають виконуватися кожним студентом самостійно в поза аудиторний час (у зв'язку з обмеженою кількістю годин виділених для роботи в аудиторіях). Зрозуміло, що виконуючи ці тести вдома, в гуртожитку чи в бібліотеках, студенти можуть використовувати різного роду допоміжні матеріали, як то підручники, посібники, конспекти або з допомогою когось зі своїх друзів. Тому основною метою нашої роботи є досягнення не так контролюючої функції тестування, як навчальної і корегуючої. За допомогою таких тестів, шляхом додаткового опрацювання літературних джерел, можна реалізовувати такі методичні прийоми як: наповнення освітнього процесу елементами саморозвитку і самонавчання, самоконтролю, коригування власного пізнавального рівня, підвищення інформаційного рівня.

Ми пропонуємо такі типи тестових завдань: «На відповідність» (рис. 2.10),

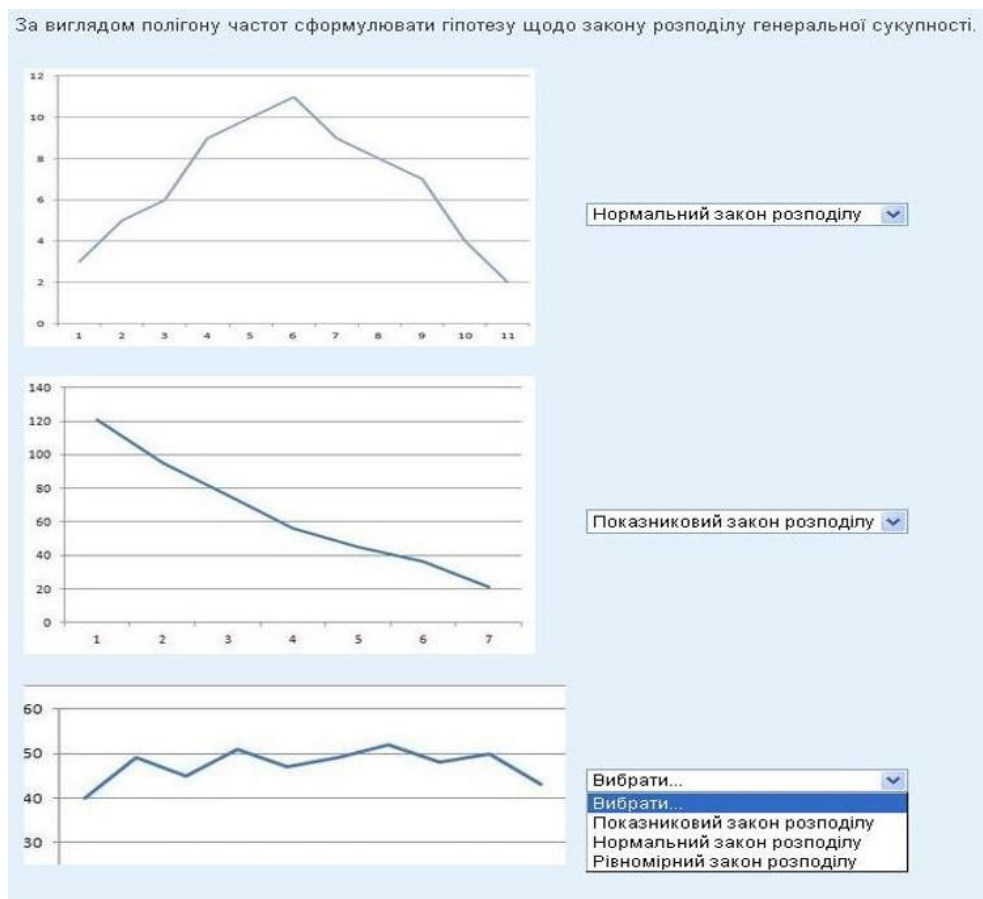


Рис. 2.10. Завдання на відповідність

«У закритій формі або множинний вибір» (рис. 2.11), «На коротку відповідь» (рис. 2.12), «На коротку числову відповідь» – як найбільш ефективні для реалізації вищезгаданих методичних прийомів.

Яким вимогам має задовольняти точкова оцінка параметрів розподілу?

Виберіть одну або кілька відповідей:

- а. спроможність
- б. достовірність
- в. незміщеність
- г. ефективність
- д. значущість

---

Як називається ймовірність попадання емпіричного значення критерію в критичну область при умові, що справедлива альтернативна гіпотеза?

Відповідь:

Рис. 2.11. Тести на множинний вибір та на коротку відповідь

Щодо контролюючої функції то метою цього тестування є перевірка базових теоретичних знань, основних формул та фактів (без доведень), а також їх розуміння.

Наприклад, вміння відрізнати необхідну умову від достатньої та необхідної і достатньої; вміння будувати твердження протилежне та обернене до даного, а також обернене до протилежного і порівняти їх правильність. Наприклад, правильним є твердження А і, можна сказати, міняючи місцями умову і висновок ми створюємо таке тестове завдання саме на розуміння побудови тверджень, про які йшлося.

Яке з тверджень правильне?

Виберіть одну відповідь:

- а. Якщо дві випадкові величини залежні, то вони корельовані
- б. Дві випадкові величини незалежні тоді і тільки тоді, коли вони некорельовані.
- в. Якщо дві випадкові величини незалежні, то вони некорельовані.
- г. Якщо  $M(X*Y) = M(X)*M(Y)$ , то X та Y незалежні

---

Знання десяти студентів перевірені по двох тестах А і В. Оцінки по стобальній системі виявились наступними (в першому рядку вказана кількість балів по тесту А, а в другій — по тесту В):

95 90 86 84 75 70 62 60 57 50

92 93 83 80 55 60 45 72 62 70

Зайти вибіркового коефіцієнт рангової кореляції Спірмана між оцінками по двох тестах

Відповідь:

Рис. 2.12. Приклад тестового завдання

Також перевіряємо базові вміння використовувати відомі формули та теоретичні результати до розв'язання найпростіших задач, застосовуючи тести на коротку числову відповідь.

Важливою формою організації навчання є *індивідуальні завдання*. Вони мають на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці (розрахунково-графічні, розрахункові, аналітичні, контрольні роботи, у т. ч. - курсові роботи чи проекти).

Індивідуальні завдання виконують студенти самостійно під керівництвом викладачів. Як правило, індивідуальні завдання виконуються окремо кожним студентом. У тих випадках, коли завдання мають комплексний характер, до їх виконання можуть залучатися кілька студентів, у тому числі студенти, які навчаються на різних факультетах і спеціальностях.

Різновидом індивідуальних занять є *індивідуальні навчально-дослідні завдання* (ІНДЗ), які відповідають інноваційним технологіям навчання. ІНДЗ – вид позааудиторної індивідуальної роботи студента навчального, навчально-дослідницького чи проектно-конструкторського характеру, яке використовується в процесі вивчення програмного матеріалу навчальної дисципліни.

Мета індивідуального навчально-дослідного завдання - самостійне вивчення частини програмного матеріалу, систематизація, поглиблення, узагальнення, закріплення та практичне застосування знань студента з навчального курсу та розвиток навичок самостійної роботи (рис. 2.13).

Зміст індивідуального навчально-дослідного завдання — це завершена теоретична або практична робота в межах навчальної програми курсу, яка виконується на основі знань, умінь і навичок, отриманих у процесі лекційних, семінарських, практичних та лабораторних занять, охоплює декілька тем або зміст навчального курсу в цілому.

**Проект "Експертна оцінка"**

**Індивідуальне завдання**

1 з 30 надіслано, 1 Ungraded

1. Обрати для дослідження деякий якісний показник, для якого виділити 7-10 характеристик, що будуть аналізуватись.
2. Скласти анкету для експертів, в якій буде запропоновано оцінити вибрані Вами характеристики за певною шкалою.
3. Отримати думку принаймні від двох незалежних експертів.
4. Перевірити узгодженість експертної оцінки за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена.
5. Перевірити значущість коефіцієнта рангової кореляції за критерієм Стьюдента.
6. Визначити вагові коефіцієнти експертних оцінок способом взаємооцінювання або попарних порівнянь.
7. Розрахувати значення зведеної експертної оцінки для обраних характеристик.

Рис. 2.13. Приклад індивідуального проектного завдання.

### ***2.1.3. Використання педагогічних і професійних програмних засобів у навчанні математичної статистики***

Застосування інформаційних технологій у навчанні математичної статистики студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів набуває в наш час особливого значення, для подальшого удосконалення навчально-виховного процесу, доступності та ефективності освіти, що сприятиме майбутнім викладачам у набутті досвіду використання таких технологій у своїй професійній діяльності як інструменту навчання та організації самопідготовки студентів [208].

Варто зазначити, що застосування інформаційних технологій значно полегшує процес навчання математичної статистики. Завдяки потужним засобам інформаційно-комп'ютерної техніки виконання складних математико-статистичних досліджень стає доступним широкому колу педагогічних працівників і студентів. Немає необхідності зачувати складні формули, потрібно лише сформулювати в студентів розуміння сутності відомих методів статистичного аналізу, умов їх застосування, можливих обмежень, технологій попередньої підготовки статистичних даних для аналізу тощо[50].

Вивченням програмного засобу MS Excel та впровадженням його в освітній процес, зокрема у вивчення дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика», займалися: Л.І. Білоусова [50], О.А. Василенко [60], А.А. Мінько [203].

В роботі ми аналізуємо окремі найпоширеніші педагогічні і професійні програмні засоби, з метою відібрати ті з них, використання яких в освітньому процесі, саме студентів економічних спеціальностей, буде найбільш доцільним. Критеріями аналізу були: поширеність та доступність, рівень використання в практичній діяльності, зручність у користуванні, можливості програмного засобу у формуванні високого рівня знань і компетенцій.

*SAS.* Один з перших і найбільш використовуваних пакетів опрацювання статистичних даних. SAS був розроблений для великих ЕОМ, але й дотепер його часто реалізують для різних комп'ютерних платформ. SAS має програмно-модульну структуру, тобто існують спеціалізовані модулі опрацювання даних (статистика – STAT, підтримка прийняття рішень – OR, графіка тощо), а всередині модуля є програми для цих опрацювань. Графічний інтерфейс користувача поставляється в окремому модулі, –SAS/ASSIST, – і не надає доступу до більшої частини опцій пакету. Перевагою SAS є запрограмовані в ньому процедури опрацювання статистичних даних та їх повнота. Графіка також хороша, проте не може зрівнятися з генерованими графічними даними за допомогою S-Plus або Statistica. Сильною стороною SAS є його поширюваність. Пакет включає командну мову, мову роботи з матрицями (IML) і підтримку макросів.

В цілому слід зазначити, що SAS є найбільш гнучким та розвиненим пакетом опрацювання даних і може бути використаний студентами-гуманітаріями, якщо вони скористаються оболонкою Overstat або SAS/ASSIST [181].

*SPSS.* Разом з SAS, SPSS є одним з найвідоміших пакетів статистичного аналізу даних. Однак компанія, що виробляє SPSS, завжди була зорієнтована на непрофесіоналів, а тому в пакеті постійно розроблялась розгалужена система меню. Ця система меню була лише оболонкою (front-end) для ядра пакету, керованого командною мовою. В ході еволюції SPSS принцип взаємофункціонування оболонки з ядром залишався тим самим, однак ставав все більш "прихованим" від користувача. Нині в SPSS включено велику кількість статистичних процедур, можливості маніпуляції даними та створення графіків. Обробка статистичних алгоритмів проводиться надзвичайно ретельно і дозволяє добре контролювати процес

опрацювання даних. Більшість команд доступна з меню та спеціальних вікон, що вигідно відрізняє SPSS від оболонок SAS. Накопичення результатів дослідження в цьому пакеті ведеться в редакторі SPSS Data Editor, дані зберігаються в форматі редактора (\*.sav). Кожному показнику в таблиці відповідає певний рядок, а кожній змінній - певний стовбець. Система підказок в SPSS досить рудиментарна і відрізняється в гірший бік від підказки у Statistica, а Statistical Coach не йде ні в яке порівняння зі Statistical Advisor в Statgraphics та S-Plus [58].

Проаналізувавши програмні засоби: GRAN1, MS Excel, Statistica, SPSS, SAS, NCSS, та провівши їх практичне випробування, ми виділили з них чотири, які, на наш погляд, найкраще відповідають вищезазначеним критеріям. Це GRAN1, MS Excel, Statistica та Python.

Можливості використання цих педагогічних та професійних програмних засобів для вирішення окремих завдань у навчанні математичної статистики студентів економічних спеціальностей представлені в таблиці.

Таблиця 2.5.

### Можливості використання ПЗ в навчанні статистики

Можливості	Програмні засоби
<i>Тема 1. Вступ до математичної статистики.</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Статистичний аналіз вибірок: побудова варіаційного ряду, графічний аналіз;</li> <li>● Знаходження емпіричної функції розподілу;</li> <li>● Оцінки параметрів розподілу за вибіркою: зміщені, незміщені оцінки, точкові і інтервальні оцінки.</li> </ul>	GRAN1 MS Excel Statistica, Python
<i>Тема 2. Статистичні критерії та статистичні гіпотези.</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Знаходження критичних значень та критичних точок основних розподілів (нормальний розподіл, розподіли Фішера, Стьюдента, Пірсона, «хі-квадрат» тощо) та їх використання для перевірки статистичних гіпотез;</li> <li>● Визначення характеристик випадкових величин на основі експериментальних даних і вибірок.</li> </ul>	GRAN1, MS Excel, Statistica, Python
<i>Тема 3. Регресійний і кореляційний аналіз</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Автоматичне визначення трендів певного типу (лінійних, логарифмічних, показникових, степеневих);</li> </ul>	MS Excel Statistica, Python



<ul style="list-style-type: none"> <li>● Оцінювання параметрів лінійного рівняння регресії в т.ч. багатofакторного;</li> <li>● Визначення коефіцієнта кореляції;</li> <li>● Тестування регресії: застосування Т-критерію і F-критерію;</li> <li>● Визначення довірчих інтервалів;</li> <li>● Автоматичне визначення кореляційної матриці для багатовимірних невпорядкованих вибірок.</li> </ul>	
<i>Тема 4. Факторний і дисперсійний та кластерний аналіз.</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Автоматизація класифікації (розбиття на класи за певним критерієм) великих неоднорідних вибірок.</li> </ul>	MS Excel Statistica, Python
<i>Тема 5. Непараметрична статистика, непараметричні критерії</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Знаходження критичних значень та критичних точок основних непараметричних розподілів (Вілкоксона, Манна-Уїтні, кутового перетворення Фішера тощо) та їх використання для перевірки статистичних гіпотез.</li> </ul>	Statistica, Python

З практики використання програмного засобу MS Excel можна зробити висновок, що цей засіб є придатним для розв'язання навчальних задач, в яких дані є попередньо згруповані та представлені в зручному для аналізу вигляді. Однак за наявності великого обсягу статистичних даних використання його стає проблематичним (або й неможливим). Тому для найбільш успішного формування у студентів економістів професійних компетенцій доцільно використовувати у освітньому процесі програмні засоби типу Statistica, чи Python.

Застосування інформаційних технологій у навчанні студентів теорії ймовірностей і математичної статистики набуває в наш час особливого значення, для подальшого удосконалення навчально-виховного процесу, доступності та ефективності освіти, що сприятиме майбутнім викладачам у набутті досвіду використання таких технологій у своїй професійній діяльності як інструменту навчання та реалізації самопідготовки студентів.

Одним з найпоширеніших і найвідоміших програмних засобів, що використовуються в освітньому процесі для спрощення розрахунків, обробки статистичних даних, роботи з кількома вибірками, є MS Excel. Хоча існують і інші

більш професійні і досконалі програмні засоби, ми пропонуємо розглядати MS Excel як один з основних у процесі навчання, саме через його доступність широкому загалу користувачів. Далі ми пропонуємо огляд функціоналу програмного засобу MS Excel при розв'язуванні задач з дисципліни «Статистика». В таблиці 2.6 наведено огляд деяких основних функцій MS Excel цього типу, більш повний огляд див. додаток Д.

Таблиця 2.6.

### Основні статистичні функції MS Excel

Типові задачі до теми	Опис функції Excel за допомогою яких вирішуються типові задачі
<b>Тема: Числові характеристики вибірки</b>	
Задачі на обчислення основних числових характеристик вибірки: вибіркового середнього, вибіркової дисперсії, вибіркового середнього квадратичного відхилення, медіани, моди.	<p><b>СРЗНАЧ</b> . Повертає середнє значення (середнє арифметичне) аргументів. Наприклад, якщо діапазон A1: A20 містить числа, формула = СРЗНАЧ (A1: A20) повертає середнє значення цих чисел.</p> <p>Якщо потрібно обчислити середнє значення тільки для тих значень, які задовольняють певним критеріям, використовуйте функцію СРЗНАЧЕСЛИ або СРЗНАЧЕСЛИМН.</p> <p><b>ДИСП.В</b> Оцінює дисперсію по вибірці. Логічні значення і текст ігноруються.</p> <p><b>СТАНДОТКЛОН</b> .Оцінює стандартне відхилення за вибіркою. Стандартне відхилення - це міра того, наскільки широко розкидані точки даних щодо їх середнього.</p> <p><b>МОДА</b>. Повертає значення в масиві або інтервалі даних, що найбільш повторювані або часто зустрічаються.</p> <p><b>МЕДИАНА</b>. Повертає медіану заданих чисел. Медіана - це число, яке є серединою множини чисел.</p> <p><b>ДОВЕРИТ</b>. Повертає довірчий інтервал для середнього генеральної сукупності з нормальним розподілом.</p>
<b>Тема: Статистичні гіпотези. Перевірка основних статистичних гіпотез</b>	
Задачі на перевірку статистичних гіпотез: перевірка рівності середнього вибіркового та гіпотетичного генерального	<p><b>ФИШЕР (x)</b>. Виводить на екран перетворення Фішера для аргументу <math>x</math>. Дана функція використовується для перевірки гіпотез за допомогою коефіцієнта кореляції.</p> <p><b>СТЬЮДРАСП (x; степені_свободы; хвосты)</b>. Виводить на екран ймовірності для t-розподілу Стьюдента, де числове значення (<math>x</math>) — розраховане значення <math>t</math>, для якого потрібно розрахувати</p>

<p>середнього (при умові, що відома генеральна дисперсія або якщо генеральна дисперсія не відома); перевірка гіпотез про нормальний, рівномірний, показниковий розподіл генеральної сукупності.</p>	<p>ймовірності. Дану функцію можна використовувати замість таблиці критичних значень t-розподілу.  <b>НОРМРАСП (x; среднее; стандартное_откл; интегральная)</b> Повертає нормальну функцію розподілу для зазначеного середнього і стандартного відхилення. Ця функція дуже широко застосовується в статистиці, в тому числі при перевірці гіпотез.  <b>ХИ2РАСП.</b> Виводить на екран односторонню ймовірність розподілу хі-квадрат. Розподіл <math>\chi^2</math> пов'язаний з критерієм <math>\chi^2</math>. Критерій <math>\chi^2</math> використовується для порівняння спостережуваних і критичних значень.</p>
---	---

Наведемо приклад задачі, при розв'язанні якої будемо використовувати вищевказані статистичні функції програмного засобу MS Excel.

**Задача 2.2.** Дається вибірка об'єму  $n$ . Потрібно: 1) побудувати гістограму, полігон частот; 2) обчислити вибіркове середнє, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, моду, медіану; 3) висунути гіпотезу про закон розподілу генеральної сукупності; 4) перевірити висунуту гіпотезу з заданим рівнем значущості.

$x_i$	3,31	3,34	3,40	3,42	3,44	3,47	3,48
$n_i$	7	13	15	23	17	14	11

$$n = 100, \alpha = 0,04$$

Для розв'язання даної задачі використовуються більшість вищеописаних статистичних функцій MS Excel. Подальший розв'язок буде записаний у вигляді послідовності основних етапів процесу.

1. Гістограму частот в середовищі MS Excel можна побудувати наступним чином:

- Внести в лист Excel вхідні дані.
- Обрати в меню **Сервис – Анализ данных – Гистограмма**, з'явиться діалогове вікно.
- Задати необхідні для побудови гістограми параметри:  
*входной интервал* – задати посилання на комірки, в яких знаходяться вхідні дані;

*інтервал карманов* (параметр не є обов'язковим) – задати діапазон комірок і набір граничних значень у порядку зростання; якщо параметр не введений, то буде автоматично створений набір відрізків, рівномірно розподілених між мінімальним і максимальним значеннями даних;

*выходной інтервал* – ввести посилання на верхню ліву комірку діапазону, в який буде надано гістограму, або відмітити параметр *Новый рабочий лист* або *Новая рабочая книга*;

*интегральный процент* – якщо параметр відмічено, то будуть розраховані накопичені частоти і побудований їх графік;

*вывод графика* – якщо параметр відмічено, то буде створено автоматичну діаграму, при цьому обов'язково задається значення *Новая книга*.

2. Для обчислення основних числових характеристик використаємо наступні функції викликавши вікно *f<sub>x</sub> – Статистические*:

- **СРЗНАЧ** (число1; [число2]; ...) Число1. Обов'язковий аргумент. Перше число, посилання на клітинку або діапазон, для якого потрібно обчислити середнє значення. Число2, ... Необов'язковий аргумент. Додаткові числа, посилання на комірки або діапазони, для яких потрібно обчислити середнє значення. Аргументів може бути не більше 255.

- **ДИСП.В** (число1; [число2]; ...) Число1. Обов'язковий. Перший числовий аргумент, відповідний вибірці з генеральної сукупності. Число2. Необов'язковий. Числові аргументи 2-254, відповідні вибірці з генеральної сукупності.

- **СТАНДОТКЛОН** (число1; [число2]; ...) Число1. Обов'язковий. Перший числовий аргумент, відповідний вибірці з генеральної сукупності. Число2. Необов'язковий. Числові аргументи 2-255, відповідні вибірці з генеральної сукупності. Замість аргументів, розділених крапкою з комою, можна використовувати масив або посилання на масив.

- **МОДА** (число1; [число2]; ...) Число1. Обов'язковий. Перший числовий аргумент, для якого потрібно обчислити моду. Число2. Необов'язковий. Від 1 до 255 числових аргументів, для яких обчислюється мода. Замість аргументів, розділених крапкою з комою, можна скористатися масивом або посиланням на масив.

- **МЕДИАНА** (число1; [число2]; ...) Число1, число2, ... Аргумент "число1" є обов'язковим, наступні числа необов'язкові. Від 1 до 255 чисел, для яких потрібно визначити медіану [100].

3. З вигляду гістограми або полігону частот зробити висновок про можливий тип розподілу (нормальний, показниковий, рівномірний) і висунути відповідну гіпотезу.

4. Для перевірки гіпотези необхідно:

Знайти спостережуване значення критерію (в нашому випадку Пірсона) за формулою:

$$\chi_{sp}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$$

- Знайти критичне значення критерію викликавши вікно  $f_x$  – **Статистические** і використати функцію **ХИ2ОБР** (вероятность; степени свободы) при заданому рівні значущості (вероятность) і числі ступенів свободи  $s = k - 3$  (степени свободы).

- Зробити висновок про прийняття або відхилення нульової гіпотези порівнявши спостережуване і критичне значення критерію Пірсона.

Також наведемо приклад розв'язання типового завдання за допомогою програмного засобу GRAN 1.

**Задача 2.3.** Два інвестиційні проекти характеризуються своєю прибутковістю (прибутковість – частота). В який з проектів буде вкладати кошти інвестор, якщо: 1) він обирає проект з більшою середньою прибутковістю; 2) обирає проект з меншим ризиком?

Прибутковість	32	33	35	39	40	42	43
Частота	5	8	10	12	14	9	7

Прибутковість	20	30	34	45	50	58	65	70
Частота	3	7	18	16	15	6	3	2

Створюємо в GRAN 1 вибірки за допомогою Статистична вибірка → Об'єкт → Створити (рис. 2.14. та рис. 2.15)

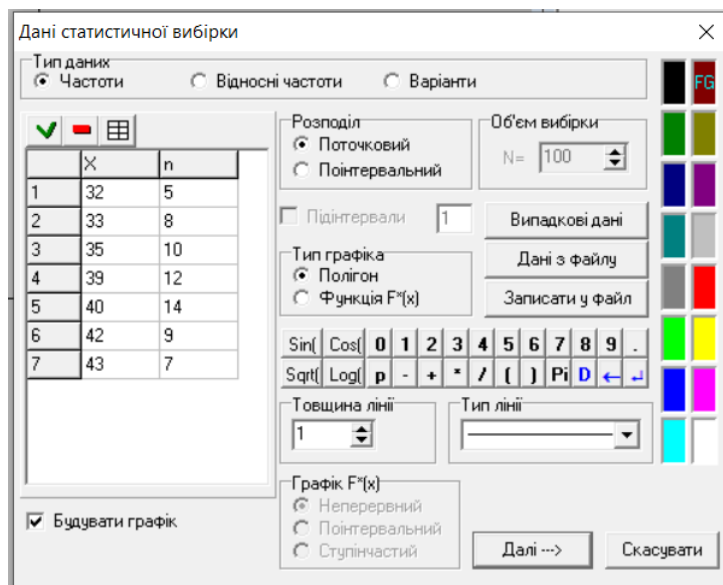


Рис. 2.14. Створення вибірки 1 у середовищі GRAN 1.

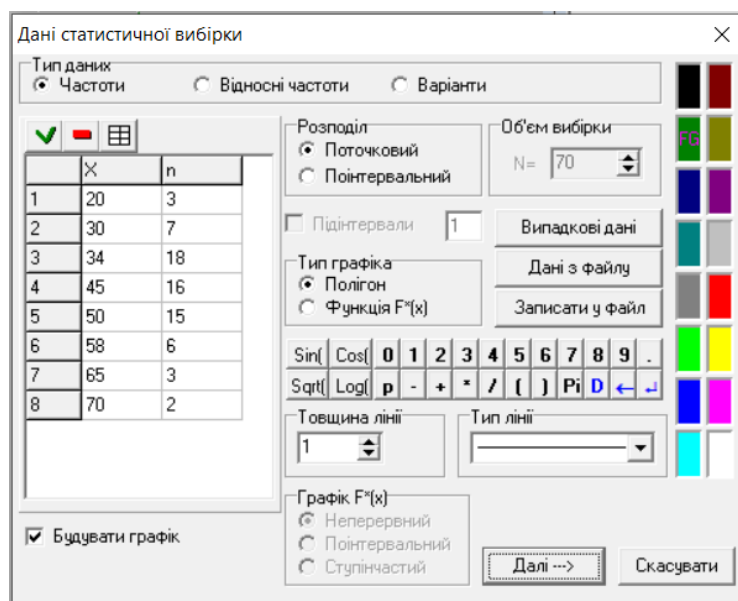


Рис. 2.15. Створення вибірки 2 у середовищі GRAN 1.

Програма автоматично обраховує: об'єм вибірки, різні види середніх, моду, математичне сподівання та середнє квадратичне відхилення для першої та другої вибірки відповідно(рис. 2.16 та 2.17).

---

Мат. сподівання (M)=38.17  
Середнє кв. відхилення(s)=3.655  
Об'єм вибірки=65  
MinX=32, MaxX=43  
Мода=40  
Середнє гармонійне=37.81  
Середнє геометричне=75.98  
Середнє квадратичне=38.34

Рис. 2.16. Основні числові характеристики вибірки 1

---

Мат. сподівання (M)=43.36  
Середнє кв. відхилення(s)=11.6  
Об'єм вибірки=70  
MinX=20, MaxX=70  
Мода=34  
Середнє гармонійне=40.08  
Середнє геометричне=83.52  
Середнє квадратичне=44.86

Рис. 2.17. Основні числові характеристики вибірки

Для відповіді на питання задачі потрібно:

1. *Порівняти математичні сподівання обох виборок.* Як бачимо математичне сподівання другого проекту дещо більше ніж першого. Тому можемо зробити висновок, що якщо при виборі проекту для інвестування інвестор обирає проект з більшою середньою прибутковістю, то він обере проект №2.

2. *Порівняти середні квадратичні відхилення обох виборок.* Як бачимо відхилення другого проекту значно більше ніж першого. Тому можемо зробити висновок, що якщо при виборі проекту для інвестування інвестор обирає проект з меншим ризиком, то він обере проект №1.

#### ***2.1.4. Можливості мов програмування R та Python у навчанні математичної статистики***

Засоби ІКТ невпинно вдосконалюються, причому змінюються не лише окремі програмні продукти і системи, платформи їх реалізації, а також розвиваються принципи і методи їх використання і концептуальні засади впровадження [168]. У західній науці вже давно існує поняття Data Science (Наука про дані), що включає в себе такі галузі науки як математична статистика, машинне навчання, штучний інтелект, оптимізація алгоритмів і комп'ютерні науки. Цей напрямок є надзвичайно прогресивним і популярним у наш час. Він застосовується у багатьох сферах професійної і побутової діяльності і є дуже актуальним. Саме тому останнім часом мови програмування R та Python знаходять все більше і більше своїх прихильників для розв'язання різноманітних статистичних задач, як прикладних так і теоретичних. SAS системи, натомість, втрачають свої позиції. І саме тому, на нашу думку, необхідно включати певні елементи практичного застосування R та Python в освітній процес з математичної статистики.

*Мова програмування R.* Росс Айхека і Роберт Джентлмен створили безкоштовну мову R в 1995 році як вільну реалізацію мови програмування S. Вони прагнули розробити мову, яка забезпечувала би більш якісний і зрозумілий підхід до аналізу даних, статистики та графічних моделей. На перших етапах R використовувався переважно в академічному і науково-дослідницькому середовищі, але порівняно недавно став проникати і в світ великих корпорацій. Тому R - одна з статистичних мов, що найбільш бурхливо розвиваються і яка використовуються в корпоративній практиці [29].

Одна з основних переваг R - величезне співтовариство розробників, що займаються підтримкою мови в поштових розсилках, службі користувальницької документації і в дуже активній групі на Stack Overflow (ресурс де розробники діляться розв'язками теоретичних і прикладних задач з програмування та суміжних областей). Також існує CRAN, гігантський репозиторій рекомендованих пакетів R, в розробці яких можуть брати участь усі бажаючі. Ці пакети становлять собою колекцію функцій і даних R, вони забезпечують миттєвий доступ до новітніх прийомів і функціоналу,



позбавляючи програміста (користувача) від необхідності все винаходити самостійно [99].

Нарешті, якщо ви - досвідчений розробник, то вам, ймовірно, не важко буде швидко освоїти R. Однак, початківцю, можливо, доведеться туго, оскільки крива навчання R дуже крута. На щастя, в даний час існує безліч відмінних навчальних ресурсів по R.

*Мова програмування Python.* Python був створений Гвідо ван Россумом в 1991 році. У цій мові робиться акцент на продуктивності і зручності читання коду. Серед програмістів та математиків, бажаючих поринути в аналіз даних і користуватися статистичними прийомами, чимало активних користувачів Python, які застосовують цю мову саме в статистичній сфері. Чим активніше ви заглиблюєтесь в технічну сферу, тим більше вам, ймовірно, буде подобатися Python. Ця гнучка мова відмінно підходить для всього новаторського. З огляду на його простоту і легкість для читання, крива навчання для цієї мови порівняно полого [29].

Як і в R, в Python є пакети. PyPi - це список пакетів Python, в ньому містяться бібліотеки, доповнювати які може будь-який користувач. Як і R, Python має велику спільноту розробників, але вона дещо неоднорідна, оскільки Python - універсальна мова (навідміну від R, що розроблена виключно для вирішення статистичних задач). Проте, саме наука про дані стрімко займає все більш значні позиції у всесвіті Python: очікування ростуть, одне за одним з'являються нові додатки по роботі з даними [99].

*Коли і як використовувати R?* R зазвичай застосовується в тих випадках, коли для аналізу даних потрібні виділені обчислювальні потужності або окремі сервера. R відмінно підходить для дослідницької роботи, зручний практично при будь-якому варіанті аналізу даних, оскільки в мові R існує маса пакетів і готові тести, що забезпечують потрібний інструментарій для швидкого старту. R навіть може бути елементом рішення в області великих даних (Big Data).

Пристаюючи до роботи з R, доцільно для початку встановити IDE RStudio. Потім рекомендуємо ознайомитися з наступними популярними пакетами:

- dplyr, plyr і data.table - спрощують маніпуляції з пакетами;
- stringr - для роботи з рядками;

- zoo - для роботи з регулярними та іррегулярними тимчасовими послідовностями;

- ggvis, lattice і ggplot2 - для візуалізації даних;

- caret - для машинного навчання.

*Коли і як використовувати Python?* Python знадобиться у випадках, коли завдання, пов'язані з аналізом даних, вплітаються в роботу веб-додатків, або якщо статистичний код потрібно інкорпорувати в робочу базу даних. Python, будучи повнофункціональною мовою програмування, відмінно підходить для реалізації алгоритмів з їх подальшим практичним використанням. Ще недавно пакети для аналізу даних на Python перебували в зародковому стані, що представляло певну проблему, але в останні роки ситуація значно покращилася. Обов'язково встановіть:

- NumPy / SciPy - наукові обчислення;
- pandas - маніпуляція з даними;
- matplotlib – графічна візуалізація даних;
- scikit-learn - для машинного навчання.

Ці пакети дозволять пристосувати Python для аналізу даних [29].

З наведених вище характеристик видно, що обидві мови програмування є сучасними, популярними та дієвими у розв'язанні задач як прикладної, так і математичної статистики.

Залучення цих мов програмування до навчання математичної статистики дасть змогу студентам отримати теоретичні знання та практичні навички використання сучасних математичних методів, бібліотек з відкритим кодом та теорій машинного навчання при розв'язанні конкретних задач, що виникають у професійній та побутовій діяльності.

Використання мов програмування Python та R може бути спрямоване на формування таких компетентностей:

- соціально-особистісні: удосконалення навичок організації самостійної роботи; збільшення інтересу до використання наукового підходу у життєвій діяльності;

- загально-професійні: знання математичних методів побудови та аналізу моделей природничих, технічних, економічних та соціальних об'єктів і процесів, розробки математично обґрунтованих алгоритмів функціонування складних систем; здатність під час проведення досліджень формулювати задачу дослідження, розбивати процес виконання завдання на етапи, формулювати технічні вимоги, вимоги до вхідних і вихідних даних, виявляти та оцінювати фактори, що спрощують або ускладнюють розв'язання, оцінювати складність окремих етапів чи видів робіт тощо;

- спеціалізовано-професійні: вміння використовувати бібліотеки з відкритим кодом; знання математичних методів, що використовуються при машинному навчанні; здатність обирати адекватний математичний апарат при використанні машинного навчання; здатність розв'язувати задачі розпізнавання об'єктів, класифікації та кластеризації.

Сфера реалізації набутих компетентностей в майбутній професії: професійна та побутова діяльність, зокрема, в галузі статистики та обробки даних, при написанні програмного забезпечення з розпізнавання об'єктів тощо [35].

Отже, на нашу думку, використання однієї або обох цих мов програмування в навчанні математичної статистики є бажаним, адже стане в нагоді при формуванні у студентів ряду потрібних компетентностей, а це в свою чергу підвищить їх конкурентоздатність на ринку праці та їх рівень експертизи. Також це дасть змогу студентам бути на “гребені” наукового розвитку цієї галузі та брати участь у великій кількості цікавих і сучасних проектів з Data Science, які організовуються такими відомими компаніями як Google, Microsoft, Amazon, Intel, Facebook та ін.

Для демонстрації можливостей мови програмування Python наведемо приклад розв'язання типової задачі. Також для порівняння покажемо розв'язок цієї ж задачі у середовищі MS Excel.

**Задача 2.4.** Для виконання завдання необхідно використати дані подані в таблиці 2.7. Потрібно:

- 1) скласти статистичне групування робітників за стажем їх роботи;

2) по кожній групі й у цілому по статистичній сукупності розрахуйте такі показники: кількість робітників; питому вагу робітників кожної групи у їх загальній кількості; середній стаж роботи робітника; середній місячний виробіток продукції одного робітника (продуктивність праці);

3) визначити залежність продуктивності праці робітників від стажу їх роботи;

4) змоделювати залежність місячного виробітку продукції від стажу роботи робітника за допомогою лінійного рівняння регресії;

5) отримані результати подайте у вигляді статистичних таблиць і відповідних графіків (секторної діаграми й лінійного графіку);

б) проаналізувати отримані результати.

Таблиця 2.7.

**Вхідні дані для задачі**

Табельний номер робітника	Стаж роботи робітника, років	Місячний виробіток продукції робітника, шт.	Табельний номер робітника	Стаж роботи робітника, років	Місячний виробіток продукції робітника, шт.
1	9	304	26	7	289
2	7	307	27	9	307
3	5	277	28	11	357
4	8	315	29	5	258
5	11	328	30	4	260
6	5	252	31	9	300
7	6	249	32	13	373
8	9	293	33	8	307
9	5	294	34	10	321
10	12	315	35	6	271
11	10	325	36	9	319
12	8	315	37	5	259
13	7	271	38	6	289
14	12	323	39	7	295
15	4	254	40	6	297
16	9	331	41	10	313
17	5	278	42	5	263
18	6	302	43	8	294
19	8	311	44	9	328
20	5	260	45	12	265
21	10	316	46	10	322
22	13	338	47	7	300
23	4	242	48	4	266
24	8	304	49	12	348
25	5	278	50	6	294

## Розв'язання у середовищі Python

Код програми (рис. 2.18):

```
from collections import Counter
import pandas as pd
import numpy as np
import math
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.linear_model import LinearRegression

df = pd.read_csv("data_1.csv", sep=';') #Зчитуємо вхідні файли з файлу і записуємо у Data Frame
df = df.drop(df.columns.values[0], axis=1) #Видаляємо стовпчик "Табельний номер робітника". Він не потрібен в подальших

#Завдання 1
df1 = df.T #Транспонуємо отриманий Data Frame для знаходження максимальних та мінімальних значень в даних
max_values = df1.max(df1.columns.values[1]) #Знаходимо максимальні значення вибірки
min_values = df1.min(df1.columns.values[1]) #Знаходимо мінімальні значення вибірки
h = (max_values[0] - min_values[0]) / (1 + 3.2 * math.log10(50)) #Знаходимо потрібну довжину інтервалу

#Завдання 2
#Бракуючи, що інтервалами у нас будуть самі значення варіант, то кількість робітників у кожній групі визначаємо так:
variation_series = Counter(df[df.columns.values[0]]) #Підрахунок кількості входжень кожної варіанти у вибірку (частоти)
variation_series = sorted(variation_series.items()) #Сортування кортежів "варіанта-частота" по зростанню
relative_frequencies = [x[1]/50 for x in variation_series]

#Переведення стовпчика "Стаж роботи" та "Місячний виробіток" в numpy.array для зручного розрахунку середніх
#Однак, можна обійтись і методом доступним для Pandas Data Frame - .mean()
numpy_series_exp = df[df.columns.values[0]].to_numpy()
numpy_series_production = df[df.columns.values[1]].to_numpy()

#Завдання 3
correlation_table = pd.DataFrame() #Створимо пустий Pandas Data Frame для запису кореляційної таблиці
correlation_table = df.corr(method='pearson') #Обчислимо коефіцієнти кореляції Пірсона для вхідних даних

#Завдання 4
X = df[df.columns.values[0]].to_numpy().reshape(-1,1) #Створимо ряд залежних (Y) та факторних (X) змінних
Y = df[df.columns.values[1]].to_numpy().reshape(-1,1) #Для цього робимо в стовпів рядки і перетворюємо на numpy.array
linear_regression = LinearRegression().fit(X, Y) #Створюємо "об'єкт" лінійної регресії для змінних X та Y
Y_predict = linear_regression.predict(X) #Будуємо прогноз для лінії тренду

#Завдання 5
labels = [x[0] for x in variation_series]
values = [x[1] for x in variation_series]

#Відповідь:
print(f"Довжина інтервалу розвитку на групи: {h}")
print(f"Варіаційний (згрупований) ряд: {variation_series}")
print(f"Питома вага робітників кожної групи у загальній кількості {relative_frequencies}")
print(f"Середній стаж роботи робітника: {numpy_series_exp.mean()}")
print(f"Середній місячний виробіток продукції одного робітника: {numpy_series_production.mean()}")

#Побудова графіку розсіяння та лінійного тренду для рівняння лінійної регресії
plt.scatter(X, Y)
plt.title('Лінійна регресія')
plt.plot(X, Y_predict, color='red')
plt.show()
print(f"Коефіцієнти рівняння регресії: {linear_regression.coef}")

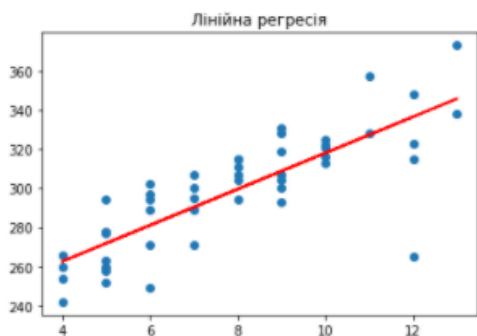
#Побудова графіку кількості працівників за стажем роботи
plt.title('Кількість працівників за стажем роботи')
plt.pie(values, labels=labels, shadow=True, autopct='%1.1f%%', startangle=180)
plt.axis('equal')
plt.show()

#Виводимо на екран кореляційну таблицю
correlation_table
```

Рис 2.18. Розв'язання задачі за допомогою Python

## Результат роботи програми (рис. 2.19.):

Довжина інтервалу розбиття на групи: 1.3982311413728483  
 Варіаційний (згрупований) ряд: [(4, 4), (5, 9), (6, 6), (7, 5), (8, 6), (9, 7), (10, 5), (11, 2), (12, 4), (13, 2)]  
 Питому вагу робітників кожної групи у загальній кількості [0.08, 0.18, 0.12, 0.1, 0.12, 0.14, 0.1, 0.04, 0.08, 0.04]  
 Середній стаж роботи робітника: 7.78  
 Середній місячний виробіток продукції одного робітника: 297.54



Коефіцієнти рівняння регресії: [[9.23207696]]



	Стаж роботи робітника, років	Місячний виробіток продукції робітника, шт.
Стаж роботи робітника, років	1.000000	0.811474
Місячний виробіток продукції робітника, шт.	0.811474	1.000000

Рис 2.19. Результат роботи Python програми

### Коментарі до ходу розв'язання:

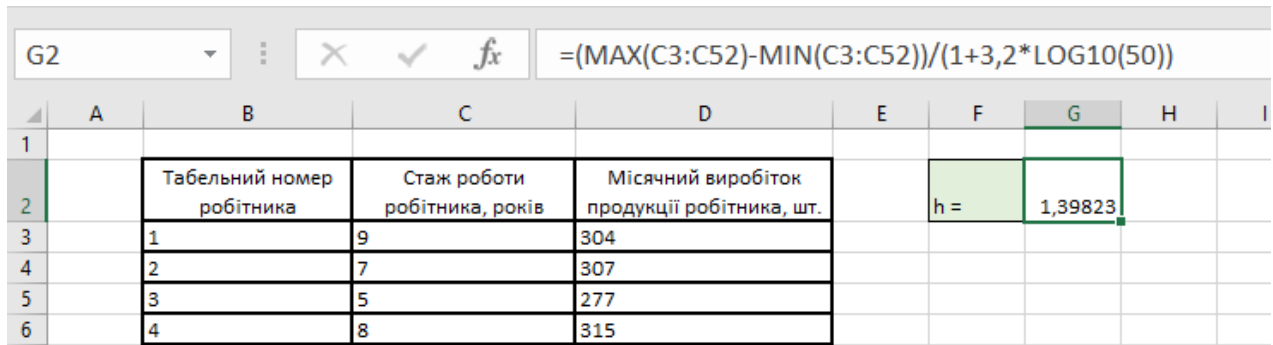
- 1) для проведення статистичного групування на інтервали за стажем роботи потрібно, для початку, знайти необхідну довжину інтервалу  $h$  (як бачимо, результат розрахунку довжини інтервалу вказує, що в групі має бути 1 значення, тобто нашими групами будуть робітники зі стажем роботи: {4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13} років);
- 2) розбивши, вибірку на інтервали можемо порахувати: кількість робітників у кожній групі (`variation_frequencies`), питому вагу робітників кожної групи у їх загальній кількості (`relative_frequencies`), середній стаж роботи робітника (`numpy_series_exp.mean`), середній місячний виробіток продукції (`numpy_series_production.mean`);
- 3) рахуємо коефіцієнт кореляції (перевіряємо наявність і силу взаємозв'язку між продуктивністю праці робітників та стажем їх роботи) за допомогою функції `corr`;

4) щоб змоделювати залежність місячного виробітку продукції від стажу роботи робітника за допомогою лінійного рівняння регресії – побудуємо діаграму розсіяння, лінію тренду для неї та знайдемо коефіцієнти регресійного рівняння;

5) будуємо секторну кругову діаграму для кількості працівників за стажем роботи.

*Розв'язання у середовищі MS Excel*

1) Знаходимо необхідну довжину інтервалу



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		Табельний номер робітника	Стаж роботи робітника, років	Місячний виробіток продукції робітника, шт.		h =	1,39823		
3		1	9	304					
4		2	7	307					
5		3	5	277					
6		4	8	315					

Рис 2.20. Розрахунок необхідної довжини інтервалу

2) Розбивши, вибірку на інтервали можемо порахувати:

- кількість робітників у кожній групі за допомогою функції ЧАСТОТА (FREQUENCY);

- питому вагу робітників кожної групи у їх загальній кількості (тобто відносні частоти), поділивши кількість робітників кожної групи на загальну кількість робітників;

- середній стаж роботи робітника за допомогою функції СРЗНАЧ (AVERAGE);

- середній місячний виробіток продукції одного робітника (продуктивність праці) за допомогою функції СРЗНАЧ (AVERAGE).

G15								
=AVERAGE(C3:C52)								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Табельний номер робітника	Стаж роботи робітника, років	Місячний виробіток продукції робітника, шт.		Стаж роботи робітника, років	Частоти	Відносні частоти
3		1	9	304		4	4	0,08
4		2	7	307		5	9	0,18
5		3	5	277		6	6	0,12
6		4	8	315		7	5	0,1
7		5	11	328		8	6	0,12
8		6	5	252		9	7	0,14
9		7	6	249		10	5	0,1
10		8	9	293		11	2	0,04
11		9	5	294		12	4	0,08
12		10	12	315		13	2	0,04
13		11	10	325		n =	50	
14		12	8	315				
15		13	7	271		Середній стаж	7,78	
16		14	12	323		Середній виробіток:	297,54	
17		15	4	254				

Рис 2.21. Розрахунок необхідної довжини інтервалу

3) визначаємо залежність продуктивності праці робітників від стажу їх роботи за допомогою функції КОРРЕЛ (CORREL):

fx		=CORREL(D3:D52;C3:C52)		Коефіцієнт кореляції:		0,81147	
----	--	------------------------	--	-----------------------	--	---------	--

Рис 2.21. Коефіцієнт кореляції для задачі

4) щоб змоделювати залежність місячного виробітку продукції від стажу роботи робітника за допомогою лінійного рівняння регресії – побудуємо діаграму розсіяння за допомогою інструмента Діаграми →Точкова, та побудуємо для неї лінійну лінію тренду та поставимо галочку у полі «відображати рівняння тренду», яке і буде лінійним рівнянням регресії.

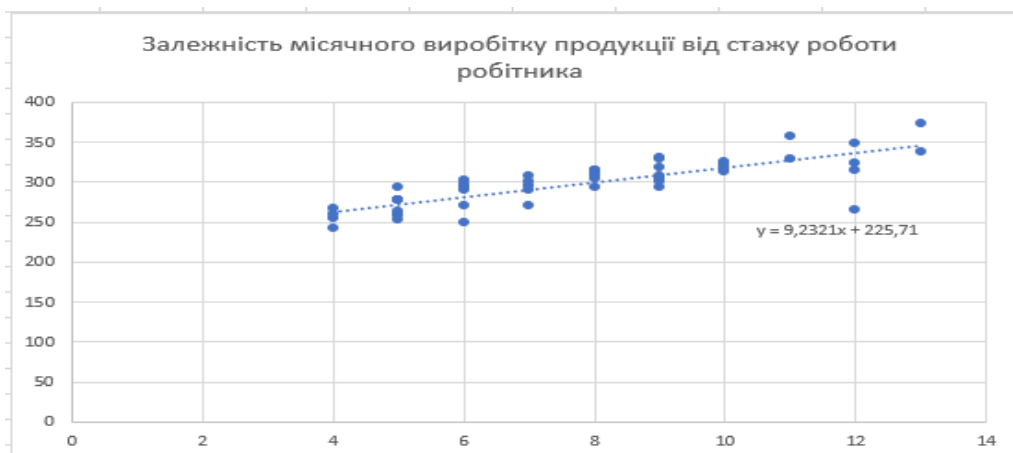


Рис 2.22. Діаграма розсіяння та лінія тренду для лінійної регресії



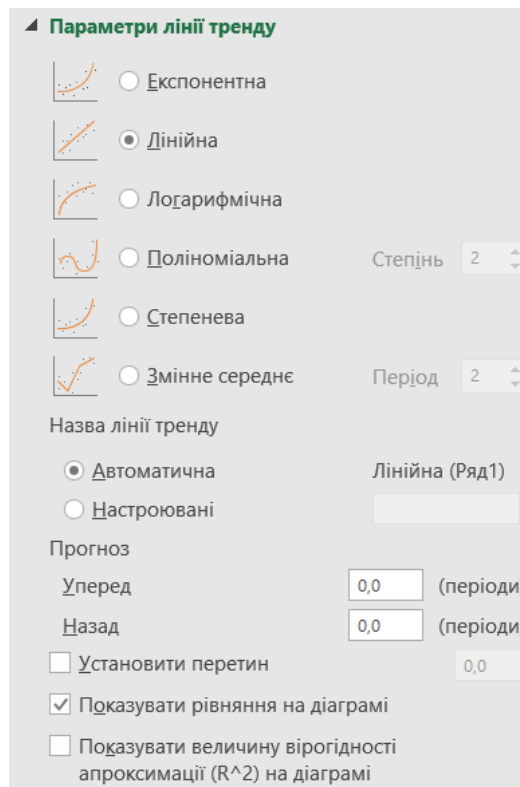


Рис 2.23. Налаштування лінії тренду

5) Лінійний графік ми вже побудували на кроці 4 для лінійної регресії. Побудуємо секторну діаграму кількості працівників відносно групування за стажем роботи:

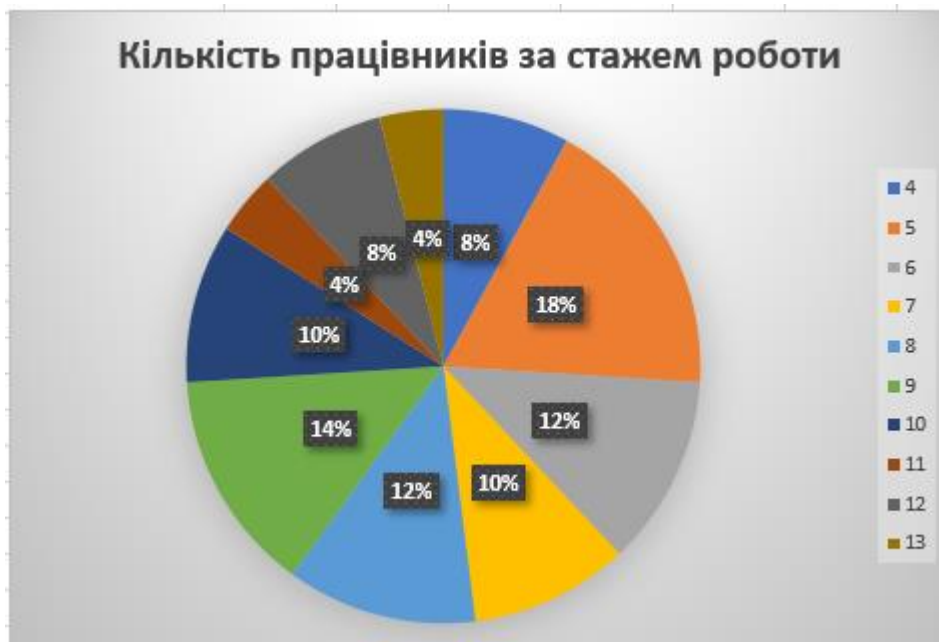


Рис 2.24. Кількість працівників за стажем роботи

б) Аналіз отриманих результатів:

Середній стаж роботи робітників складає 7,78 роки;

Середній місячний виробіток продукції складає 297,54 штуки.

Коефіцієнт кореляції залежності місячного виробітку від стажу роботи робітника складає 0,81147, що говорить про прямий статистично значущий зв'язок.

З графіку кількості робітників за стажем роботи видно, що найбільше робітників мають стаж роботи 5 та 9 років, а найменше 11 та 13 років. Відсотки на графіку, по суті, є питомою вагою робітників кожної групи у їх загальній кількості.

## 2.2. Авторський програмний засіб «Booster Subject Play» в системі знань студентів з дисциплін «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Статистика».

На сучасному етапі розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і рівні їх інтеграції в усі галузі життя, особливого значення набуває роль ІКТ в розвитку світової освітньої галузі. Це стосується, насамперед, використання комп'ютерних систем для контролю і рейтингової оцінки знань студентів з метою визначення рівня формування у них інтелектуальних, професійних і особистих якостей, а також рівня фахової підготовки майбутніх випускників закладів вищої освіти. Також комп'ютерні системи контролю дозволяють: застосовувати нові адаптивні алгоритми тестового контролю; використовувати в контролі мультимедійні можливості комп'ютерів; зменшити обсяг паперової роботи і прискорити підрахунок результатів; спростити адміністрування; підвищити оперативність контролю; знизити витрати на організацію і проведення контролю [67].

Зважаючи на сказане, нашою метою було проаналізувати можливості та розробити методичні рекомендації щодо застосування програмного засобу «Booster Subject Play» при проведенні практичних та лабораторно-практичних занять з теорії ймовірностей і математичної статистики для студентів педагогічних університетів.

Програмний засіб «Booster Subject Play» розроблений працівниками кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи НПУ імені М.П.Драгоманова для програмної підтримки та оцінювання знань студентів під час проведення лабораторних робіт з фізики [103]. Однак, цей засіб є універсальним, тому адаптувати його до лабораторно-практичних занять з математичної статистики не складає труднощів. Важливою перевагою цього програмного засобу є можливість створення «Бази студентів», що забезпечує встановлення взаємозв'язку «викладач – студент» [103].

Враховуючи виклики часу, програмний засіб було адаптовано до онлайн середовища та змінено назву на Booster Education Pack та Booster Online для середовища тестування. Це дало можливість наповнити програмний засіб цілим рядом додаткових переваг порівняно зі звичайною версією. Наприклад, забезпечити

його доступність для будь-якого моменту часу, можливість використання довільної інформації в мережі Інтернет в якості навчального теоретичного матеріалу, тощо, що дає можливість значно розширити сферу його застосування та, як ми вже казали, адаптовувати програмний засіб для підтримки будь-яких курсів навчальних дисциплін.

Провівши пошук у мережі Інтернет на предмет вже наявних навчальних засобів комп'ютерного та онлайн тестування, було знайдено декілька доступних програмних засобів, які схожі за своїм призначенням на Booster Education Pack. Серед них: SunRav TestOfficePro, Тесторіум, Мастер-тест, Online Test Pad, Simpoll, Твой тест. На нашу думку, найбільш близьким за своїм функціоналом до Booster Online, за своїм функціоналом, є програмний засіб SunRav TestOfficePro, тому нижче наведемо порівняльну таблицю переваг та недоліків цих двох програмних засобів комп'ютерного тестування.

Таблиця 2.8.

### Порівняльна характеристика програмних засобів для тестування SunRav TestOfficePro та Booster Education Pack

Характеристики програмного засобу	Назва програмного засобу для тестування	
	SunRav TestOfficePro	Booster Education Pack
Параметри безпеки	Всі тести і результати тестування шифруються методами стійкої криптографії, що повністю виключає можливість подробиці результатів тестування. Крім того, на тест можна встановити паролі: на редагування - для захисту тесту від перегляду його структури і правильних відповідей тощо; на перегляд - для запобігання попереднього тестування (з метою з'ясування правильних відповідей).	Всі тести і результати тестування шифруються за спеціальним алгоритмом, який дозволяє надійно захистити файл тесту та результати тестування. На тест можна встановити пароль, який запитується при завантаженні тесту. Для кожного тесту видається спеціальний секретний ключ, за допомогою якого з тесту можна отримати файл його проекту (у разі втрати файлу проекту).
Засоби візуалізації	Текст запитань і варіанти відповіді можна форматувати, використовуючи для цього потужний	У середовищі програми для створення тестових запитань реалізовано багато засобів для

	вбудований текстовий редактор, принципи роботи якого такі ж як у MS WORD. За допомогою редактора можна вставляти зображення, формули, схеми, таблиці, аудіо-і відео-файли, HTML документи – використовувати OLE- технологію.	налаштування тесту: встановлення характеру введення тексту у запитанні (жирний, курсив, підкреслений), додання файлів мультимедіа (фото, відео, аудіо).
Створення запитань різних типів	У тестах можливе використання 5 типів запитань. Вибір однієї відповіді із набору запропонованих варіантів. Вибір однієї або декількох відповідей із набору запропонованих варіантів. Вписування (введення з клавіатури) відповіді. Встановлення відповідності. Встановлення правильної послідовності.	Вибір однієї відповіді із набору запропонованих варіантів. Вибір однієї або декількох відповідей із набору запропонованих варіантів. Вписування (введення з клавіатури) відповіді. Встановлення правильної послідовності.
Можливість використання тем	Тест може бути розділений на декілька тем. При цьому є можливість оцінювання знань як за змістом окремих тем так і за змістом всього тесту.	Реалізовано можливість завантаження тестових запитань з різних тем у єдиний список з метою тестування.
Встановлення випадкового порядку запитань у тесті	Запитання в тесті можна «перемішувати». Більш того, розробник тесту може визначити скільки питань з кожної теми отримає студент для тестування. Припустимо, кожна тема складається з 100 питань. Якщо вибрати випадковим чином тільки 10 запитань, то студенти отримають абсолютно різні набори питань з одного і того ж тесту. Варіанти відповідей можна також «перемішати».	Обравши відповідну опцію у тесті, при тестуванні запитання будуть виводитися кожен раз у різному порядку.
Створення «адаптивних» тестів	Порядок проходження питань може бути не лише лінійним, але й залежати від відповідей студента.	Порядок проходження питань може бути не лише лінійним, але й залежати від відповідей студента.
Встановлення «ваги» запитань у тесті	Кожне запитання тесту може мати свою "вагу". Це дозволяє нараховувати користувачеві більше балів за правильні відповіді на складні запитання і менше балів за відповіді на легкі питання.	Не реалізовано.
Зворотній зв'язок	Після відповіді на запитання можливі варіанти: *Студенту пропонується відповісти на наступне запитання. * Повідомлення про те, що користувач відповів правильно (неправильно).	Після відповіді на запитання можливі варіанти: *Студенту пропонується відповісти на наступне запитання.

	* Показ документа, що присвячений тематиці запитання. У ньому зокрема може пояснюватися причина неправильної відповіді і надаватися додатковий матеріал, який дозволить зрозуміти матеріал.	* Повідомлення про те, що користувач відповів правильно (неправильно). * Показ документа, що присвячений тематиці запитання. * Показ загальної рейтингової таблиці
Обмеження за часом	Можна встановити обмеження за часом (як для проходження всього тесту, так і для кожного запитання окремо). При цьому час, що виділяється для кожного питання, може бути різним.	При тестуванні можна встановити таймер. При створенні тесту обмеження за часом не встановлюються так як цей тест можна використовувати як навчальний.
Можливість інтеграції електронні підручники	Тести можуть бути складовою частиною електронних навчальних посібників, створених за допомогою програми SunRay BookOffice.	Тести можна додавати до інших HTML сторінок, тим самим інтегрувати різну кількість тестів у електронні підручники, сайти, додатки та інше.
Особливості встановлення програми	Є кілька способів встановити програму для тестування на комп'ютери користувачів: за допомогою повного пакету SunRay TestOfficePro, за допомогою інсталяційного файлу програми tTester, а також простим копіюванням необхідних файлів на комп'ютери.	Booster Education Pack є онлайн сервісом, а також додатком, який встановлюється з Магазину (Windows Store, Google Play) операційної системи (Windows, Android)
Створення оформлення тестів	Не реалізовано	Кожен тест можна оформити із врахуванням теми. Якщо не встановлене оформлення для тесту, то буде застосоване оформлення за замовчуванням. Використання оформлення сприяє зосередженні уваги на тесті під час тестування.
Збереження авторського права	Не реалізовано	При створенні тесту авторське право зберігається, завдяки захищеним обліковим записам. Таким чином, при тестуванні буде виведений символ «захист авторського права».

Потрібно зазначити, що ми пропонуємо застосовувати лабораторно-практичні заняття як одну з форм організації освітнього процесу з дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Статистика», «Математична статистика»,

адже лабораторні та практичні заняття є близькими за своєю дидактичною сутністю і тому саме поєднання цих двох форм із використанням вищезазначеного програмного засобу, забезпечує більш раціональний алгоритм добування, обробки і засвоєння інформації та здобуття нових знань в процесі самостійної пошукової діяльності. Зазначимо, що при вивченні даного курсу ми пропонуємо використовувати лабораторно-практичні заняття як ефективну форму організації освітнього процесу під час вивчення дисципліни «Математична статистика». Докладніше про це йтиметься у розділі 2.3.

Виконання лабораторно-практичного заняття передбачає: підготовку до заняття, допуск, його виконання та захист. Проходження цих етапів передбачає процес діалогового розвиваючого навчання у варіантах: "студент - комп'ютер", "студент – викладач", "студент - викладач - комп'ютер", "студент - електронний посібник - комп'ютер". Програмний засіб «Booster Subject Play» стає в нагоді.

На першому етапі реалізується діалог "студент - електронний посібник". Електронний посібник має містити достатньо повну інформацію для попередньої підготовки до виконання роботи: теоретичні відомості, опис будови та принципу дії дослідної установки і обладнання, що використовується в роботі, опис ходу виконання роботи, перелік питань для рейтингової оцінки, творчі завдання.

Доступ до змісту посібника може здійснюватись у двох варіантах: текстовий, електронний варіант посібника з доступом до комп'ютерів в, електронний варіант посібника з доступом через Internet в домашніх умовах або в умовах гуртожитку. Таким чином, перший етап самостійної підготовки фактично є варіантом діалогу "студент - комп'ютер - електронний посібник".

Другий етап, допуск до виконання лабораторно-практичного заняття, відбувається у діалоговому режимі за варіантом "студент - комп'ютер - викладач" безпосередньо під час занять у лабораторії або дистанційно.

На першому кроці другого етапу, щодо виконання лабораторно-практичного заняття, студент за допомогою комп'ютера здійснює реєстрацію, зазначаючи прізвище, ім'я, по-батькові, спеціальність, групу. Надалі студент може зайти в систему тільки під своїм логіном та паролем.

На другому кроці третього етапу студент має змогу повторно ознайомитись зі змістом електронного посібника. Оскільки його текст з відповідними лабораторно-практичними заняттями вже внесений до комп'ютера ще до допуску до виконання роботи. На третьому кроці студент отримує контрольні питання для рейтингової оцінки знань, які комп'ютер випадковим чином обирає із загального переліку питань, внесених попередньо до програми і з якими студент працював під час самостійної підготовки. Одночасно студент знайомиться з усіма іншими контрольними питаннями, попередньо внесеними до програми відповідно до отриманого завдання. На наступному кроці студент отримує через комп'ютер завдання №1 в текстовому варіанті на моніторі комп'ютера (перше завдання із випадково обраних комп'ютером) та набір пронумерованих відповідей, серед яких тільки одна є правильною (також доступні питання на: множинну відповідь, встановлення послідовності, вписування короткої правильної відповіді, встановлення відповідності). Студент обирає правильну, на його думку, відповідь, а комп'ютер порівнює номер обраної відповіді із номером правильної. Нумери правильних відповідей попередньо внесені до програми. Сама програма, список особистих кодів студентів, перелік правильних відповідей та підсумкова рейтингова таблиця захищені від несанкціонованого доступу.

У випадку правильної відповіді комп'ютер нараховує студенту повну суму балів, неправильної – 0 балів. Відповідна оцінка відповідей у балах попередньо заноситься до програми. Отримані бали комп'ютер додає до підсумкової таблиці результатів відповідей.

У подальшому студент переходить до виконання завдань 2, 3 і т.д. з проходженням усіх кроків, зазначених вище, до останнього завдання із обраних комп'ютером. У списку завдань вони явно не нумеруються. По закінченню виконання всіх завдань передбачена можливість виводу на екран монітора підсумкової рейтингової таблиці із зазначенням як кількості балів, отриманих за кожне завдання (включаючи нулі), так і загальної суми балів.

Проаналізувавши таблицю, студент визначає перелік питань, на які він не відповів, або відповів неправильно.



Надалі обирається один із двох варіантів. Якщо студент задоволений результатом і допущений до виконання роботи, то він переходить у режим «Закінчити». У цьому випадку комп'ютер заносить отриманий результат у пам'ять списку групи (підсумкова таблиця) як результат допуску до виконання роботи, враховуючи, при цьому, попередньо записану в програмі мінімальну кількість балів, що дозволяє допуск та висвічує на екран «Допуск».

На наступному етапі в діалоговому режимі студент доповідає викладачеві «Хід роботи», за що викладач, використовуючи комп'ютер, виставляє йому бали за знання ходу виконання роботи, які окремим стовпцем заносяться до підсумкової таблиці. Комп'ютер порівнює отриману кількість балів із мінімально допустимою за хід виконання роботи та висвічує «Допуск». Одночасно отримані бали в таблиці перераховуються у 100-бальну (60-бальну) та 5-бальну системи.

Якщо студент не отримав допуску, або не задоволений оцінкою, він переходить у режим «Продовжити». У цьому разі комп'ютер повертає (почергово) студента до завдань, на які він не зміг правильно відповісти при першій спробі. З другої спроби студент обирає вірну відповідь у режимі «Вибір відповіді». Комп'ютер порівнює обрану відповідь із правильною та нараховує відповідну кількість балів. Передбачається, що на першій спробі комп'ютер нараховує 100% балів, на другій – 75%, на третій 50%.

Загалом доступ до програми обмежується трьома спробами. Після трьох спроб комп'ютер вносить набрані бали в підсумкову рейтингову таблицю та відповідно змінює рейтинговий результат.

У другому варіанті після повторного отримання завдань студент може перейти у режим «Відмова від відповіді» і надалі у режим «Допомога».

Після переходу в цей режим комп'ютер висвічує на екрані сторінки теоретичних відомостей, які містять інформацію, вивчення якої дає можливість дати правильну відповідь. Передбачається, що у режимі «Допомога» за другу спробу у випадку правильної відповіді нараховується 50% балів, а за третю – 25%. Маючи перелік відповідей, студент обирає, на його погляд, правильну. Комп'ютер порівнює обрану відповідь із правильною та нараховує відповідну додаткову суму балів і вносить її до

підсумкової таблиці. Порівнюючи набрану суму балів з мінімально допустимою, комп'ютер робить висновок про допуск, висвічуючи на екрані «Допуск». Надалі в діалоговому режимі "комп'ютер – викладач" здійснюється допуск з приводу виконання роботи «Хід роботи». Викладач виставляє студенту бали за відповіді на питання «Хід роботи», які комп'ютер заносить у відповідний стовпчик підсумкової рейтингової таблиці.

Далі виконуються завдання лабораторно-практичного заняття. Захист виконаних завдань проводиться за тим самим сценарієм програми, що й допуск [144].

Покрокове проходження зазначених вище дій відображено на структурній схемі (схема 2.1).

Далі ми розглянемо алгоритм застосування Booster Online: реєстрацію, створення тесту та його проходження.

Для початку проведення тестування викладачеві потрібно створити та налаштувати тест для проходження. Для цього потрібно перейти до редактора «Test Editor» (рис.2.25), натиснувши відповідну кнопку на головній сторінці сервісу (<http://ant3dstudio.com/booster/>). Для використання сервісу необхідно мати зареєстрований акаунт AntID, якщо його немає, то необхідно зареєструвати (<http://profile.ant3dstudio.com/registration>) та продовжити використовувати сервіс.

Інтерфейс «Test Editor» складається із чотирьох головних розділів, у яких знаходяться усі необхідні опції для створення тесту. Інтерфейс поділяється на такі вкладинки:

- загальні налаштування тесту (назва, теоретичний матеріал, пароль та інше);
- запитання;
- оцінювання;
- публікація.



Схема 2.1. Структурна схема проведення і захисту лабораторно-практичної роботи

Якщо тест було попередньо створено і він «активний» для проходження, то з'являється додаткова вкладка «Журнал», в якій вказана уся статистика проходження саме тесту, який редагується. В кожній вкладці необхідно встановити потрібні опції, без яких публікація тесту неможлива.

На вкладці «Загальні» (рис. 2.26) налаштовуються такі параметри:

- Назва тесту;
- Пароль ;
- Теоретичний матеріал;
- Час проходження;
- Перемішування запитань.

Пароль, теоретичні матеріали, час проходження та опція перемішування запитань – не є обов'язковими параметрами для публікації тесту.

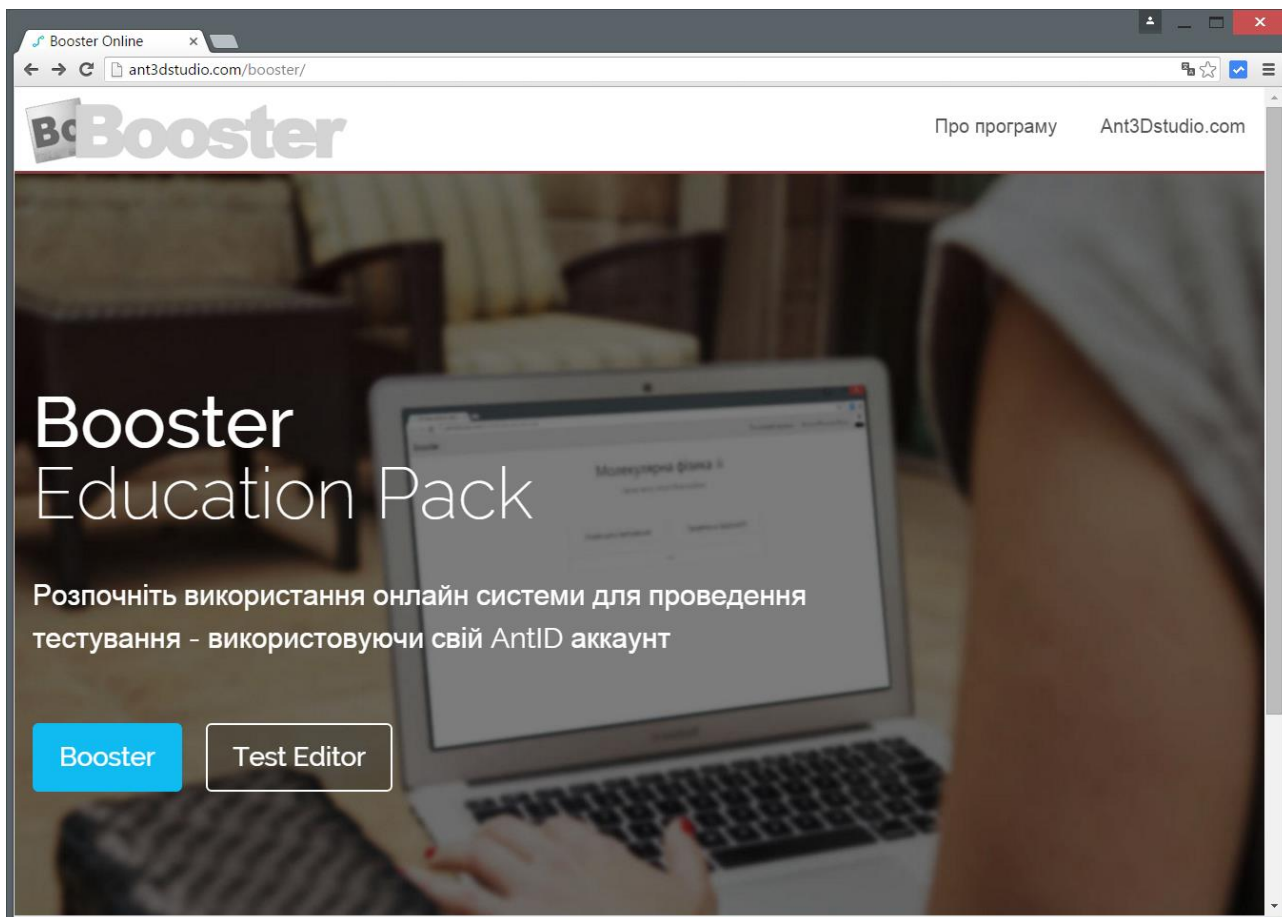


Рис. 2.25. Головна сторінка онлайн сервісу Booster

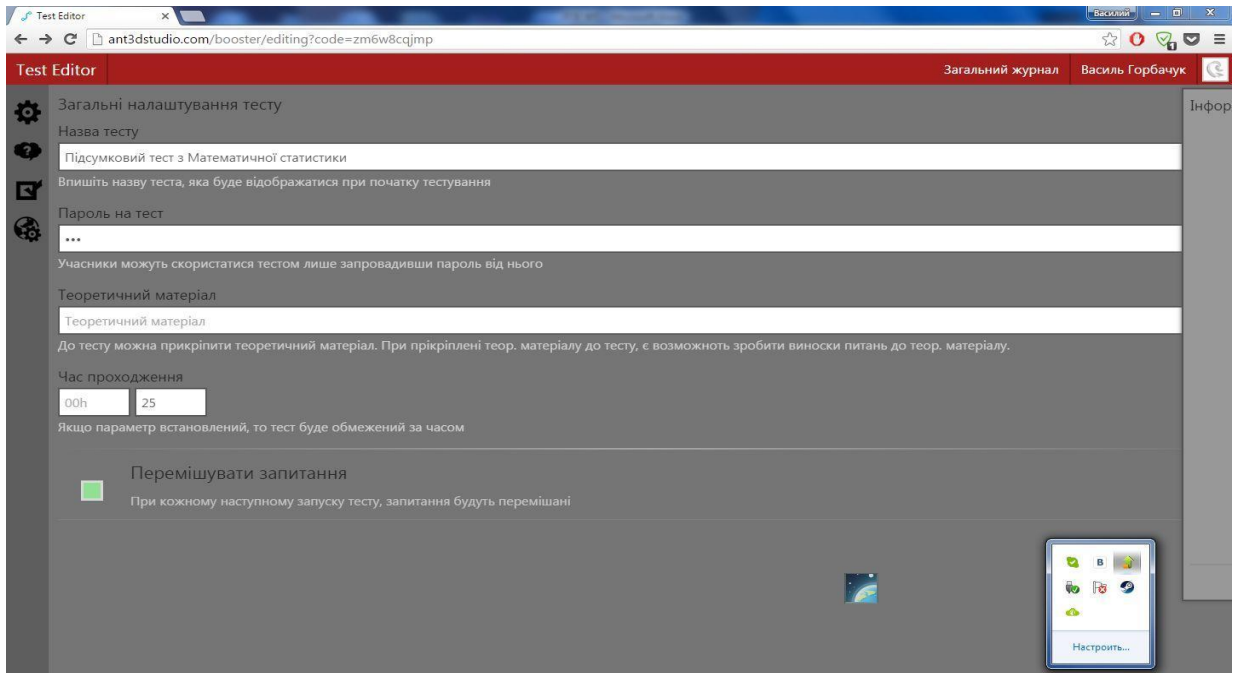


Рис. 2.26. Редагування тесту у середовищі Test Editor

На вкладці «Запитання» у правій панелі присутній список запитань, які присутні у проекті. Їх можна додавати та вилучати. При виділенні запитання із списку, воно завантажиться у відповідні поля, де можна обрати тип запитання, правильну відповідь, додати чи вилучити відповіді до нього та заповнити текст запитання чи відповіді (рис. 2.27).

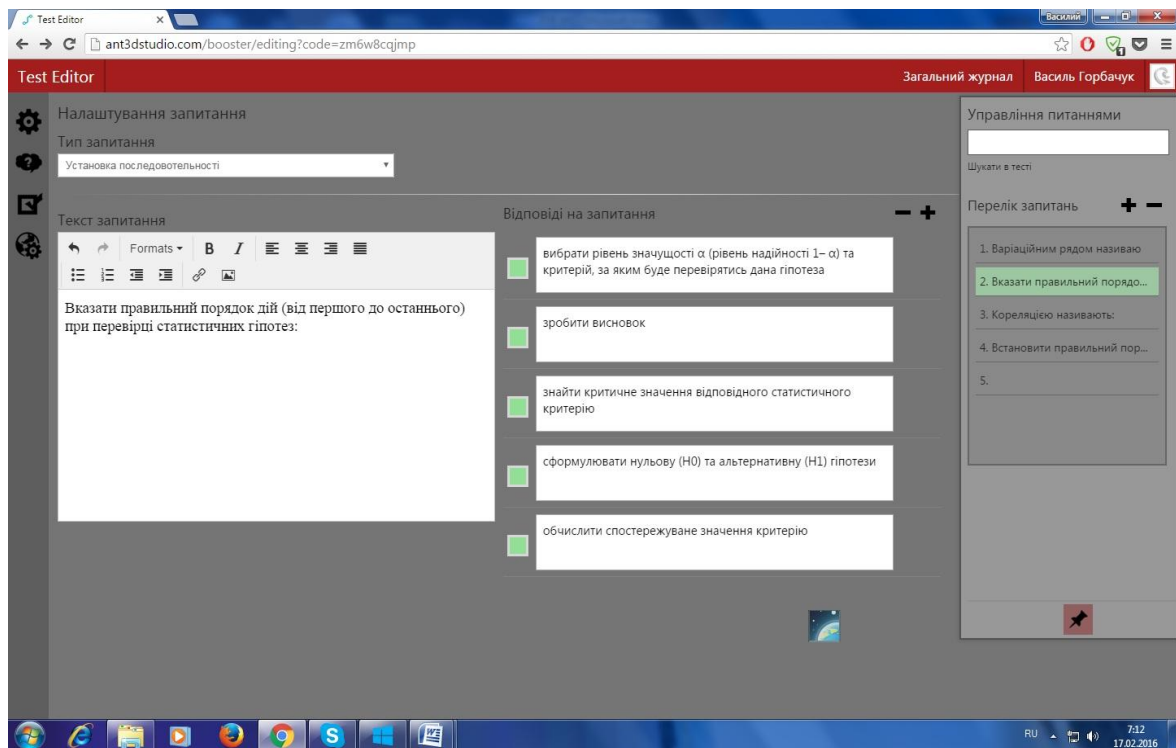


Рис. 2.27. Редагування запитань у тесті

Перейшовши на вкладку «Оцінювання», необхідно встановити максимальний бал за всі запитання. Якщо не встановлена опція «Адаптивне тестування», то потрібно вписати максимальний бал.

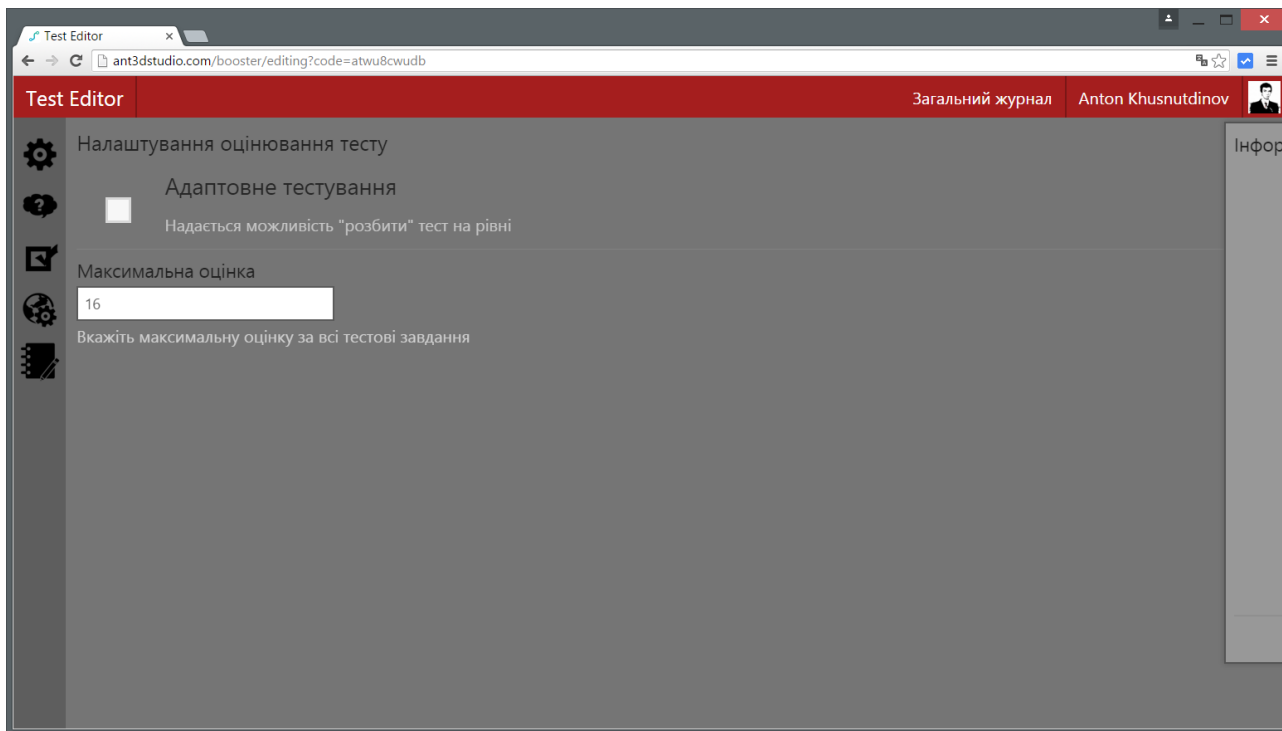


Рис. 2.28. Встановлення максимального балу

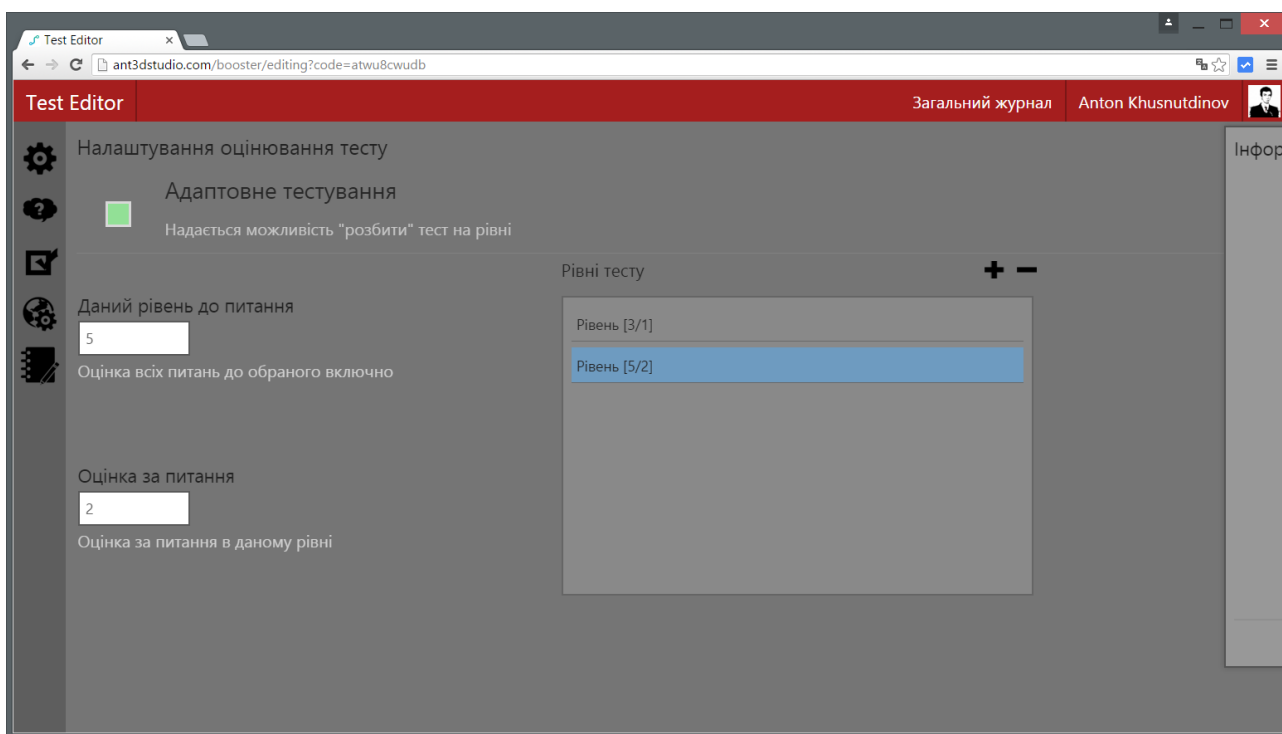


Рис. 2.29. Встановлення «рівневості» запитань

При підрахунку результатів тесту система «Booster» автоматично порахує кількість балів за одне запитання, спираючись на максимальний бал.

При встановленні параметру «Адаптивне тестування» необхідно додати рівні у тести та вказати максимальний бал за рівень. При додаванні рівнів у тест система «Test Editor» самостійно налаштовує кількість балів на наступні рівні. Після додавання їх можна редагувати (Рис. 2.27, 2.28).

На вкладці «Публікація» доступні параметри публікації як для інтернет користування, так і для локального використання тесту (окремого файлу).

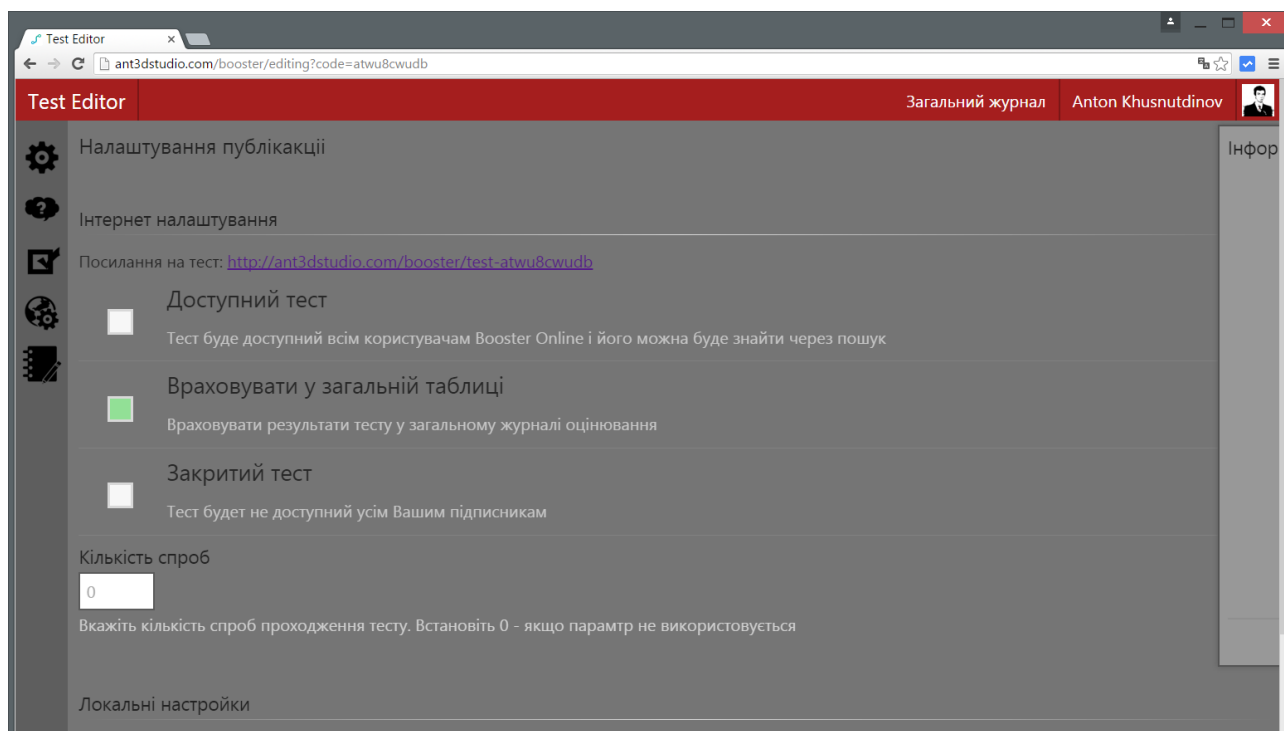


Рис. 2.30. Налаштування публікації тесту

Для інтернет публікації необхідно встановити доступ до тесту, якщо потрібно, щоб тест могли проходити усі користувачі системи «Booster», чи обмежити доступ до тесту. Так само на цій вкладці присутня опція «Закрити тест» для того, щоб обмежити використання тесту. При встановленні параметру «Враховувати у загальній таблиці» усі результати проходження тесту будуть виводитися у загальний журнал результатів. Якщо цього не потрібно, цю опцію необхідно вимкнути. За замовчуванням створені тести враховуються у таблиці (Рис. 2.30)

Схема роботи з програмою на прикладі часткового виконання підсумкового тесту з математичної статистики, текст якого наведений в повному обсязі у додатку Е.

1. Реєстрація AntID та у системі Booster (рис. 2.31, 2.31):

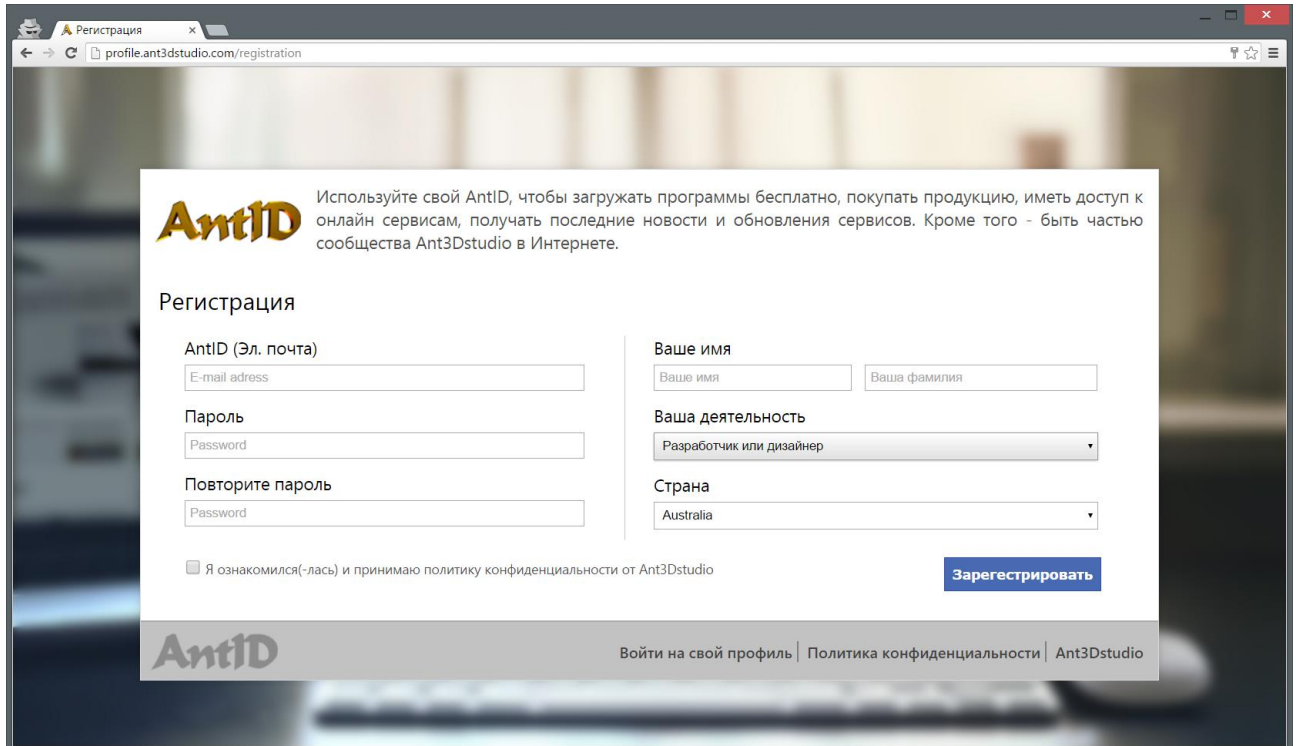


Рис. 2.31. Реєстрація AntID

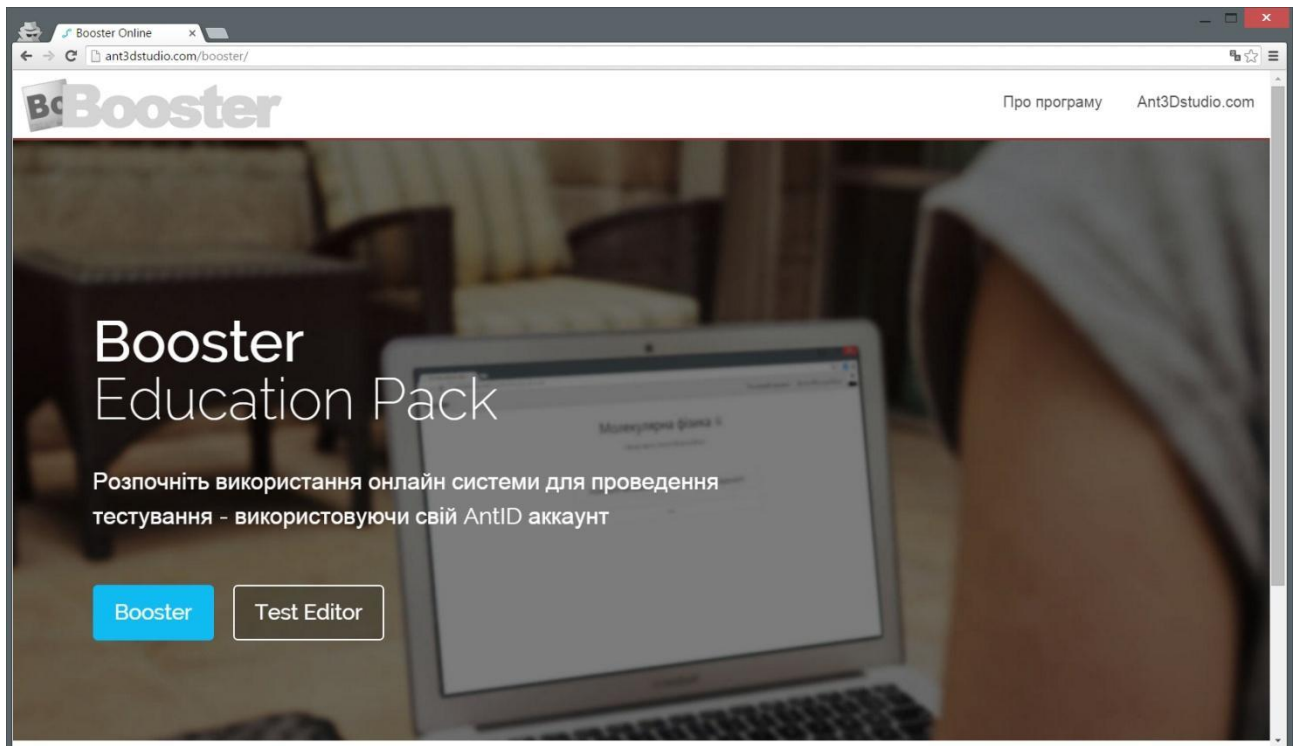


Рис. 2.32. Реєстрація у системі Booster



2. Початок роботи після авторизації — обираємо необхідний тест (рис. 2.33):

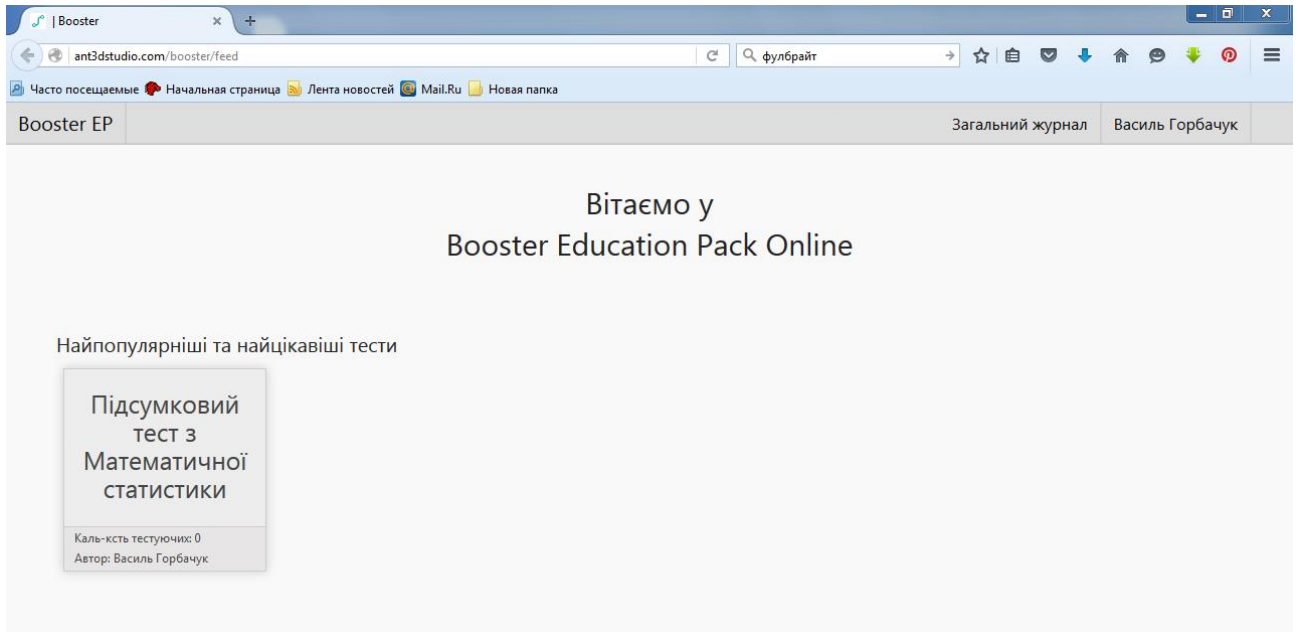


Рис. 2.33. Початок роботи після авторизації

Перед його проходженням можемо ще раз проглянути теоретичний матеріал (рис. 2.34)

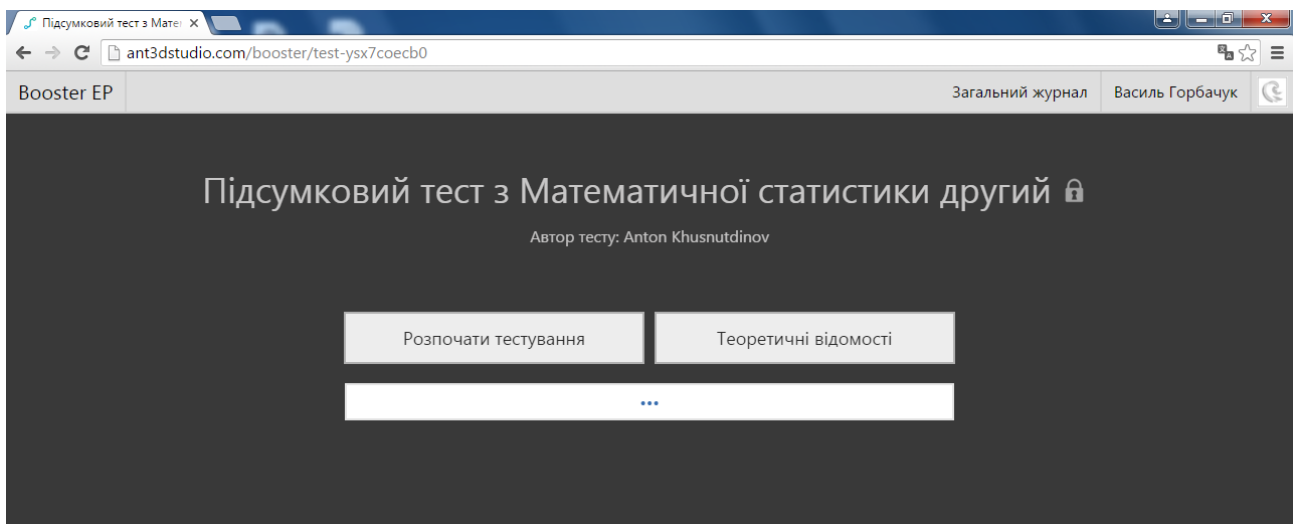


Рис. 2.34. Можливість проглянути теоретичний матеріал

3. Тестування студента: приклади тестових запитань з вказаними правильними відповідями (на 1-е запитання) — поставлена зелена відмітка у відповідному квадратику та виведенням результату в підсумкову рейтингову таблицю (рис. 2.35 — 2.40):

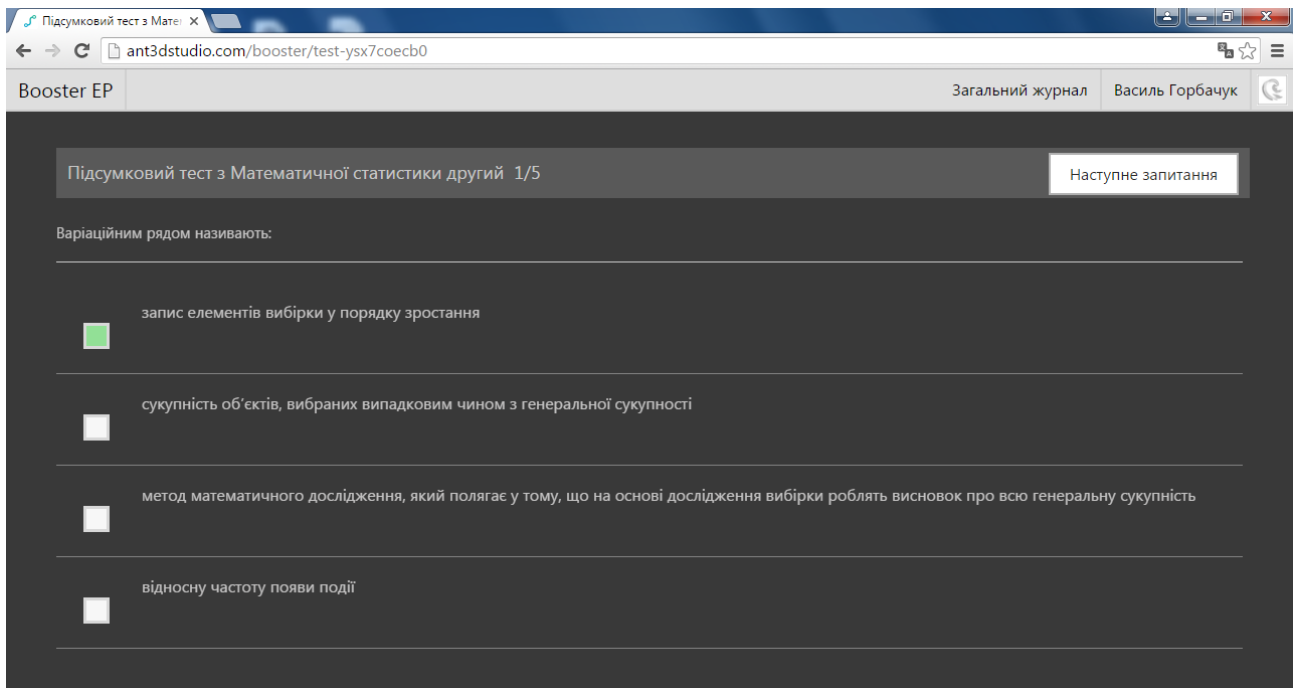


Рис. 2.35. Сторінка тестування №1

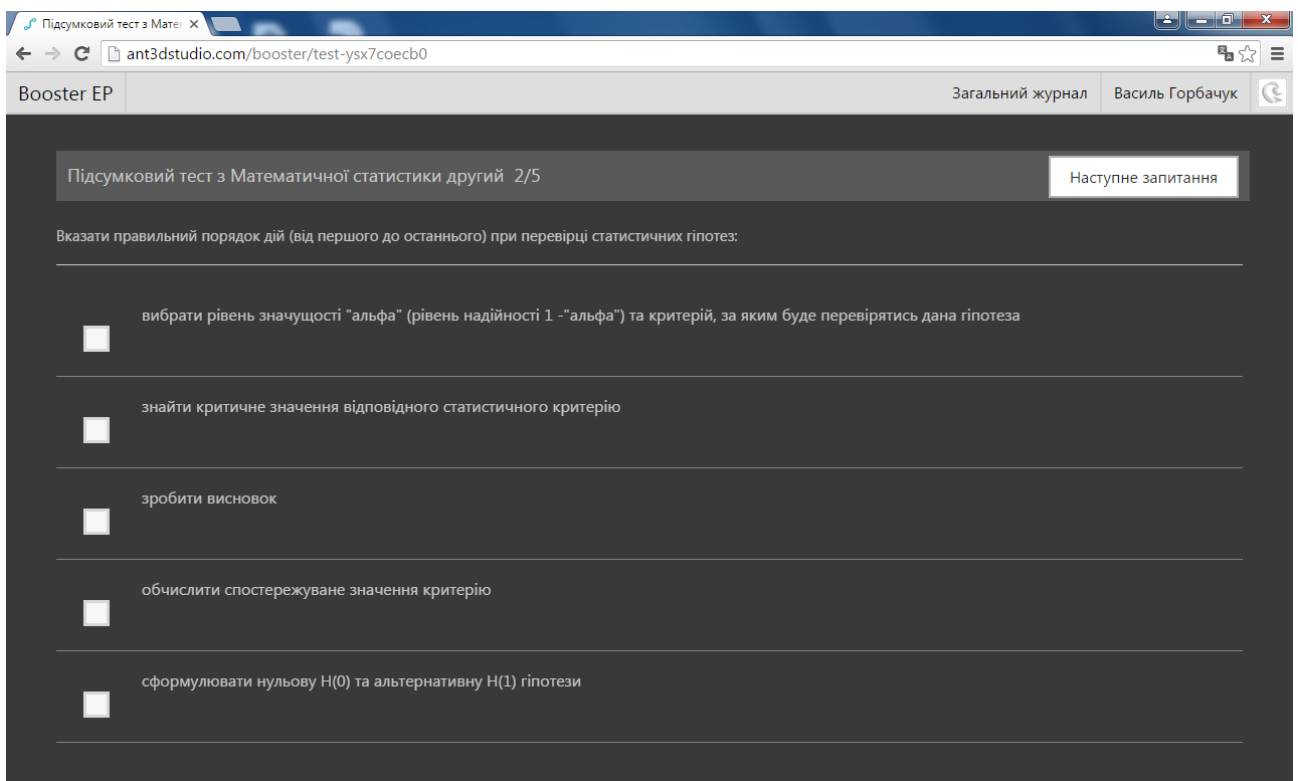


Рис. 2.36. Сторінка тестування №2

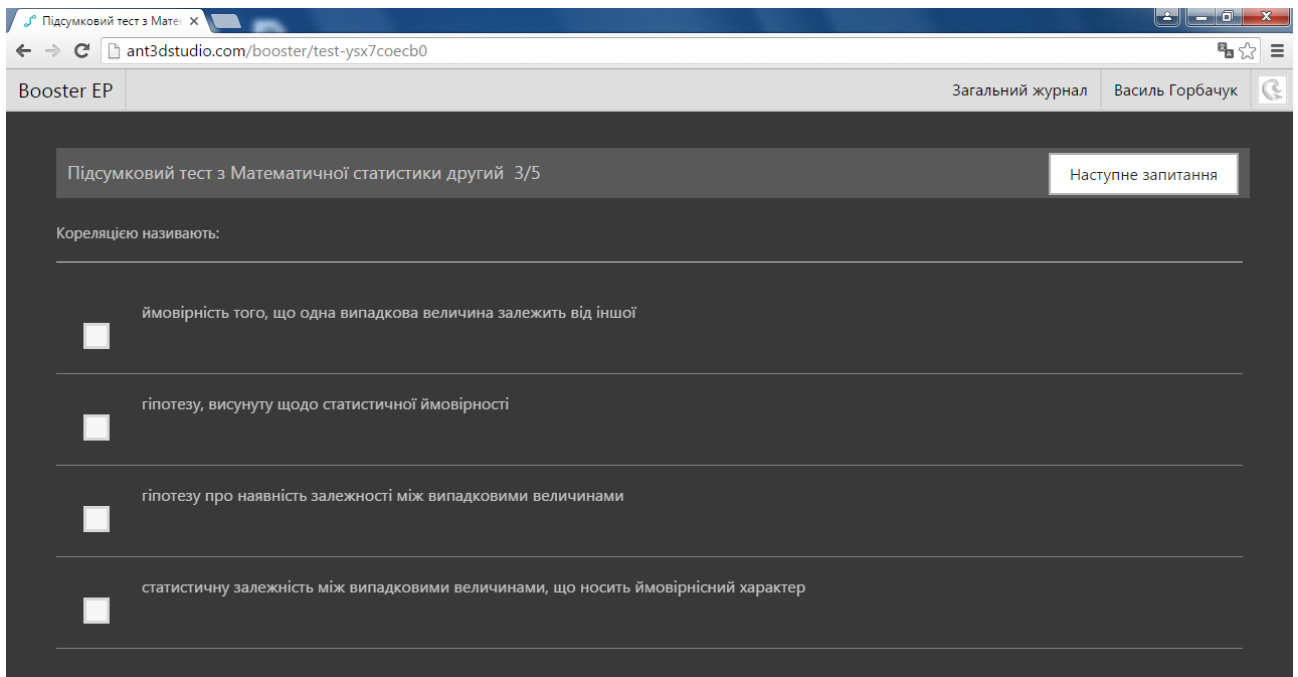


Рис. 2.37. Сторінка тестування №3

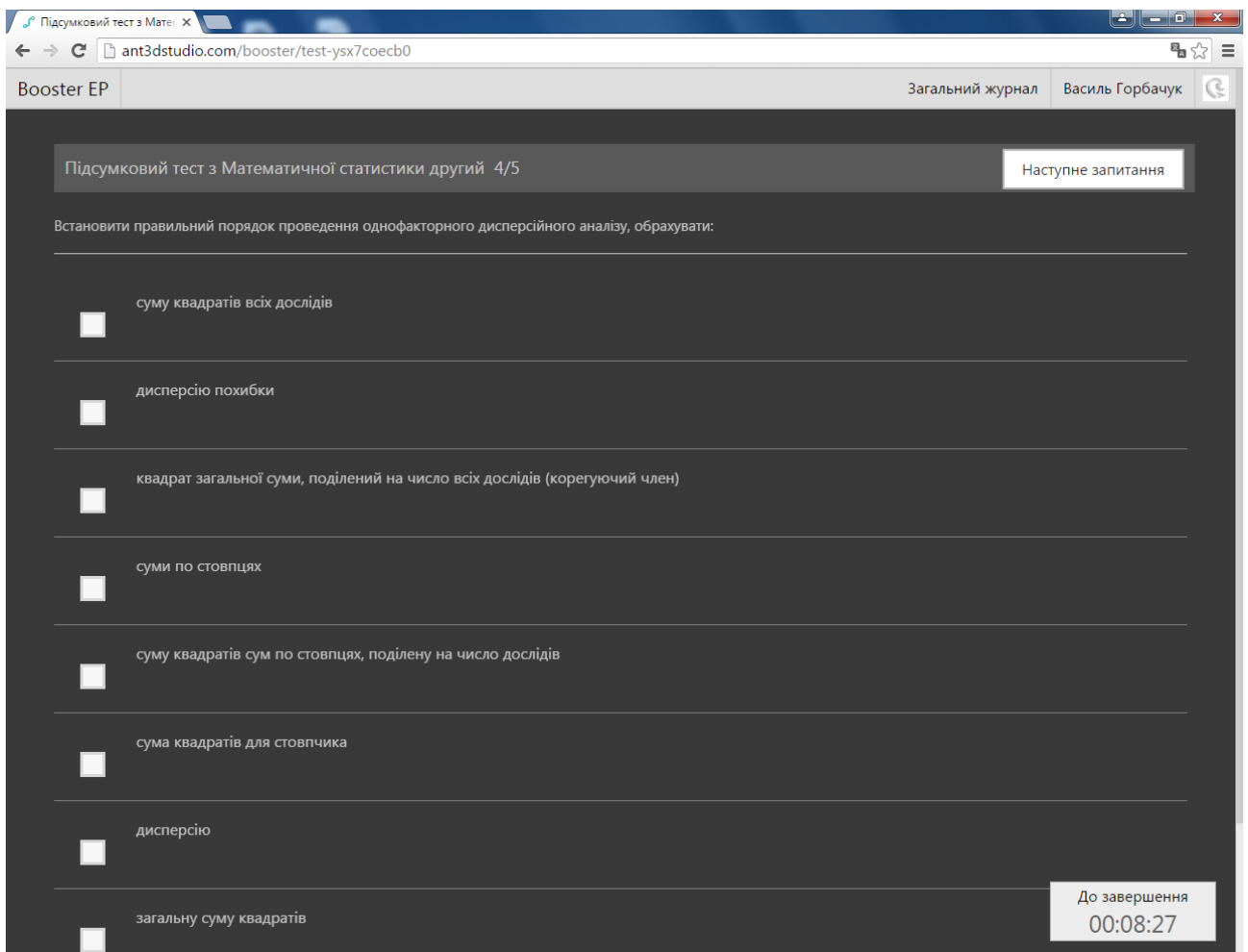


Рис. 2.38. Сторінка тестування №4

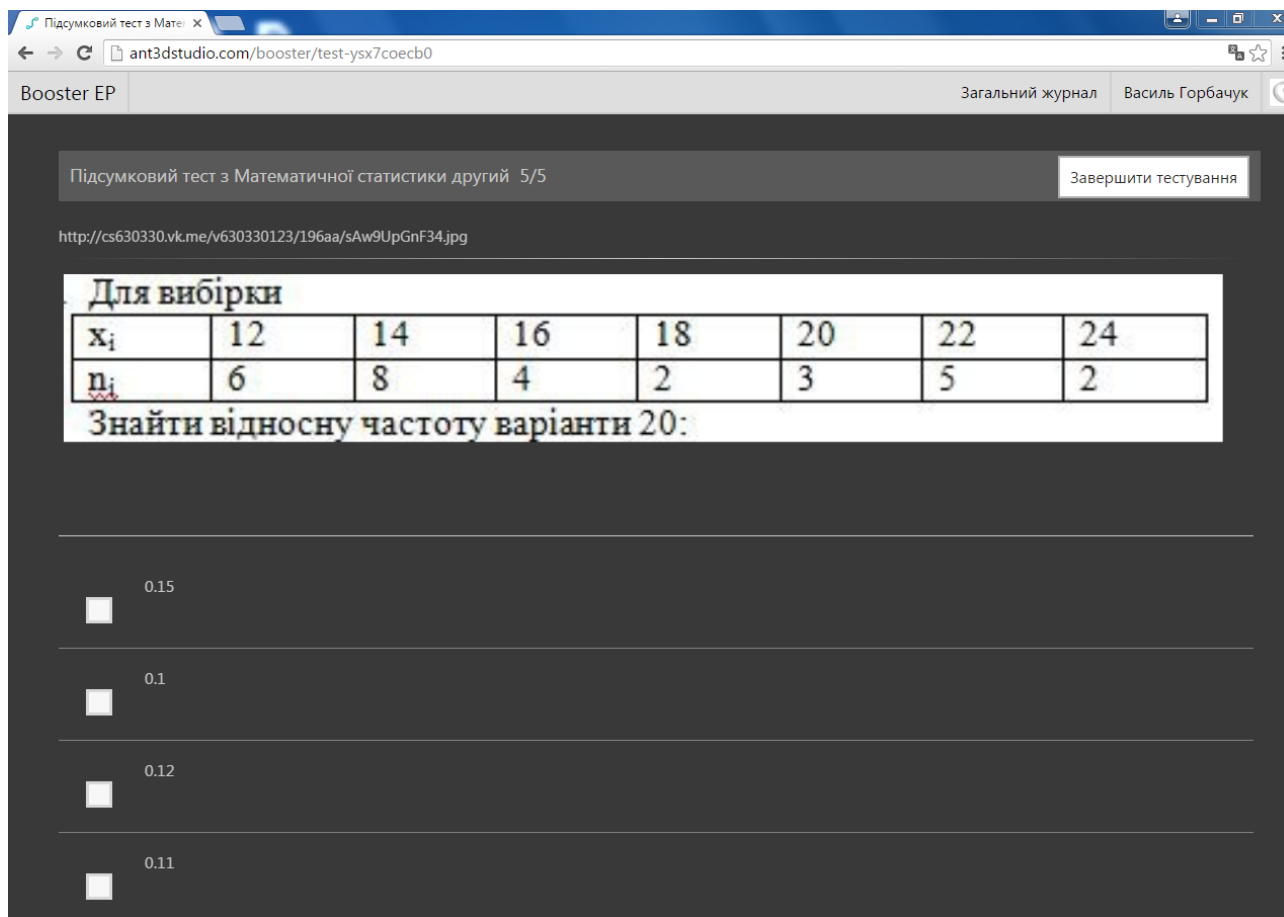


Рис. 2.39. Сторінка тестування №5

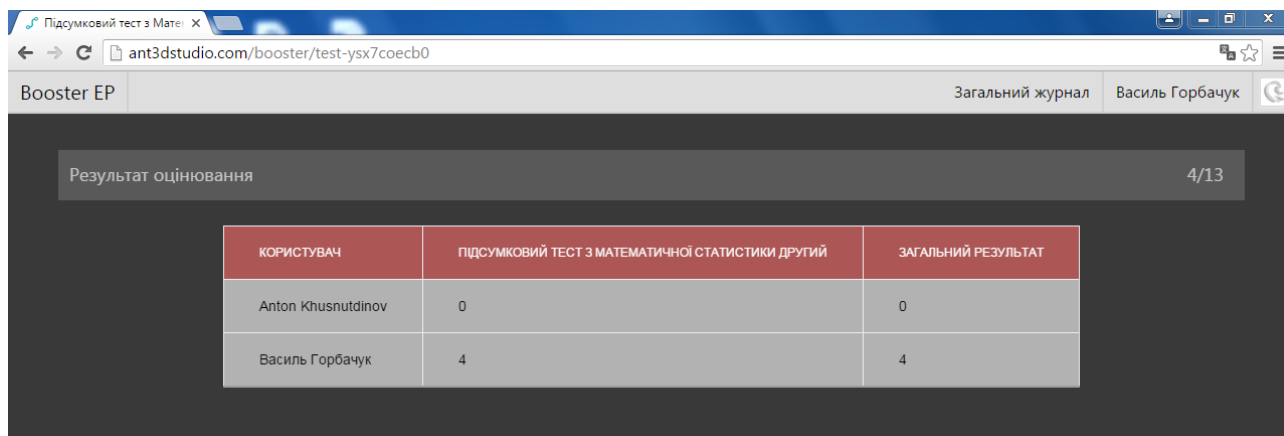


Рис. 2.40. Результати тестування

Як можна побачити в підсумковій рейтинговій таблиці: у другій колонці відображаються результати тесту, що проходили студенти, у третій — загальний рейтинг студентів за усі пройдені тести, враховуючи останній.

Більше прикладів тестових завдань можна переглянути у додатку Е.

### **2.3. Лабораторно-практичне заняття з математичної статистики**

Навчальна дисципліна «Математична статистика» у програмах багатьох ЗВО розглядається як змістовий модуль більш загальної дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика», яка у системі математичної підготовки фахівців багатьох спеціальностей займає провідне місце. Враховуючи виклики, пов'язані з глобалізаційними процесами у галузях економіки і соціальної сфери, інтеграцією в освіті і культурі, науково-технічним прогресом у галузях ІТ та інформаційній сфері, які призводять до настільки швидкого оновлення знань про природу, суспільство, людину, що протягом навчання у ЗВО вони можуть змінюватись у рази. Кожна людина стає перед необхідністю поповнювати свої знання постійно протягом життя і звикати до самостійного неперервного навчання. Звідси головним завданням сучасної освіти стає навчити людину самостійно здобувати і оновлювати професійні знання.

Час потребує переходу від принципу, де людина є лише об'єктом навчання до принципу, коли вона стає особистістю і суб'єктом освітнього процесу. Мають змінитися цілі, завдання і цінності освіти, тобто має відбутися перехід від парадигми освіта як навчання до парадигми освіта як становлення особистості, її когнітивного розвитку, тобто, за допомогою власних дій, самостійного конструювання добиватись формування всіх видів розумових процесів: сприйняття, пам'яті, уяви, логіки тощо. Розвиток особистості передбачає індивідуалізований характер освіти, що дає можливість враховувати інтелектуальний потенціал та здібності кожної людини і сприяти її саморозвитку[144]. Реалізація цього освітнього методу найбільш відповідає теоретична психолого-педагогічна модель особистісно-орієнтованого модульного проблемно-діалогічного розвиваючого навчання. Впровадження цієї моделі здійснюється шляхом розробки відповідних освітніх програм та методів організації і проведення навчальних занять. Такі програми і методи мають забезпечувати формування у студентів умінь самостійно вчитися з допомогою використання потенціалу комп'ютерних і телекомунікаційних технологій. Такі технології і програми забезпечують індивідуальне дистанційне інтернет навчання. [144]

Ефективність і результативність освітнього процесу залежить від багатьох компонентів методичної системи навчання: від цілей і змісту навчального матеріалу, методів, засобів та форм організації освітнього процесу. При цьому жоден з компонентів не може розглядатись окремо, оскільки досягти найкращого результату можна тільки створивши цілісну методичну систему навчання ефективного керування всіма її складовими.

Традиційно в сучасній методичній літературі під формою організації освітнього процесу розуміють спосіб організації, побудови й проведення навчальних занять, для реалізації змісту навчальної роботи, дидактичних завдань і методів навчання. Згідно Закону України «Про вищу освіту» [147] освітній процес в університеті здійснюється в таких формах: навчальні заняття, самостійна робота, практична підготовка, контрольні заходи. Основними видами навчальних занять є: лекція, лабораторне, практичне, семінарське, індивідуальне заняття, консультація. Закладом вищої освіти можуть бути встановлені інші види навчальних занять.

Питанням вибору найбільш ефективних форм організації освітнього процесу, методичним обґрунтуванням таких форм як лабораторні, практичні та лабораторно-практичні заняття в освітньому процесі займалися багато дослідників, зокрема Т.І. Туркот [303], В.Л. Ортинський [222], І.В. Малафійк [195], Н.П. Волкова [66] та ін. Використанню інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітньому процесі присвячені роботи таких вчених як К.Інгенкамп [155], М.І. Жалдак [137], О.І. Ляшенко [26].

Як вже зазначалось, на сьогодні у ЗВО України традиційними формами організації освітнього процесу з математичних дисциплін є лекційні і практичні заняття. Ми ж пропонуємо розглядати альтернативу класичним практичним заняттям - лабораторно-практичні заняття. Зокрема ми вважаємо, що за певних умов, другі цілком можуть замінити перші під час опанування студентами змістового модуля «Математична статистика» дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика». Фактично лабораторно-практичні заняття є певним симбіозом класичних лабораторної роботи та практичного заняття. Щоб глибше зрозуміти

різницю і зв'язок цих видів навчального заняття розглянемо, що кожна з них являє собою окремо.

Практичні заняття - вид навчального заняття, на якому педагог організовує детальний розгляд студентами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни і формує уміння і навички їх практичного застосування шляхом виконання відповідно поставлених завдань. У структурі практичного заняття домінує самостійна робота студентів, запрограмована і контрольована викладачем [231].

Правильно методично розроблені практичні заняття мають важливе виховне та практичне значення (реалізують дидактичний принцип зв'язку теорії з практикою) і орієнтовані на вирішення таких завдань:

- поглиблення, закріплення і конкретизацію знань, отриманих на лекціях чи в процесі самостійної роботи;
- формування практичних умінь і навичок, необхідних в майбутній професійній діяльності;
- розвитку умінь спостерігати та пояснювати явища, що вивчаються;
- розвитку самостійності тощо.

Лабораторні роботи - один з видів навчальної роботи студентів, яка проводиться відповідно до графіка під керівництвом викладача з використанням навчальних приладів, інструментів, матеріалів, установок та інших технічних засобів. Зміст лабораторних робіт пов'язаний з різними видами навчального експерименту (демонстраційними дослідженнями, розв'язанням експериментальних задач) та науковими спостереженнями [231]. Одна з важливих переваг лабораторних занять у порівнянні з іншими видами аудиторної навчальної роботи полягає в інтеграції теоретичних знань з практичними вміннями і навичками студента в єдиному процесі діяльності навчально-дослідницького характеру. Виконання лабораторних робіт вимагає від студента творчої ініціативи, самостійності у прийнятті рішень, глибокого знання і розуміння навчального матеріалу, надає можливості стати "відкривачем істини", позитивно впливає на розвиток пізнавальних інтересів та здібностей.

Як ми вже зазначали вище, практичні заняття за своєю дидактичною сутністю близькі до лабораторних робіт. У деяких випадках (як і в нашому) використовується

термін "лабораторно-практичні заняття" [303]. Методика підготовки і проведення лабораторно-практичних занять охоплює декілька етапів.

**Попередня підготовка до лабораторно-практичного заняття** полягає у додатковому самостійному вивченні студентами теоретичного матеріалу у відведений для цього час, ознайомлення з інструкціями для кращого розуміння завдань кожної роботи, ознайомлення з правилами техніки безпеки при роботі з приладами та небезпечними речовинами (в нашому випадку – роботі з комп'ютерами) тощо.

**Консультації студентам, що надаються викладачем і завідувачем лабораторії** для отримання вичерпної інформації, потрібної для самостійного виконання завдань.

**Попередня перевірка** стану підготовки кожного студента до виконання конкретної лабораторно-практичного заняття і отримання так званого "допуску" до її виконання.

**Самостійне виконання кожним студентом завдань** відповідно до інструкції з теми лабораторно-практичного заняття.

**Опрацювання та узагальнення** отриманих експериментально-розрахункових результатів лабораторно-практичного заняття, представлення їх у вигляді таблиць і графіків та написання індивідуального звіту з відповідними висновками щодо методів і результатів дослідження.

**Перевірка викладачем звіту та результатів роботи і оцінювання в балах на основі тестування.**

У практиці закладів вищої освіти сформувалися різні підходи до методики *проведення лабораторно-практичних занять*.

1. За місцем лабораторно-практичних занять у структурі навчальної дисципліни: послідовний або паралельний метод.

2. За організаційними особливостями: фронтальні лабораторно-практичні заняття — всі студенти виконують однакове завдання на одному обладнанні, групові заняття — студенти поділені на підгрупи і виконують різні за тематикою роботи, індивідуальні — кожен студент виконує різні за тематикою та змістом роботи [303].



**Фронтальні, групові та індивідуальні форми лабораторно-практичних занять** мають свої недоліки і переваги, які слід враховувати.

Отже, було розглянуто традиційне застосування лабораторно-практичних занять як виду навчального заняття та організації освітнього процесу в університеті. Перейдемо тепер до більш конкретного прикладу використання цього виду організації освітнього процесу при навчанні студентів дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика», перш за все, її змістового модуля «Математична статистика».

Першим і найголовнішим компонентом проведення лабораторно-практичних занять з математичної статистики є наявність спеціально оснащених комп'ютерних класів (навчальних лабораторій). Адже застосування інформаційно-комунікаційних технологій при вивченні зазначеного змістового модуля є доцільним, оскільки дозволяє здійснювати персоніфікацію навчально-виховного процесу шляхом активного використання комп'ютеризованих комплексів лабораторних робіт як специфічної форми самоорганізації власного освітнього простору студента, активізації його розвитку у процесі розв'язання завдань, професійного становлення, усвідомлення своєї унікальності.

Використання лабораторно-практичних занять як виду організації освітнього процесу дозволяє:

- активізувати функціонування процесу мислення особистості в зоні актуального та найближчого розвитку за умов спілкування на рівні студент – комп'ютер, студент – комп'ютер – викладач, студент – навчальний посібник;
- експертне рейтингове (в межах модуля) оцінювання знань студентів на звичайному, технологічному (технічному), високопродуктивному та творчому рівнях під час допуску, виконання та захисту лабораторних робіт;
- одночасну індивідуальну самостійну роботу студентів групи 12 – 15 осіб з комп'ютерною підтримкою.

Виконання лабораторно-практичної роботи включає: підготовку до виконання роботи, допуск, виконання та її захист. Тут також можна використати програмний засіб «Booster Subject Play».

Далі ми пропонуємо загальний огляд авторського навчального посібника [108], в якому розроблені лабораторно-практичні заняття для усього модуля «Математична статистика» при вивченні дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика». Даний модуль ми розділили на наступні змістові підмодулі:

1. Первинна обробка емпіричних даних.
2. Статистична оцінка параметрів розподілу.
3. Статистична перевірка статистичних гіпотез.
4. Елементи регресійного та кореляційного аналізу.
5. Елементи дисперсійного аналізу.

До кожного з цих підмодулів розроблене повноцінне лабораторно-практичне заняття:

*ЛПЗ №1. Первинна обробка емпіричних даних. Статистичні оцінки параметрів розподілу.* Включає в себе дві теми з математичної статистики: «Первинна обробка емпіричних даних» та «Статистична оцінка параметрів розподілу». Після виконання цієї роботи студенти мають навчитися: будувати гістограму і полігон частот, розраховувати числові характеристики варіаційного ряду (середні значення варіаційного ряду, моду, медіану, стандартне відхилення), точкові та інтервальні оцінки параметрів генеральної сукупності, знаходити довірчі інтервали.

*ЛПЗ №2. Статистична оцінка параметрів розподілу.* Включає в себе тему «Статистичні гіпотези та статистичні критерії». Після виконання цієї роботи студенти мають вміти перевіряти такі гіпотези:

- Гіпотеза про середнє значення нормального розподілу при відомому середньому квадратичному відхиленні.
- Гіпотеза про середнє значення нормального розподілу при невідомому середньому квадратичному відхиленні.
- Гіпотеза про дисперсію нормального розподілу.
- Гіпотеза про рівність двох середніх значень.
- Гіпотеза про рівність двох дисперсій.

*ЛПЗ №3. Статистична перевірка статистичних гіпотез.* Включає в себе тему «Статистичні гіпотези та статистичні критерії». Після виконання цієї роботи студенти мають вміти перевіряти гіпотези про тип розподілу генеральної сукупності (нормальний, рівномірний, біноміальний, експоненційний).

*ЛПЗ №4. Елементи регресійного та кореляційного аналізу.* Включає в себе дві теми «Визначення наявності та щільності взаємозв'язків між показниками. Коефіцієнт кореляції. Кореляційне відношення» та «Елементи регресійного аналізу. Лінійне рівняння регресії. Оцінка параметрів, перевірка адекватності. Нелінійні рівняння. Поняття багатовимірної вибірки». Після виконання цієї роботи студенти мають навчитись: визначати наявність та щільність взаємозв'язків між показниками, обраховувати лінійний коефіцієнт кореляції та кореляційне відношення, будувати регресійні моделі, обчислювати лінійні та узагальнені вибіркові регресійні моделі та їх параметри, перевіряти на адекватність лінійні та узагальнені вибіркові регресійні моделі.

*ЛПЗ №5. Елементи дисперсійного аналізу.* Включає в себе однойменну тему з математичної статистики. Після виконання цієї роботи студенти мають навчитись: проводити однофакторний, двохфакторний та багатофакторний аналіз зв'язних та незв'язних виборок.

Структура розроблених лабораторно-практичних робіт виглядає так:

- тема, мета, завдання;
- теоретичні відомості;
- приклад розв'язаного завдання;
- рекомендована література;
- обладнання;
- хід роботи;
- методичні рекомендації до виконання роботи;
- контрольні запитання до ЛПР;
- домашнє завдання.

Наведемо приклад лабораторно-практичного заняття з математичної статистики, яке, на нашу думку, найбільше відповідає цілям, що ставить перед собою лабораторно-практична форма навчання.

***Лабораторно-практичне заняття на тему: «Статистична перевірка статистичних гіпотез»***

*Мета:* сформулювати вміння перевіряти гіпотезу про нормальний тип розподілу генеральної сукупності, продовжити формування навичок виконувати необхідні обчислення в Excel, відображати числову інформацію графічно.

*Завдання:* сформулювати гіпотезу про нормальний тип розподілу;

- зробити необхідні розрахунки за допомогою програмного засобу MS Excel;
- оцінити отримані результати, зробити висновки щодо типу розподілу генеральної сукупності.

*Література:*

1. *Турчин В.Н.* Теория вероятностей и математическая статистика. — Д.: Изд-во Днепропетровского нац. ун-та, 2008 — 656с.

2. *Гончаренко Я.В.* Теорія ймовірностей і математична статистика://Практикум — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011. — 146 с.

3. *Гмурман В.Е.* Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. — Москва: Высшая школа, 1975. — 336 с.

4. *Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.Й.* Теория вероятностей и математическая статистика. — К.: Вища школа, 1988.— 439с.

*Обладнання:* 1) персональний комп'ютер; 2) програмний засіб MS Excel; 3) індивідуальні завдання в електронному вигляді.

**Хід роботи**

1. Сформулювати нульову ( $H_0$ ) та альтернативну ( $H_1$ ) гіпотези.
2. Вибрати рівень значущості  $\alpha$  (рівень надійності  $\gamma = 1 - \alpha$ ) та критерій, за яким буде перевірятись дана гіпотеза.
3. Увімкнути комп'ютер, запустити програмний засіб MS Excel.

4. Зробити всі необхідні розрахунки в середовищі MS Excel.
5. Обчислити спостережуване значення критерію.
6. Знайти критичне значення відповідного статистичного критерію.
7. Зробити висновок щодо типу розподілу генеральної сукупності.

### Методичні рекомендації до виконання роботи

Нехай заданий статистичний розподіл вибірки у вигляді послідовності рівновіддалених варіант та відповідних їм частот:

$x_i$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_k$
$n_i$	$n_1$	$n_2$	$\dots$	$n_k$

1. Нульова гіпотеза  $H_0$ : генеральна сукупність має нормальний розподіл.
2. В якості критерію для перевірки цієї гіпотези використовується критерій Пірсона.
3. Значення  $\chi^2_{kr}$  знайти за допомогою MS Excel «Вставка» → «Функція» → «Категорія статистичні» → СНІІNV (для Microsoft Office 2007 українська локалізація) або ХИ2ОБР (для Microsoft Office 2007 російська локалізація) при заданому рівні значущості і числі ступенів свободи  $s = k - 3$ .

4. Обчислити спостережуване значення критерію. Для цього:

4.1. Обчислити вибіркове середнє  $\underline{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i n_i}{n}$  та середнє квадратичне

відхилення  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \underline{x})^2 n_i}{n}}$ .

4.2. Визначити теоретичні частоти:  $n'_i = \frac{nh}{\sigma} \varphi(u_i)$ ,

де  $h = x_{i+1} - x_i$ ,  $\varphi(u_i)$  — диференціальна функція Лапласа,  $u_i = \frac{x_i - \underline{x}}{\sigma}$ .

4.3. Обчислити спостережуване значення критерію Пірсона

$$\chi^2_{sp} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}.$$

5. Якщо  $\chi^2_{sp} < \chi^2_{kr}$ , то немає підстав відхилити нульову гіпотезу. Якщо  $\chi^2_{sp} \geq \chi^2_{kr}$ , то нульова гіпотеза відхиляється.

6. При перевірці гіпотези запропонувати студентам самостійно змінити значення рівня значущості  $\alpha$ , що призведе до зміни  $\chi^2_{kr}$  та знайти найменше значення  $\alpha$  при якому не має підстав відхилити гіпотезу про нормальний тип розподілу генеральної сукупності.

*Зауваження.* Якщо статистичний розподіл вибірки задано у вигляді інтервального ряду, то перед перевіркою гіпотези про нормальний розподіл генеральної сукупності переходять до дискретного ряду, замінюючи інтервали їх серединами.

### **Контрольні запитання**

1. Що називають статистичною, нульовою, альтернативною гіпотезами?
2. Які види похибок виникають при перевірці статистичних гіпотез?
3. Що таке рівень значущості  $\alpha$ , рівень надійності  $\gamma$ ?
4. Що називають статистичним критерієм?
5. Які статистичні критерії Ви знаєте?
6. Що таке критична точка, критична область?
7. Які критичні області бувають? Як визначають критичні області?
8. Що називають областю прийняття гіпотези?
9. Пояснити основний принцип перевірки статистичних гіпотез.
10. Що таке потужність критерію?
11. Розподіл якої випадкової величини називається нормальним?
12. Для перевірки яких видів статистичних гіпотез використовується критерій  $\chi^2$ ?
13. Як обчислюється емпіричне значення  $\chi^2$ ?
14. Від чого залежить критичне значення  $\chi^2$ ?

### **Техніка безпеки**

Перед виконанням лабораторно-практичного заняття ознайомитися з правилами дотримання вимог охорони праці, техніки безпеки та протипожежної техніки на робочому місці.

Лабораторно-практичні заняття є ефективною формою організації освітнього процесу під час вивчення змістового модуля «Елементи математичної статистики»

курсу «Теорія ймовірностей і математична статистика», оскільки ця форма дозволяє вирішити ряд методичних і дидактичних завдань:

- 1) підвищити мотивацію навчання студентів;
- 2) розширити коло навчальних завдань та збагатити їх зміст, інтенсифікувати процес навчання використанням ІКТ;
- 3) підвищити ефективність організації самостійної роботи, контролю рівня засвоєння студентами теоретичних знань, відповідних вмінь та навичок;
- 4) реалізувати міжпредметні зв'язки [96].

Таким чином, поєднання двох важливих видів занять, таких як лабораторні і практичні, розкривають можливості не тільки кожного з них, а й цілий ряд додаткових можливостей, що базуються на технічних і програмних засобах, які дозволяють забезпечувати індивідуальне навчання, що відповідає здібностям конкретного студента з врахуванням його зацікавленості і потреб. Такі види занять забезпечують емоційно-вольову активність, що виражається у реакції на завдання, в інтенсивності роботи, зосередженість уваги студентів, бажанні до самостійності, емоційності у процесі виконання роботи та вмінні переключатись з одного виду діяльності на іншу.

## **2.4. Типізація задач математичної статистики за особливостями і роллю застосування інформаційно-комунікаційних технологій у їх розв'язанні**

Лабораторно-практичні заняття виявились надзвичайно ефективною формою організації освітнього процесу з математичної статистики. Однак, їх ефективність напряду залежить від змісту навчальних матеріалів та правильного підбору навчальних завдань. Один з інструментів, що допомагають педагогу обрати найбільш підходящі для досягнення навчальної мети завдання – це класифікації задач.

На сьогодні існує багато різних класифікацій математичних задач. Кожна з них покликана досягти певної дидактичної мети, наприклад, навчити слухачів обирати правильні засоби і методи, що потрібні для розв'язання поставлених задач. Однак автори більшості існуючих класифікацій, розподіляючи задачі по типам і видам, звертають мало уваги на місце і роль інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у цьому розподілі. Це, в першу чергу, зумовлено тим, що ці класифікації створювались ще у середині-кінці 20-го століття, коли застосування ІКТ в освітньому процесі не було поширеним. Використання ж вказаних технологій у наш час набуває все більшого, або й визначального значення. Особливо зараз, коли більшість закладів освіти переведені на дистанційне або змішане навчання в умовах світової пандемії. Тепер ІКТ грають одну з провідних ролей як у самому процесі навчання, так і в контролі набутих студентами знань, умінь і навичок. Саме тому сьогодні важливо дослідити можливості використання комп'ютерних технологій для розв'язання задач математичної статистики і на основі цього створити класифікацію, що враховуватиме не тільки математичні особливості задач та рівень їх складності, а й особливості, тип, обсяг, мету та функції застосування ІКТ в їх розв'язанні.

Проблемі класифікації та типізації задач у методичній, педагогічній та математичній літературі присвячено чимало досліджень. Зокрема, над цією тематикою працювали такі відомі вітчизняні та закордонні вчені: Г.О. Балл [40], Ю. М. Колягін [172], Л. М. Фрідман [311, 312, 313], З.І. Слєпкань [271], В.П. Беспалько [47], А. Д. Семущин [263]. У методиці навчання математики тривалий час найпоширенішою була класифікація, основою якої є характер вимоги: задачі на доведення, задачі на побудову, задачі на обчислення. Успіх цієї класифікації



забезпечувало те, що вона певним чином зумовлювала вибір способу розв'язання кожного їх типу.

Проте, з часом цілі навчання розширювались, а роль задач в реалізації цих цілей змінювалась. Почали з'являтися інші класифікації, що не відповідають “традиційній” типології, наприклад, за функціями, що задачі виконують: за дидактичними функціями; за пізнавальними функціями; за розвиваючими функціями [263, 312]. Або класифікація за величиною проблемності: відомі всі компоненти; невідомий один компонент, невідомі два компоненти, невідомі три компоненти [172]. З. І. Слєпкань поділяє задачі на окремі види за такими критеріями: в залежності від умови, кількості розв'язків та за характером даних [271]. В. П. Беспалько поділяє задачі на види в залежності від існуючих чотирьох рівнів навчальних досягнень: а) початковий рівень (елементарні задачі (вправи); б) середній рівень (алгоритмічні задачі); в) достатній рівень (напів алгоритмічні задачі) г) високий рівень (евристичні або творчі задачі) [47]. Якщо ж говорити про класифікацію задач теорії ймовірностей та математичної статистики, то, наприклад, М. І. Парчук [224] пропонує таку класифікацію: задачі на різні методи обчислення ймовірностей випадкових подій, задачі на застосування дискретних розподілів випадкових величин, задачі на застосування випадкових розподілів випадкових величин, задачі на застосування статистичних методів теорії ймовірностей. Базовим критерієм цієї класифікації є основні знання, вміння та навички, що формуються у студентів під час вивчення курсу теорії ймовірностей та математичної статистики [224].

Враховуючи все вищесказане, ми поставили собі за мету створити свою класифікацію задач, поклавши в основу класифікаційного принципу функціональні можливості та методичні особливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій.

Результатом дослідження є запропонована автором типізація задач з математичної статистики. Такий підхід було використано в авторському навчальному посібнику [96] та апробовано під час навчання курсу “Статистика” студентів 4-го курсу спеціальності “Математика” та “Середня освіта (математика)” НПУ імені М.П. Драгоманова.

Отже, особливістю розробленої типізації є те, що вона ґрунтується не тільки на специфіці задач з математичної статистики, а й відображає роль та особливості

використання інформаційно-комунікаційних технологій в розв'язанні кожного типу задач. Нами пропонується виділяти такі типи задач математичної статистики:

Таблиця 2.9.

### Типізація задач математичної статистики

Тип	Особливості	ІКТ
<b>Тестові завдання та вправи</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● класичні тести, які використовуються для допуску до ЛПР та для перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Booster Education Pack</li> <li>● Kahoot</li> <li>● Google Classroom</li> </ul>
<b>Обчислювальні задачі</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● вибіркові числові значення в ролі вихідних даних;</li> <li>● результат отримується у вигляді числових значень невідомих величин, наприклад, числових характеристик вибірки або ймовірностей;</li> <li>● як правило вихідні дані і результати обчислень мають наближений характер.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MS Excel</li> <li>● GRAN1</li> <li>● Python 3</li> <li>● R</li> </ul>
<b>Граничні задачі</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● на основі результатів, отриманих для вибірки, необхідно знайти оцінки невідомих параметрів або перевірити певні статистичні гіпотези для генеральної сукупності;</li> <li>● результати мають наближений характер і отримуються з певним рівнем надійності.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MS Excel</li> <li>● GRAN1</li> <li>● Python 3</li> <li>● R</li> </ul>
<b>Аналітичні задачі</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● визначення наявності зв'язку між випадковими величинами (кореляційний аналіз);</li> <li>● побудова рівнянь регресії;</li> <li>● встановлення однорідності вибірки та розбиття вибірки на однорідні, за певною ознакою, групи;</li> <li>● визначення відносного впливу факторів на зміну результуючого показника.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MS Excel (пакет аналізу)</li> <li>● SPSS</li> <li>● Statistica</li> <li>● Python 3</li> <li>● R</li> </ul>

<b>Ситуаційні або дослідницькі задачі</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• передбачають побудову та аналіз математичної моделі, вибір методу розв'язання;</li> <li>• часто можуть розв'язуватись різними методами, при цьому результат може залежати від вибору методу.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPSS</li> <li>• Statistica</li> <li>• Python 3</li> <li>• R</li> </ul>
---	--	---

Далі наводимо приклади задач взяті з посібника [96], які підпорядковуються описаній типізації:

● **тестові завдання:**

*Завдання 1.* Для вибірки

$x_i$	12	14	16	18	20	22	24
$n_i$	6	8	4	2	3	5	2

знайти відносну частоту варіанти 20:

- а) 0,15;
- б) 0,12;
- в) 0,1;
- г) 0,11.

*Завдання 2.* Кореляцією називають:

- а) ймовірність того, що одна випадкова величина залежить від іншої;
- б) гіпотезу, висунуту щодо статистичної ймовірності;
- в) гіпотезу про наявність залежності між випадковими величинами;
- г) статистичну залежність між випадковими величинами, що носить ймовірнісний характер.

*Завдання 3.* Вказати правильний порядок дій (від першого до останнього) при перевірці статистичних гіпотез:

- а) вибрати рівень значущості  $\alpha$  (рівень надійності  $1 - \alpha$ ) та критерій, за яким буде перевірятись дана гіпотеза;
- б) зробити висновок;
- в) знайти критичне значення відповідного статистичного критерію;
- г) сформулювати нульову ( $H_0$ ) та альтернативну ( $H_1$ ) гіпотези;
- д) обчислити спостережуване значення критерію.

- **обчислювальні задачі:**

*Завдання 4.* Дається неупорядкована вибірка об'єму  $n$ . Потрібно: 1) побудувати точковий варіаційний ряд, інтервальний варіаційний ряд, гістограму, полігон частот; 2) обчислити вибіркове середнє, дисперсію і середнє квадратичне відхилення, медіану, моду; 3) записати емпіричну функцію розподілу; 4) знайти довірчий інтервал для середнього вибіркового з  $\alpha = 0,03$ ; 5) обчислити ймовірність того, що досліджувана випадкова величина набуде значення не меншого за  $\underline{x}$ .

- **граничні задачі:**

*Завдання 5.* Дається вибірка обсягу  $n$ . Потрібно: 1) висунути гіпотезу про закон розподілу генеральної сукупності (нормальний, рівномірний, показниковий); 2) перевірити висунуту гіпотезу з заданим рівнем значущості  $\alpha = 0,1$

$x_i$	9	10	13	15	16	22	24
$n_i$	10	16	24	21	18	12	9

- **аналітичні задачі:**

*Завдання 6.* За даними вибірки визначити щільність зв'язку між заданими змінними. З заданим рівнем значущості  $\alpha = 0,05$  перевірити гіпотезу про статистичну значущість отриманого значення коефіцієнта кореляції (за критерієм Стюдента). Записати формулу залежності між ними та параметри цієї залежності (лінійне рівняння регресії).

X	45	55	65	75	85	95	105	115	125
Y	7	9	15	18	21	23	25	27	30

- **ситуаційні або дослідницькі задачі:**

*Завдання 7.* Анкетування “Викладач очима студентів” — ефект практичного заняття. При оцінюванні студентами викладача, висувається припущення про наявність ефекту практичного заняття: якщо в групі паралельно з читанням лекцій (оцінки у стовпчику 2) викладач веде практичні (лабораторні) заняття (оцінки у стовпчику 3), то його оцінка студентами буде вища.

Характеристика викладача	Оцінка	
	2	3
1		
Викладає ясно і доступно	7,9	7,9
Пояснює складні місця	8,0	8,5
Виділяє головні моменти	8,5	8,4
Слідкує за реакцією аудиторії	7,9	7,3
Вимогливий	8,7	8,9
.....	.....	.....

Перевірити ефект практичного заняття [304].

Продемонструємо розв'язання задач кожного з типів (окрім тестових завдань та вправ, які ми демонстрували в п. 2.3.) за допомогою програмних засобів MS Excel, GRAN1 та Python 3.8. Зазначимо, що для роботи з Python будемо використовувати Jupyter Notebook. Також надамо методичні рекомендації для застосування цих програмних засобів в процесі навчання математичної статистики, зокрема при розв'язанні навчальних задач прикладного характеру.

#### *Задачі обчислювального типу*

**Задача 2.5.** За даними таблиці (тис. грн.) визначити середньорічні, базисні, ланцюгові (відносні і абсолютні) темпи росту обсягів продукції. Перевірити обґрунтованість планових показників. Відобразити на графіку динаміку зростання обсягів продукції.

Вид продукції	Попередні роки				Середнє за 4 роки	План на наступний рік
	1-й	2-й	3-й	4-й		
А	380	400	400	420	400	400
Б	200	205	218	221	211	250
В	1400	1782	1988	2021	1797,75	1900
Г	3000	2700	2532	2890	2780,5	2500

#### *Розв'язання у середовищі MS Excel*

На рисунку 2.41 показано хід розв'язання задачі, тобто усі формули та залежності, що використовуються в Excel: базові темпи росту (розраховуються як

відношення показників періодів 2-4 до показників базисного періоду, яким є перший рік), ланцюгові темпи росту (відношення показників поточного періоду до попереднього), середній абсолютний приріст (сума різниць загальних показників поточного періоду до попереднього поділена на кількість періодів), та ін.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
2											
3		Вид продукції	Попередні роки				Середнє за 4 роки	План на наступний рік			
4			1-й	2-й	3-й	4-й					
5		A	380	400	400	420	400	400			
6		Б	200	205	218	221	211	220			
7		В	1400	1782	1988	2021	1797,75	1800			
8		Г	3000	2700	2532	2890	2780,5	2500			
9		Всього	=SUM(C5:C8)	=SUM(D5:D8)	=SUM(E5:E8)	=SUM(F5:F8)	=SUM(G5:G8)	=SUM(H5:H8)			
10											
11			Базові темпи росту:				Ланцюгові темпи росту:				
12			Tб(1)	Tб(2)	Tб(3)		Tл(1)	Tл(2)	Tл(3)		
13		A	=D5/C5	=E5/C5	=F5/C5		A	=D5/D5	=E5/D5	=F5/E5	
14		Б	=D6/C6	=E6/C6	=F6/C6		Б	=D6/D6	=E6/D6	=F6/E6	
15		В	=D7/C7	=E7/C7	=F7/C7		В	=D7/D7	=E7/D7	=F7/E7	
16		Г	=D8/C8	=E8/C8	=F8/C8		Г	=D8/D8	=E8/D8	=F8/E8	
17											
18			Середньорічний темп приросту виробництва:								
19		T =	=POWER(F9/C9;1/3) , тобто темп прирост								
20											
21			Темпи росту за відносними показниками (для різних типів продукції):				Середній абсолютний приріст:				
22		A	=POWER(H13*H13*H13;1/3)				T(абс)	=(D9-C9+E9-D9+F9-E9)/4			
23		Б	=POWER(H14*H14*H14;1/3)								
24		В	=POWER(H15*H15*H15;1/3)								
25		Г	=POWER(H16*H16*H16;1/3)								

Рис 2.41. Розв'язання задачі 2.5 за допомогою MS Excel

На рисунку 2.42. наведено результат роботи програми та сформульовані висновки.

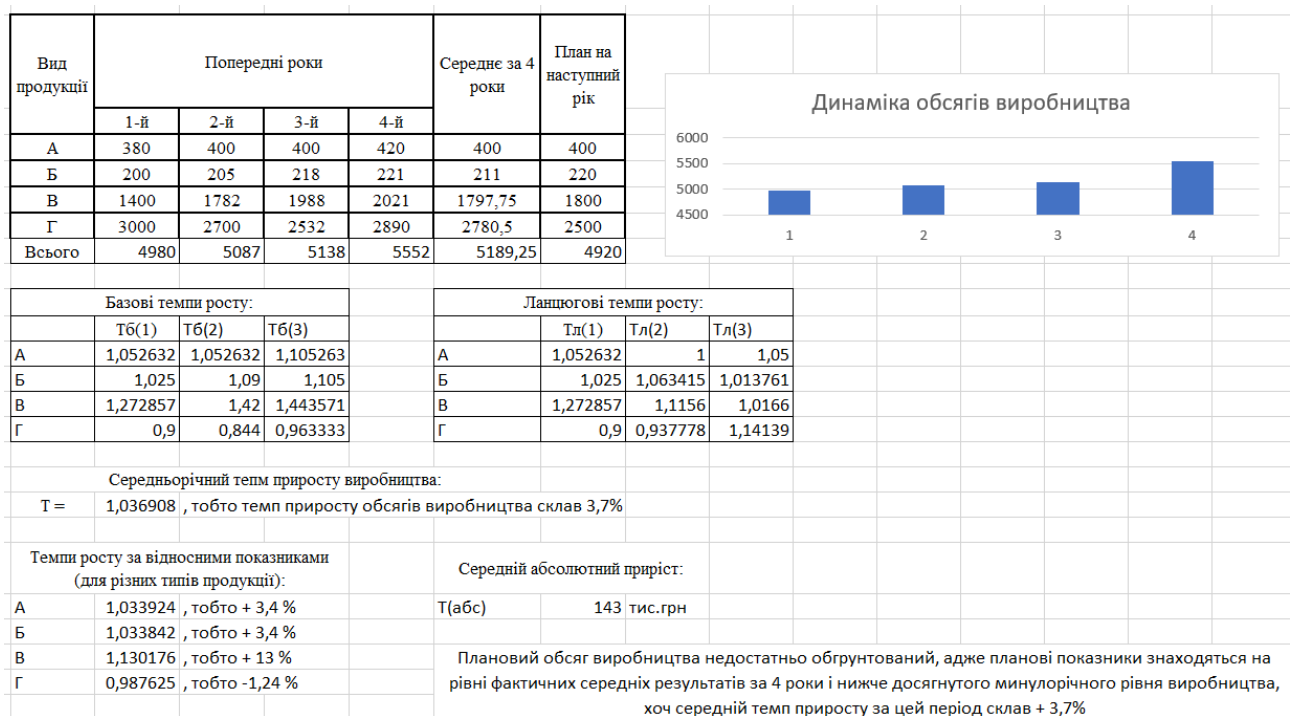


Рис 2.42. Розв'язання задачі 2.5 за допомогою MS Excel

## Розв'язання у середовищі Python

Демонструємо реалізацію за допомогою роботи з python-списками, проте можна використати бібліотеки, зокрема, pandas, що значно зменшать об'єм коду програми та пришвидшать написання програми. На рисунку 2.43 викладено результат виконання програми, а на рисунку 2.44. сам програмний код.

```
Базові темпи росту продукції А: [1.0526315789473684, 1.0526315789473684, 1.105263157894737]
Базові темпи росту продукції Б: [1.025, 1.09, 1.105]
Базові темпи росту продукції В: [1.272857142857143, 1.42, 1.4435714285714285]
Базові темпи росту продукції Г: [0.9, 0.844, 0.9633333333333334]

Ланцюгові темпи росту продукції А: [1.0526315789473684, 1.0, 1.05]
Ланцюгові темпи росту продукції Б: [1.025, 1.0634146341463415, 1.0137614678899083]
Ланцюгові темпи росту продукції В: [1.272857142857143, 1.1156004489337823, 1.016599597585513]
Ланцюгові темпи росту продукції Г: [0.9, 0.9377777777777778, 1.1413902053712481]

Темп росту за відносними показниками продукції А: 1.033923876378405
Темп росту за відносними показниками продукції Б: 1.0338418124145412
Темп росту за відносними показниками продукції В: 1.1301760314093638
Темп росту за відносними показниками продукції Г: 0.9876252756376002

Середньорічний темп приросту виробництва: 1.0369075536441184

Середній абсолютний приріст виробництва (тис.грн.): 143.0
```

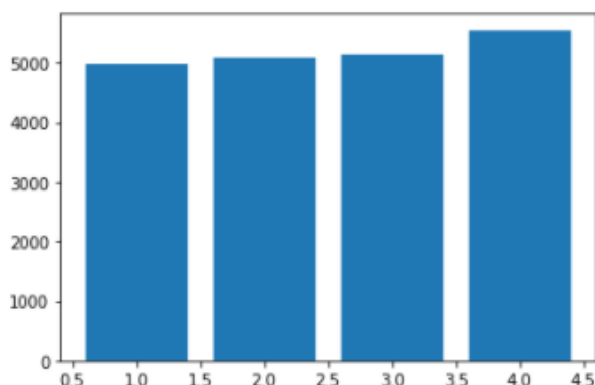


Рис 2.43. Розв'язання задачі 2.5 за допомогою Python

Для Python так само як і для Excel базові темпи росту розраховуються як відношення показників періодів 2-4 до показників базисного періоду, яким є перший рік, ланцюгові темпи росту відношення показників поточного періоду до попереднього, середній абсолютний приріст сума різниць загальних показників поточного періоду до попереднього поділена на кількість періодів.

```

import math
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

#Вхідні дані:
product_a = [380, 400, 400, 420] #Вид продукції А по роках (тис.грн.)
product_b = [200, 205, 218, 221] #Вид продукції Б по роках (тис.грн.)
product_c = [1400, 1782, 1988, 2021] #Вид продукції В по роках (тис.грн.)
product_d = [3000, 2700, 2532, 2890] #Вид продукції Г по роках (тис.грн.)

#Розв'язання:
sum_year_1 = product_a[0] + product_b[0] + product_c[0] + product_d[0] #Всього за 1-й рік
sum_year_2 = product_a[1] + product_b[1] + product_c[1] + product_d[1] #Всього за 2-й рік
sum_year_3 = product_a[2] + product_b[2] + product_c[2] + product_d[2] #Всього за 3-й рік
sum_year_4 = product_a[3] + product_b[3] + product_c[3] + product_d[3] #Всього за 4-й рік

#Базові темпи росту продукції:
print(f"Базові темпи росту продукції А: {[x/product_a[0] for x in product_a if x != product_a[0]]}")
print(f"Базові темпи росту продукції Б: {[x/product_b[0] for x in product_b if x != product_b[0]]}")
print(f"Базові темпи росту продукції В: {[x/product_c[0] for x in product_c if x != product_c[0]]}")
print(f"Базові темпи росту продукції Г: {[x/product_d[0] for x in product_d if x != product_d[0]]}\n")

#Ланцюгові темпи росту продукції:
chain_growth_rate_a = [product_a[i+1]/product_a[i] for i in range(3)]
chain_growth_rate_b = [product_b[i+1]/product_b[i] for i in range(3)]
chain_growth_rate_c = [product_c[i+1]/product_c[i] for i in range(3)]
chain_growth_rate_d = [product_d[i+1]/product_d[i] for i in range(3)]
print(f"Ланцюгові темпи росту продукції А: {chain_growth_rate_a}")
print(f"Ланцюгові темпи росту продукції Б: {chain_growth_rate_b}")
print(f"Ланцюгові темпи росту продукції В: {chain_growth_rate_c}")
print(f"Ланцюгові темпи росту продукції Г: {chain_growth_rate_d}\n")

#Темпи росту за відносними показниками (для кожного виду продукції):
print(f"Темп росту за відносними показниками продукції А: \
{math.pow(chain_growth_rate_a[0]*chain_growth_rate_a[1]*chain_growth_rate_a[2], 1/3)}")
print(f"Темп росту за відносними показниками продукції Б: \
{math.pow(chain_growth_rate_b[0]*chain_growth_rate_b[1]*chain_growth_rate_b[2], 1/3)}")
print(f"Темп росту за відносними показниками продукції В: \
{math.pow(chain_growth_rate_c[0]*chain_growth_rate_c[1]*chain_growth_rate_c[2], 1/3)}")
print(f"Темп росту за відносними показниками продукції Г: \
{math.pow(chain_growth_rate_d[0]*chain_growth_rate_d[1]*chain_growth_rate_d[2], 1/3)}\n")

#Середньорічний темп приросту виробництва:
print(f"Середньорічний темп приросту виробництва: {math.pow(sum_year_4/sum_year_1, 1/3)}\n")

#Середній абсолютний приріст виробництва:
print(f"Середній абсолютний приріст виробництва (тис.грн.): \
{(sum_year_2 - sum_year_1 + sum_year_3 - sum_year_2 + sum_year_4 - sum_year_3)/4}")

#Графік динаміки приросту виробництва:
fig, ax = plt.subplots()
y = [sum_year_1, sum_year_2, sum_year_3, sum_year_4]
x = np.arange(1, 5)
ax.bar(x, y)
plt.show()

```

Рис 2.44. Розв'язання задачі 2.5 за допомогою Python

**Задача 2.6.** Методом випадкової повторної вибірки було опитано 200 людей. У результаті опитування було встановлено, що середній вік опитаних - 30 р. при середньому квадратичному відхиленні 4 р. Визначити з ймовірністю 0,954 межі, в яких буде перебувати середній вік у генеральній сукупності.

*Розв'язання у середовищі MS Excel*

Для розв'язання використовуємо функцію ДЕВЕРИТ.Т (CONFIDENCE.T). Результат розрахунку показаний на рисунку 2.45.



	A	B	C	D	E	F	
1							
2							
3		N	Xсер	σ	α		
4		200	30	4	0,046		
5							
6		Довірчий інтервал					
7		0,567936294					
8							
9		29,43206 ≤ Xсер ≤ 30,56794					
10							

Рис 2.45. Розв’язання задачі 2.6 за допомогою MS Excel

### Розв’язання у середовищі Python

```
import math
import scipy.stats as st

n = 200 #Обсяг вибірки
mean = 30 #Середнє значення
stddev = 4 #Середнє квадратичне відхилення
alpha = 0.046 #Рівень значущості

print(f"{mean - 2*(stddev/math.sqrt(n))} <= X <= {mean + 2*(stddev/math.sqrt(n))}")
29.434314575050763 <= X <= 30.565685424949237
```

Рис 2.46. Розв’язання задачі 2.6 за допомогою Python

**Задача 2.7.** Було розраховано чистий річний прибуток  $n = 200$  домогосподарств. У таблиці подані відхилення обсягу прибутку від номінального за попередні роки після групування (тис. грн.). Знайти вибіркове середнє і незміщену оцінку дисперсії для цих відхилень. Знайти надійні межі для математичного сподівання  $\mu$  відхилення чистого річного прибутку від номіналу для генеральної сукупності з рівнем надійності 0,95.

Межі відхилення	[-200; -150)	[-150; -100)	[-100; -50)	[-50; 0)	[0; 50)	[50; 100)	[100; 150)	[150; 200)	[200; 250)	[250; 300]
Частоти	5	12	16	24	49	41	26	17	7	3

### Розв'язання у середовищі MS Excel

Для розв'язання використовуємо функцію MS Excel ДЕВЕРИТ.Т (CONFIDENCE.T). Для розрахунку середнього вибіркового та стандартного відхилення можна використати використовують функції СРЗНАЧ (AVERAGE) та СТАНДОТКЛОН (STDDEV). Проте, ці функції дають коректний результат тільки для незгрупованої вибірки. Враховуючи, що в умові задачі маємо згруповану вибірку, то правильним буде розрахувати ці показники за формулами:

вибіркоче середнє

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i n_i}{n};$$

вибіркоче середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k x_i^2 n_i}{n} - \bar{x}^2}.$$

За значення змінної  $X$  будемо брати середини інтервалів.

Результат розрахунку показаний на рисунку 2.47.

Межі відхилення	[-200; -150)	[-150; -100)	[-100; -50)	[-50; 0)	[0; 50)	[50; 100)	[100; 150)	[150; 200)	[200; 250)	[250; 300]
Частоти	5	12	16	24	49	41	26	17	7	3
N	Хсер	σ	α							
	200	43,75	95,71	0,05						
Довірчий інтервал										
13,34603632										
30,4039637			≤ α ≤		57,0960363					

Рис 2.47. Розв'язання задачі 2.7 за допомогою MS Excel

### Розв'язання у середовищі Python

Зауваження щодо розрахунку середнього вибіркового та стандартного відхилення для пакету MS Excel актуальні також і для Python. В усьому іншому розв'язок не відрізняється від задачі 2.6.

```

import math
import scipy.stats as st

data = [-175, -125, -75, -25, 25, 75, 125, 175, 225, 275] #Значення меж відхилення.За значення взято середини інтервалів
frequency = [5, 12, 16, 24, 49, 41, 26, 17, 7, 3] #Частоти відповідні межах відхилення
n = 200 #Обсяг вибірки

#Середнє значення
mean = (data[0]*frequency[0]+data[1]*frequency[1]+data[2]*frequency[2]+data[3]*frequency[3]+data[4]*frequency[4]+
data[5]*frequency[5]+data[6]*frequency[6]+data[7]*frequency[7]+data[8]*frequency[8]+data[9]*frequency[9])/n

#Дисперсія
var = ((math.pow(data[0], 2)*frequency[0]+math.pow(data[1], 2)*frequency[1]+math.pow(data[2], 2)*frequency[2]+
math.pow(data[3], 2)*frequency[3]+math.pow(data[4], 2)*frequency[4]+math.pow(data[5], 2)*frequency[5]+
math.pow(data[6], 2)*frequency[6]+math.pow(data[7], 2)*frequency[7]+math.pow(data[8], 2)*frequency[8]+
math.pow(data[9], 2)*frequency[9])/n) - math.pow(mean, 2)

#Середнє квадратичне відхилення
stddev = math.sqrt(var)

#Рівень значущості
alpha = 0.05

print(f"Середнє значення: {mean}")
print(f"Незмішена дисперсія: {var}")
print(f"Середнє квадратичне відхилення: {stddev}\n")
print(f"{mean - 1.96*(stddev/math.sqrt(n))} <= A <= {mean + 1.96*(stddev/math.sqrt(n))}")

Середнє значення: 43.75
Незмішена дисперсія: 9160.9375
Середнє квадратичне відхилення: 95.7127865021179

30.484884565146068 <= A <= 57.01511543485393

```

Рис 2.48. Розв'язання задачі 2.7 за допомогою Python

**Задача 2.8.** Проектується вибіркоче обстеження підприємств малого бізнесу в галузі інформаційно-обчислювального обслуговування ( $N = 125$ ), що має на меті визначення середньої тривалості обороту дебіторської заборгованості. За аналогічними обстеженнями в інших галузях діяльності, середня тривалість обороту становить 72 дні, квадратичний коефіцієнт варіації  $V_x = 20\%$ . Знайти мінімально необхідний та скоригований на кінцевість обсяг вибірки, за якого з імовірністю 0,954 гарантується відносна похибка вибірки розміром не більш як  $8\%$  [282].

#### *Розв'язання за допомогою MS Excel та Python*

Основними формулами для розв'язання задачі (як в середовищі MS Excel так і в середовищі Python) є:

*Мінімальний необхідний обсяг вибірки*

$$n = \frac{t^2 V_x^2}{V_\mu^2};$$

*Скоригований обсяг вибірки*

$$n' = \sqrt{\frac{n}{1 + \frac{n}{N}}}$$

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3		N	Xсер	Vx	Vμ	γ	t
4		125	72	20	8	0,954	2
5							
6		n	n'		Відповідь:		
7		25	20,83333		n = 25, n` = 21		
8							

Рис 2.49. Розв'язання задачі 2.8 за допомогою MS Excel

```

from math import pow

N = 125; Xсер = 72; Vx = 20; Vm = 8; gamma = 0.954; t = 2

n = pow(t, 2) * pow(Vx, 2) / pow(Vm, 2)
n1 = round(n / (1 + n / N))

print(f"Відповідь:\nМінімально необхідний обсяг вибірки становить: {n}\nСкоригований обсяг вибірки становить {n1}")

Відповідь:
Мінімально необхідний обсяг вибірки становить: 25.0
Скоригований обсяг вибірки становить 21

```

Рис. 2.50. Розв'язання задачі 2.8 за допомогою Python

### Методичні рекомендації

У загальному випадку, розв'язання навчальних задач обчислювального типу не вимагає обов'язкового застосування програмних засобів для допомоги в розв'язанні. Більшість навчальних задач цього типу, при достатній підготовці, можна пропонувати студентам для тестових вправ (наприклад задачі 2.6 та 2.8) або для розв'язання на дошці (задачі 2.5 та 2.7).

Однак, ми можемо рекомендувати застосовувати зазначені (або будь-які інші) програмні засоби для розв'язання таких задач у випадках:

- якщо навчальні задачі цього типу засновуються на незгрупованих вибірках великого об'єму, що значно ускладнює розв'язання цих задач без допомоги ПЗ;

- якщо метою є навчити студентів працювати з загальними та спеціалізованими ПЗ, тобто для ознайомлення з їх базовими функціями та інтерфейсом на простих задачах;

- якщо метою є навчити студентів застосовувати мови програмування типу R, Python та ін., тобто ознайомити студентів з базовим синтаксисом та основними можливостями мови програмування без застосування надбудов та сторонніх бібліотек.

### *Задачі граничного типу*

**Задача 2.9.** Очікувана прибутковість певного виду активів становить 35%.

Оцінка прибутковості 20 випадково обраних активів цього типу дала такі результати:

Прибутковість	$x_i$	34,8	34,9	35,0	35,1	35,3
Частота (кількість активів)	$n_i$	2	3	4	6	5

Чи можна вважати з рівнем значущості 0,05, що середнє значення спостережуваних прибутковостей співпадає з очікуваним? Конкуруючою гіпотезою вважати їхню нерівність.

#### *Розв'язання у середовищі MS Excel*

Розв'язок цієї задачі за допомогою пакету MS Excel уже було продемонстровано у п. 2.1.1 на стор. 108.

#### *Розв'язання у середовищі Python*

1.  $H_0: a = a_0 = 35; H_1: a \neq a_0.$
2. Критерієм для перевірки гіпотези обираємо t-критерій Стьюдента.

```

import scipy.stats as st
import math

#Дано
data = [34.8, 34.9, 35.0, 35.1, 35.3]
frequency = [2, 3, 4, 6, 5]
alpha = 0.05
gamma = 1 - alpha
a0 = 35
n = sum(frequency)
deg_freedom = len(data) - 1

#Середнє значення
mean = (data[0]*frequency[0]+data[1]*frequency[1]+data[2]*frequency[2]+data[3]*frequency[3]+data[4]*frequency[4])/n

#Дисперсія
var = ((math.pow(data[0], 2)*frequency[0]+math.pow(data[1], 2)*frequency[1]+math.pow(data[2], 2)*frequency[2]+
math.pow(data[3], 2)*frequency[3]+math.pow(data[4], 2)*frequency[4])/n - math.pow(mean, 2))

#Виправлене вибіркове стандартне відхилення
s = math.sqrt((n*var)/(n-1))

#Спостережуване значення критерію Стьюдента
T = (mean - a0)*math.sqrt(n)/s

#Критичне значення критерію Стьюдента
Tkr = st.t.ppf(gamma, deg_freedom)

#Відповідь
if abs(T) < Tkr:
    print(f"Нульова гіпотеза H: a = a0 приймається з надійністю {gamma}")
else:
    print(f"Нульова гіпотеза H: a = a0 відхиляється з надійністю {gamma} і приймається альтернативна гіпотеза H1: a != a0")

```

Нульова гіпотеза H: a = a0 приймається з надійністю 0.95

Рис 2.51. Розв’язання задачі 2.9 за допомогою Python

**Задача 2.10.** Дається вибірка обсягу  $n$ . Потрібно: 1) висунути гіпотезу про закон розподілу генеральної сукупності (нормальний, рівномірний, показниковий); 2) перевірити висунуту гіпотезу з заданим рівнем значущості  $\alpha=0,1$ :

$x_i$	9	10	13	15	16	22	24
$n_i$	10	16	24	21	18	12	9

*Розв’язання у середовищі MS Excel*

1.  $H_0$ : генеральна сукупність розподілена нормально;  $H_1$ : розподіл генеральної сукупності не є нормальним.
2. Рівень значущості  $\alpha = 0,1$  (рівень надійності  $\gamma = 0,9$ ). У якості критерію для перевірки гіпотези використовуємо критерій Пірсона.
3. Робимо всі необхідні розрахунки у MS Excel (їх наведено на рис. 2.52).

$X_i$	$N_i$	$N$	$X_{\text{ср}}$	$\sigma$
9	10	110	14,9545	4,4627
10	16			
13	24			
15	21			
16	18			
22	12			
24	9			
$\chi^2_{\text{емп}}$	$\chi^2_{\text{кр}}$			
-356,41	7,78			

$i$	$h_i$	$u_i$	$\varphi(u_i)$	$N_i$	$((N_i - N_j)^2)/N_i$
1	1	-1,3343	-0,1669	-0,3740	-287,7645
2	3	-1,1102	-0,2155	-15,9353	-64,0003
3	2	-0,4380	-0,3653	-18,0082	-97,9936
4	1	0,0102	0,3989	9,8323	12,6845
5	6	0,2343	0,3894	57,5887	27,2148
6	2	1,5787	0,1163	5,7332	6,8499
7	1	2,0269	0,0519	1,2793	46,5973

Рис 2.52. Розв'язання задачі 2.10 за допомогою MS Excel

4. Виходячи з розрахунків, показаних на рис. 2.4.12:  $\chi^2_{\text{спост}} < \chi^2_{\text{кр}}$  - нульова гіпотеза  $H_0$  приймається з рівнем надійності  $\gamma = 0,9$ .

*Розв'язання у середовищі GRAN 1*

1. У вікні «Список об'єктів» оберемо тип задання залежності «Статистична вибірка» та створимо вибірку за допомогою функції «Об'єкт → Створити».

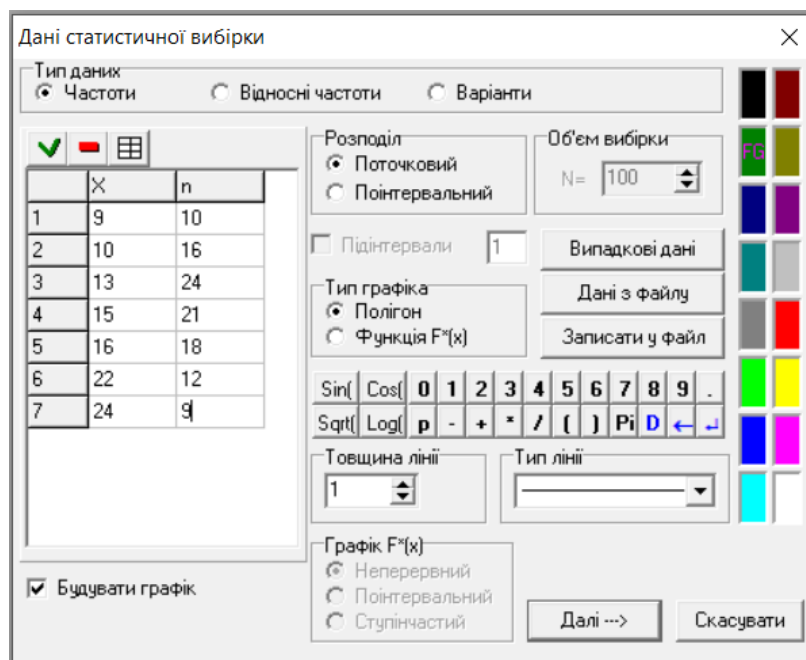


Рис. 2.53. Подання вибірових даних у середовищі GRAN 1

Натиснувши кнопку Далі, отримаємо створену вибірку, її побудований графік (рис. 2.54), та пораховані основні числові характеристики, зокрема, математичне сподівання для тестової вибірки та її середнє квадратичне відхилення.

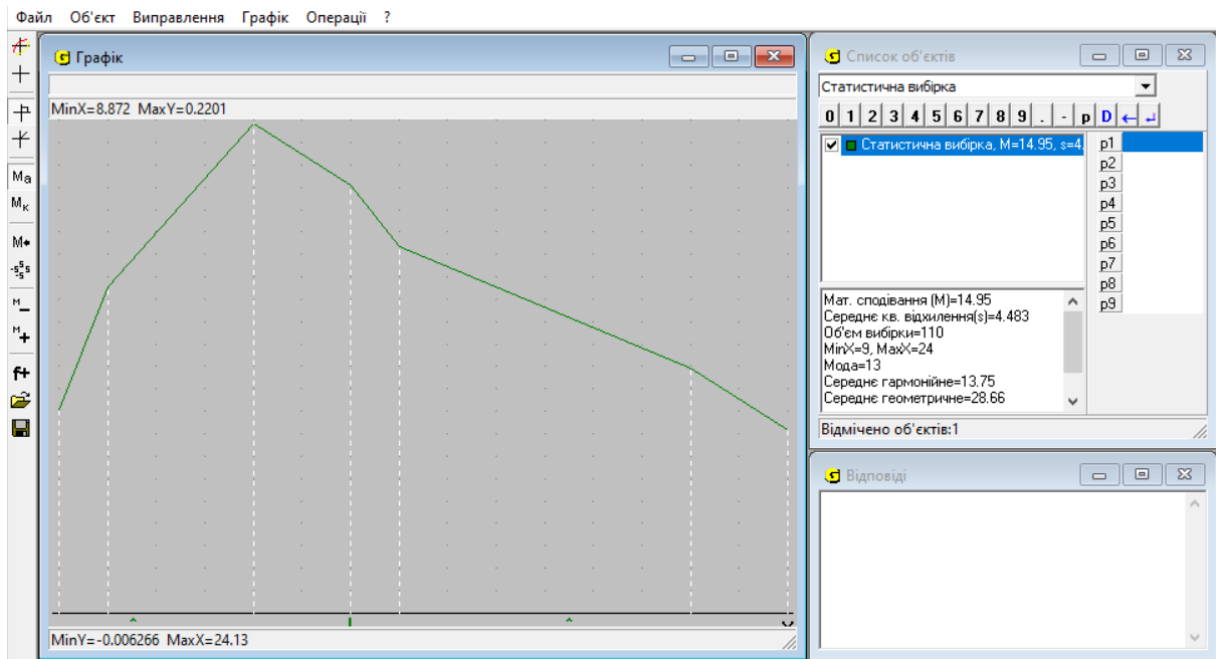


Рис. 2.54. Полігон частот для заданої вибірки та основні числові характеристики

Для визначення гіпотетичного розподілу введемо ще одну вибірку (рис. 2.55) з тими ж варіантами. Але задаватись вона вже буде за допомогою відносних частот для великих N ( $N = 10000$ ).

Дані статистичної вибірки

Тип даних  
 Частоти  
 Відносні частоти  
 Варіанти

	X	Pn*
1	9	0.09
2	10	0.15
3	13	0.22
4	15	0.2
5	16	0.16
6	22	0.1
7	24	0.08

Розподіл  
 Поточковий  
 Пойнтервальний

Об'єм вибірки  
N= 10000

Підінтервали: 1

Тип графіка  
 Полігон  
 Функція F\*(x)

Товщина лінії: 1

Тип лінії:

Графік F\*(x)  
 Неперервний  
 Пойнтервальний  
 Ступінчастий

Далі --> Скасувати

Рис 2.55. Вибіркові дані для гіпотетичного розподілу

Обравши обидві вибірки, скористаємося операцією Операції → Статистика → Критерій Пірсона. При рівні надійності  $\gamma = 0,9$  та числі ступенів свободи для нормального розподілу  $s = k - 3 = 4$ , отримаємо (рис. 2.56):



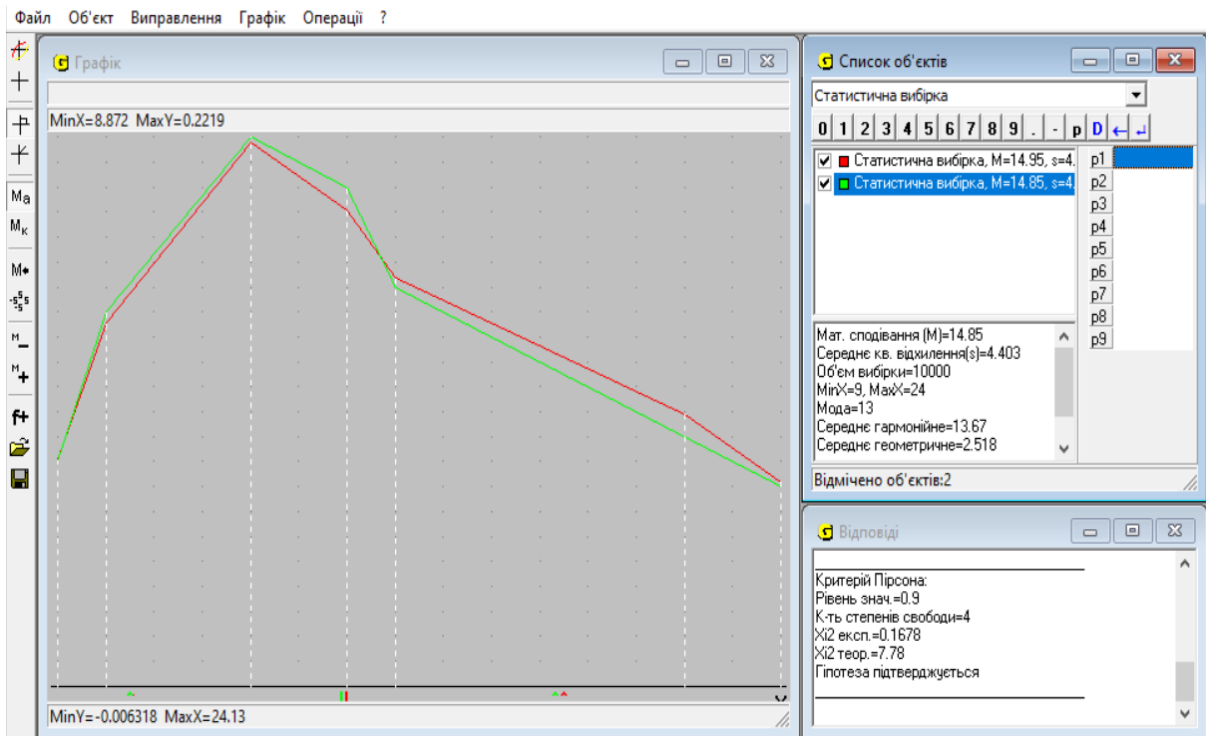


Рис. 2.56. Результати розв'язання задачі у середовищі GRAN 1

Отже,  $\chi^2_{\text{спост}} < \chi^2_{\text{кр}}$  ( $0.1678 < 7.78$ ) - нульова гіпотеза  $H_0$  приймається з рівнем надійності  $\gamma = 0,9$ .

### *Розв'язання у середовищі Python*

Розв'язання цієї задачі за допомогою Python зводиться до підбору неперервного закону розподілу (cumulative distribution function (cdf)) на основі інтегрального розподілу ймовірностей тестової вибірки. Ми пропонуємо порівняти розподіл тестової вибірки відразу з трьома основними неперервними законами розподілу: нормальним (norm.cdf), логістичним (logistic.cdf) та рівномірним (uniform.cdf). Це дасть можливість перевірити одразу три гіпотези про тип розподілу генеральної сукупності та обрати найбільш підходящий.

Підготуємо програму, що буде здійснювати порівняння вказаних законів розподілу з тестовою вибіркою (рис. 2.57):

- задамо спільні для законів розподілу параметри - математичне сподівання (mean) та середнє квадратичне відхилення (std), використовуючи рівномірний розподіл;

- задамо відомі розподіли та їх графіки, а також розподіл тестової вибірки та його графік;
- визначимо коефіцієнти кореляції Пірсона між тестовим розподілом та трьома неперервними законами розподілу;
- додатково розрахуємо показники зваженої суми квадратів відхилення для випадку, якщо знайдені коефіцієнти кореляції будуть відрізнятись незначно.[290]

Результати роботи програми наведені на рисунку (рис. 2.4.18). З них ми бачимо, що кореляція між нормальним розподілом і тестовим є найбільшою і дорівнює 0.9628. А також зважена сума квадратів відхилення нормального розподілу від розподілу тестової вибірки є найменшою і дорівнює 925.

Отже можна зробити висновок, що розподіл ймовірностей тестової вибірки є нормальним.

```

from scipy.stats import logistic, uniform, norm, pearsonr
from numpy import sqrt, pi, e
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy import genfromtxt

fig, ax = plt.subplots(1, 1)

n = 110 #обсяг вибірки
x = genfromtxt('test.csv', delimiter=',') #невпорядкована вибірка, яку беремо з файлу з розширенням .csv
x.sort() #сортування вибірки

mean = round(np.mean(x), 4) # математичне сподівання для вибірки X
std = round(np.std(x), 4) #середнє квадратичне відхилення для вибірки X

pu=uniform.cdf(x/(np.max(x)))# рівномірний неперервний розподіл
ax.plot(x,pu, lw=5, alpha=0.6, label='uniform cdf')

pn=norm.cdf(x, mean, std)#нормальний неперервний розподіл
ax.plot(x,pn, lw=5, alpha=0.6, label='norm cdf')

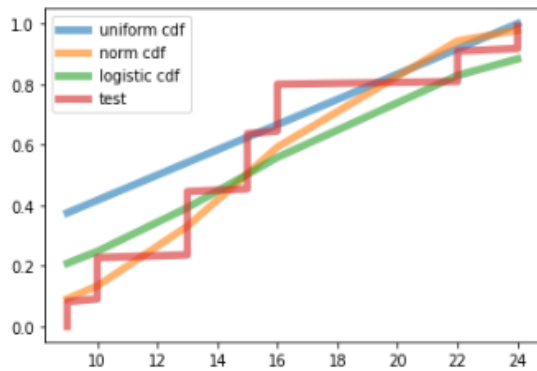
pl=logistic.cdf(x, mean, std)# логістичний неперервний розподіл
ax.plot(x,pl, lw=5, alpha=0.6, label='logistic cdf')

pt=np.arange(0,n,1)/n #тестовий розподіл вибірки X
ax.plot(x,pt, lw=5, alpha=0.6, label='test')

ax.legend(loc='best', frameon=True)
plt.show()
print(f"Математичне сподівання для вибірки X (загальне для розподілів, що порівнюються) - {mean}")
print(f"Середнє квадратичне відхилення для вибірки X(загальне для розподілів, що порівнюються) - {std}")
print(f"Кореляція між нормальним розподілом і тестовим - {round(pearsonr(pn,pt)[0],4)}")
print(f"Кореляція між логістичним розподілом і тестовим - {round(pearsonr(pl,pt)[0],4)}")
print(f"Кореляція між рівномірним розподілом і тестовим - {round(pearsonr(pu,pt)[0],4)}")
print(f"Зважена сума квадратів відхилення нормального розподілу від тесту -{round(n*sum(((pn-pt)/pn)**2))}")
print(f"Зважена сума квадратів відхилення логістичного розподілу від тесту -{round(n*sum(((pl-pt)/pl)**2))}")
print(f"Зважена сума квадратів відхилення рівномірного розподілу від тесту -{round(n*sum(((pu-pt)/pu)**2))}")

```

Рис. 2.57. Програмний код (Python 3.8) для розв'язання задачі 2.10.



Математичне сподівання для вибірки X (загальне для розподілів, що порівнюються) - 14.9545  
 Середнє квадратичне відхилення для вибірки X(загальне для розподілів, що порівнюються) - 4.4627  
 Кореляція між нормальним розподілом і тестовим - 0.9628  
 Кореляція між логістичним розподілом і тестовим - 0.9543  
 Кореляція між рівномірним розподілом і тестовим - 0.9415  
 Зважена сума квадратів відхилення нормального розподілу від тесту -925.0  
 Зважена сума квадратів відхилення логістичного розподілу від тесту -1358.0  
 Зважена сума квадратів відхилення рівномірного розподілу від тесту -2056.0

Рис. 2.58. Результати роботи програми

### *Методичні рекомендації*

Для задач граничного типу доцільно керуватись тими ж рекомендаціями, що і для задач обчислювального типу. Проте, цей тип задач дещо розширює можливості застосування ПЗ для їх розв'язання, особливо для перевірки гіпотез про тип розподілу генеральної сукупності, де вони стануть нам у нагоді, полегшивши розрахунок, наприклад теоретичних частот, порівняння одночасно декількох видів розподілів, тощо.

Тут можна більш ґрунтовно зануритись у вивчення можливостей обраного ПЗ. Тобто, наприклад, для MS Excel навчити студентів працювати зі складнішими вбудованими статистичними функціями, автоматизувати знаходження критичних значень критеріїв, які використовуються для перевірки гіпотез, тощо.

У випадку застосування Python для розв'язання задач на цьому етапі можна переходити від стандартних типів даних таких як, наприклад, списки, словники, кортежі до менш тривіальних (в розрізі самої мови програмування, а не в розрізі їх популярності в застосуванні) – масивів NumPy, Pandas Data Frame, тощо. Також вже можна залучати до розв'язання великі математичні і статистичні бібліотеки функцій, наприклад уже згаданий NumPy, SciPy, SciKitLearn тощо.

### Задачі аналітичного типу

**Задача 2.11.** В таблиці подані основні показники зовнішньоекономічної діяльності України: експорт, імпорт, ПІІ (результуючі залежні змінні -  $y$ ) та інструменти офіційної економічної дипломатії (незалежні факторні змінні -  $x$ )

Таблиця 2.10.

#### Первинні емпіричні дані по суміжних країнах за період 2009-2020 рр.

№	Країни	Експорт	Імпорт	Прямі іноземні інвестиції	Іноземні посольства	Українські посольства	Іноземні консульства	Українські консульства	Візити ін. глав держав	Візити ін. висок. рівня	Візити укр. президентів	Візити укр. висок. рівня	Угоди	Засідання СМК
		$y_1$	$y_2$	$y_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$
1.	Польща	22878,4	32876,9	8202,6	55,8	44,8	6	11	34	52	45	45	132	12
2.	Румунія	7385,7	7990,2	205,2	13,6	14,5	2	1	8	15	8	13	46	4
3.	Словаччина	7334	4895,2	954,3	8,3	14,4	4	1	12	23	8	17	98	14

Дослідити вплив політичних факторів (інструменти офіційної економічної дипломатії) на економічні фактори (показники ЗЕД України). Зробити висновки [104, 106, 107].

#### Розв'язання у середовищі MS Excel

Для розв'язання цієї задачі у середовищі MS Excel можна використати стандартну функцію КОРРЕЛ (CORREL). Але вона повертає коефіцієнт кореляції тільки для двох масивів. Це змусить нас застосовувати її багато раз для кожного з показників ЗЕД України та інструментів офіційної економічної дипломатії.

Тому більш раціональним буде використати можливості кореляційного аналізу за допомогою «Пакет аналізу».

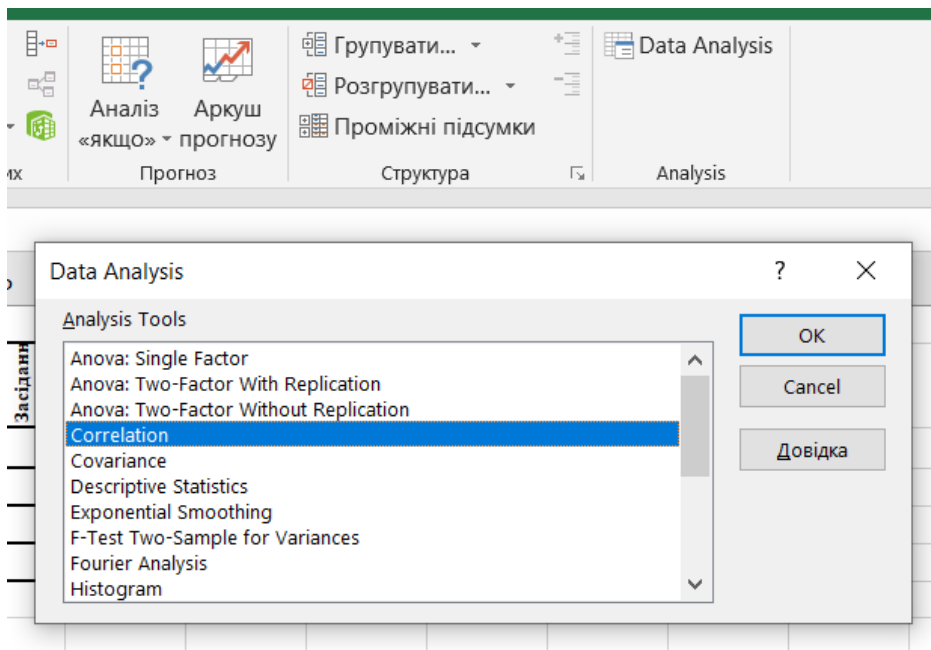


Рис 2.59. Розв'язання задачі 2.11 за допомогою MS Excel

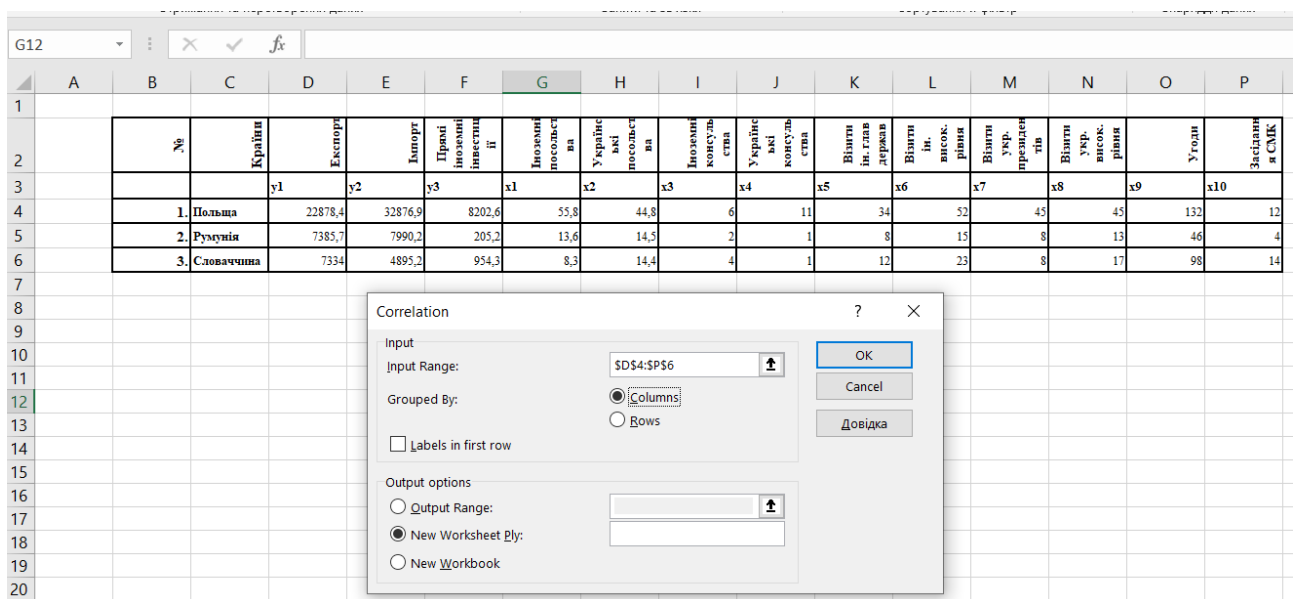


Рис 2.60. Розв'язання задачі 2.11 за допомогою MS Excel

З запропонованої «Пошуком рішень» кореляційної таблиці нас цікавить виділена область, а саме кореляційна залежність колонок 1-3 (показники ЗЕД) від колонок 4-13 (інструменти економічної дипломатії).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9	Column 10	Column 11	Column 12	Column 13
2	Column 1	1												
3	Column 2	0,995186	1											
4	Column 3	0,996149	0,982761	1										
5	Column 4	0,995094	1	0,982588	1									
6	Column 5	1	0,995182	0,996152	0,995091	1								
7	Column 6	0,864579	0,811168	0,905305	0,810622	0,864595	1							
8	Column 7	0,999996	0,994899	0,996398	0,994804	0,999996	0,866025	1						
9	Column 8	0,989327	0,970283	0,998292	0,970057	0,989332	0,928571	0,989743	1					
10	Column 9	0,978067	0,952944	0,992562	0,952661	0,978074	0,950281	0,978664	0,997979	1				
11	Column 10	0,999996	0,994899	0,996398	0,994804	0,999996	0,866025	1	0,989743	0,978664	1			
12	Column 11	0,993064	0,97676	0,999548	0,976559	0,993068	0,917663	0,993399	0,999597	0,995773	0,993399	1		
13	Column 12	0,798052	0,73515	0,847809	0,734517	0,798071	0,992778	0,799787	0,877338	0,906061	0,799787	0,863365	1	
14	Column 13	0,324599	0,230335	0,406275	0,229427	0,324629	0,755929	0,327327	0,458957	0,51449	0,327327	0,433555	0,829007	1

Рис 2.61. Розв'язання задачі 2.11 за допомогою MS Excel

Отже, зважаючи на отримані результати, можна зробити такі висновки:

- більшість отриманих коефіцієнтів кореляції знаходяться в межах від 0,75 до 1, що говорить про прямий статистично значущий зв'язок між залежними (результуючими) змінними  $y$  (показники ЗЕД України) та незалежними факторними змінними  $x$  (інструменти економічної дипломатії);
- прямий, але статистично незначущий зв'язок ми можемо спостерігати тільки між основними показниками ЗЕД України (експорт, імпорт, ПП) та останнім факторним показником (засідання спільних міжурядових комісій).

Залежно від рівня підготовки студентів, аналітичну складову задачі можна розширити і попросити студентів розрахувати значущість отриманих коефіцієнтів кореляції за критерієм Стьюдента та рівня надійності з яким ми зможемо прийняти гіпотезу про наявність зв'язку між змінними. Все це також можна зробити за допомогою пакету «Пакет аналізу» в MS Excel (табл.2.11).

Таблиця 2.11.

### Розв'язання задачі за допомогою «Пакету аналізу» у MS Excel

	Коефіцієнти кореляції			Значущість за критерієм Стьюдента			Значущість $t$ -відношення (ймовірність, з якою можна прийняти гіпотезу про наявність зв'язку)		
	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$t_{emp}$					
$y$	1	1	1	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$x_1$	0,995094	1	0,982588	131,1177	19753,63	68,85357	1	1	1
$x_2$	1	0,995182	0,996152	16545,74	130,9475	149,049	1	1	1

x3	0,864579	0,811168	0,905305	22,36738	18,03169	27,70722	1	1	1
x4	0,999996	0,994899	0,996398	4505,815	128,2089	152,7532	1	1	1
x5	0,989327	0,970283	0,998292	88,26481	52,12836	222,1683	1	1	1
x6	0,978067	0,952944	0,992562	61,04441	40,86579	105,9931	1	1	1
x7	0,999996	0,994899	0,996398	4505,815	128,2089	152,7532	1	1	1
x8	0,993064	0,97676	0,999548	109,8023	59,24271	432,3253	1	1	1
x9	0,798052	0,73515	0,847809	17,21682	14,09779	20,78348	1	1	1
x10	0,324599	0,230335	0,406275	4,461366	3,077088	5,780096	0,999359	0,991172	0,999936

### Розв'язання у середовищі Python

Існує дуже багато способів подання вхідних даних для python-програми, проте для максимальної зручності розв'язку задачі пропонуємо подати їх у вигляді файлу з розширенням “.csv”.

```
Експорт;Імпорт;Прямі іноземні інвестиції;Іноземні посольства;Українські посольства;
22878,4;32876,9;8202,6;55,8;44,8;6;11;34;52;45;45;132;12
7385,7;7990,2;205,2;13,6;14,5;2;1;8;15;8;13;46;4
7334;4895,2;954,3;8,3;14,4;4;1;12;23;8;17;98;14
```

Рис 2.62. Представлення вибірових даних у вигляді .csv файлу

```
import pandas as pd
import seaborn as sb

df = pd.read_csv("data.csv", sep=';') #Зчитуємо вхідні файли з файлу і записуємо у Data Frame

correlation_table = pd.DataFrame() #Створимо пустий Pandas Data Frame для запису кореляційної таблиці
correlation_table = df.corr(method='pearson') #Обчислюємо коефіцієнти кореляції Пірсона для вхідних даних
sb.heatmap(correlation_table) #Будуємо "теплову мапу" значень отриманих коефіцієнтів кореляції для вхідних даних
```

Рис 2.63. Розв'язання задачі 2.11 за допомогою Python

Після виконання коду отримаємо кореляційну матрицю, яка буде симетричною відносно головної діагоналі (кореляція значень між самими собою буде завжди рівна 1). Також побудуємо «теплову мапу» розподілу коефіцієнтів кореляції для більшої наочності результатів кореляційного аналізу.



	Експорт	Імпорт	Прямі іноземні інвестиції	Іноземні посольства	Українські посольства	Іноземні консульства	Українські консульства	Візити ін. глав держав	Візити ін. висок. рівня	Візити укр. президентів	Візити укр. висок. рівня	Угоди	Засідання СМК
Експорт	1.000000	0.995186	0.996149	0.995094	1.000000	0.864579	0.999996	0.989327	0.978067	0.999996	0.993064	0.798052	0.324599
Імпорт	0.995186	1.000000	0.982761	1.000000	0.995182	0.811168	0.994899	0.970283	0.952944	0.994899	0.976760	0.735150	0.230335
Прямі іноземні інвестиції	0.996149	0.982761	1.000000	0.982588	0.996152	0.905305	0.996398	0.998292	0.992562	0.996398	0.999548	0.847809	0.406275
Іноземні посольства	0.995094	1.000000	0.982588	1.000000	0.995091	0.810622	0.994804	0.970057	0.952661	0.994804	0.976559	0.734517	0.229427
Українські посольства	1.000000	0.995182	0.996152	0.995091	1.000000	0.864595	0.999996	0.989332	0.978074	0.999996	0.993068	0.798071	0.324629
Іноземні консульства	0.864579	0.811168	0.905305	0.810622	0.864595	1.000000	0.866025	0.928571	0.950281	0.866025	0.917663	0.992778	0.755929
Українські консульства	0.999996	0.994899	0.996398	0.994804	0.999996	0.866025	1.000000	0.989743	0.978664	1.000000	0.993399	0.799787	0.327327
Візити ін. глав держав	0.989327	0.970283	0.998292	0.970057	0.989332	0.928571	0.989743	1.000000	0.997979	0.989743	0.999597	0.877338	0.458957
Візити ін. висок. рівня	0.978067	0.952944	0.992562	0.952661	0.978074	0.950281	0.978664	0.997979	1.000000	0.978664	0.995773	0.906061	0.514490
Візити укр. президентів	0.999996	0.994899	0.996398	0.994804	0.999996	0.866025	1.000000	0.989743	0.978664	1.000000	0.993399	0.799787	0.327327
Візити укр. висок. рівня	0.993064	0.976760	0.999548	0.976559	0.993068	0.917663	0.993399	0.999597	0.995773	0.993399	1.000000	0.863365	0.433555
Угоди	0.798052	0.735150	0.847809	0.734517	0.798071	0.992778	0.799787	0.877338	0.906061	0.799787	0.863365	1.000000	0.829007
Засідання СМК	0.324599	0.230335	0.406275	0.229427	0.324629	0.755929	0.327327	0.458957	0.514490	0.327327	0.433555	0.829007	1.000000

Рис 2.64. Розв'язання задачі 2.11 за допомогою Python

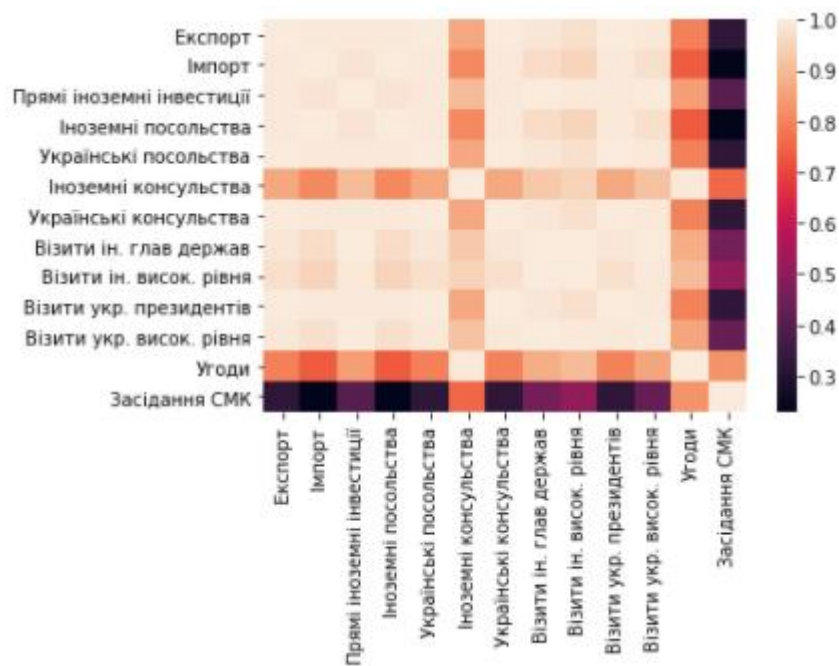


Рис 2.65. Теплова мапа результатів кореляційного аналізу

Висновки ті ж самі, що і при розв'язанні задачі за допомогою MS Excel.

### Методичні рекомендації

Використання різного рівня ПЗ для розв'язання задач аналітичного та дослідницького типів вже є не опціональним, а необхідним. Для цих типів задач



вказані програмні засоби виступають не тільки і не стільки в ролі умовного «калькулятора» (тобто для полегшення обрахунків), а більше як інструмент для проведення досліджень та глибинного аналізу статистичних показників. Використання таких ПЗ як MS Excel, Statistica, мови програмування R, Python сприятиме кращому розумінню студентами статистичних методів і моделей, допоможе обрати правильний підхід до розв'язання задач, а також надасть значний перелік інструментів для візуалізації та формування статистичних звітів.

### *Задачі дослідницького типу*

**Задача 2.12.** Для прогнозування курсу деякої місцевої валюти фінансовий менеджер протягом року вивчає її курс відносно долару США, а потім робить статистичний аналіз. Розв'язати цю задачу при умові, що середньомісячний курс валюти задається у таблиці.

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
3,78	2,53	2,81	3,58	3,86	2,07

Спрогнозувати курс валюти на лютий наступного року. Обрати рівень надійності та обчислити межі довірчого інтервалу.

**Задача 2.13.** Перевірити обґрунтованість планових показників. (В тексті дати методичні рекомендації до задачі (для якої теми).

Вид продукції	Попередні роки				Середнє за 4 роки	План на наступний рік
	1-й	2-й	3-й	4-й		
А	380	400	400	420	400	400
Б	200	205	218	221	211	250
В	1400	1782	1988	2021	1797,75	1900
Г	3000	2700	2532	2890	2780,5	2500

**Задача 2.14.** Припустимо, що вага немовлят при народженні розподілена нормально, середня вага новонароджених 7 фунтів і має відхилення 1 фунт. Один з акушерів підозрюється в тому, що він давав вагітним жінкам погані поради щодо діти, які могли спричинити те, що немовлята народжувались в середньому на 1 фунт легші (але все одно їх вага мала однакове відхилення).

Ви спостерігаєте вагу 10 немовлят, народження яких цей акушер супроводжував. Їх середня вага становить 6,2 фунтів. Перевірити, чи справді акушер давав хибні поради [20].

Наведемо приклад розв'язання цієї задачі.

### *Розв'язання*

Зазначимо, що дослідницький характер задачі не в останню чергу полягає в тому, що студентам потрібно обрати спосіб розв'язання, який не заданий умовою явно, а також рівень надійності. Задачу 3 можна розв'язати декількома способами, зокрема за допомогою знаходження довірчого інтервалу для середнього, або перевіряючи гіпотезу про рівність середнього вибіркового гіпотетичному генеральному середньому, при відомій генеральній дисперсії. Продемонструємо розв'язання задачі обома способами: першим у MS Excel, другим у Python і оберемо для цього рівень значущості  $\alpha = 0,05$ .

### *Розв'язання у середовищі MS Excel*

<u>N</u>	<u>Xсер</u>	$\sigma$	$\alpha$
10	7	1	0,05
Довірчий інтервал			
0,715356905970665			
6,284643 ≤ <u>Xсер</u> ≤ 7,715357			

Рис 2.66. Розв'язання задачі 2.14 за допомогою MS Excel

Як бачимо середня вага 10 немовлят яких ми спостерігали (6,2 фунти) не потрапляє в межі довірчого інтервалу для середнього нормально розподіленої генеральної сукупності, а отже ми робимо висновок, що акушер давав вагітним жінкам погані поради, щодо дієти.

### *Розв'язання у середовищі Python*

1.  $H_0: a = a_0 = 7; H_1: a \neq a_0.$
2. Критерієм для перевірки гіпотези обираємо нормальний розподіл.

```

import math

#Дано
alpha = 0.05
gamma = 1 - alpha
mean = 6.2
stddev = 1
a0 = 7
n = 10

#Спостережуване значення критерію
U = (mean - a0)*math.sqrt(n)/stddev

#Критичне значення критерію.
Ukr = 1.96

#Відповідь
if abs(U) < Ukr:
    print(f"Нульова гіпотеза H: a = a0 приймається з надійністю {gamma}")
else:
    print(f"Нульова гіпотеза H: a = a0 відхиляється з надійністю {gamma} і приймається альтернативна гіпотеза H1: a != a0")

```

Нульова гіпотеза H: a = a0 відхиляється з надійністю 0.95 і приймається альтернативна гіпотеза H1: a != a0

Рис. 2.67. Розв’язання задачі 2.14 за допомогою Python

Враховуючи, що гіпотеза про рівність середніх відхилена з надійністю 0,95, то ми робимо такий самий висновок як і для розв’язку задачі першим способом.

Запропонована автором типізація дає можливість повноцінно інтегрувати інформаційно-комунікаційні технології у освітній процес математичної статистики та навчити студентів застосовувати зазначені технології для розв’язання задач математичної статистики. Також вона дає можливість:

- встановити більш тісні зв’язки між теоретичними основами дисципліни та її практичним застосуванням:
  - охоплює всю математичну основу курсу;
  - дозволяє продемонструвати практичні аспекти при формулюванні задач статистики, надаючи їм економічного змісту;
  - дає можливість застосувати найсучасніші та найпередовіші інструменти та програмні засоби (Statistica, Python, R) при розв’язанні задач.

Це дає змогу забезпечити комплексну теоретичну і прикладну освіту студентів математиків, сформувати у студентів комплексні міжпредметні та професійно-орієнтовані компетентності, реалізувати методи проблемного та ресурсно-орієнтованого навчання з використанням сучасних креативних технологій, активізувати пізнавальну діяльність студентів. Адже, як сучасний спеціаліст математик, так і викладач математики, повинен володіти зазначеними ІКТ аби залишатися на конкурентному рівні та постійно оновлювати свої знання в галузі використання ІКТ для розв’язання задач математичної статистики.

## 2.5. Експериментальна перевірка результатів дослідження, методичні рекомендації щодо їх впровадження

Метою педагогічного експерименту була перевірка справедливості гіпотези дослідження та оцінка ефективності розробленої КОМН математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів.

В контексті досягнення поставленої мети були розв'язані такі завдання:

1. Визначено проблему та сформульовано гіпотезу дослідження, проаналізовано стан проблеми на сучасному етапі розвитку науки та освіти;
2. Створено схему майбутнього експериментального дослідження, визначено всі його компоненти: об'єкт, предмет та мету, перелік досліджуваних показників (факторних та результуючих), принципи формування вибірки випробовуваних та її розподілу на експериментальні та контрольні групи, методику збирання даних та їх опрацювання;
3. Здійснено організаційно-технічну підготовку: підготовані експериментальні матеріали (анкети, тести, навчальні завдання), обрано експериментальні та контрольні групи;
4. Реалізовано на практиці розроблену експериментальну схему;
5. Опрацьовано отримані дані, здійснено їх статистичний аналіз та інтерпретацію;
6. Сформульовано висновки та оформлено результати.

Педагогічний експеримент здійснювався впродовж 2012-2020 років і включив в себе три етапи (рис. 2.68).

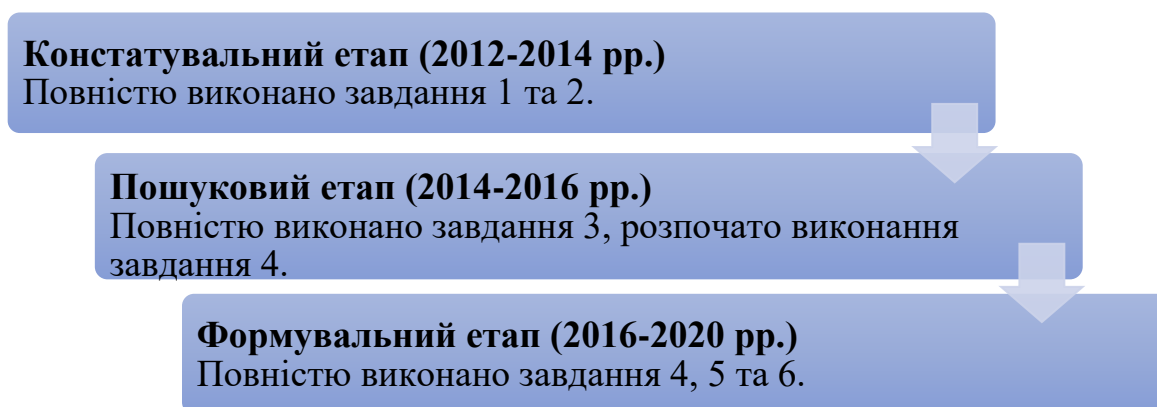


Рис. 2.68. Етапи педагогічного експерименту.

*Констатувальний етап педагогічного експерименту* включав два напрямки дослідження:

1. Теоретичний аналіз проблеми, а саме:

- аналіз нормативних документів (освітніх програм, навчальних планів, навчальних та робочих програм, засобів діагностики якості освіти) різних ЗВО України (див. Додатки А, Б, В);

- аналіз підручників та навчальних посібників з «Теорії ймовірностей та математичної статистики», «Математичної статистики» та «Статистики» [3, 21, 82, 111, 183, 184, 191, 217, 218, 221, 278, 281, 283, 293, 304];

- аналіз сучасних програмних засобів, систем комп'ютерної математики, навчальних платформ, що використовуються в навчанні математичної статистики та професійній діяльності в галузі статистики, а також аналіз розробленості проблеми їх використання в освітньому процесі [15, 28, 23, 50, 203, 294];

2. Практичний аналіз сучасного стану проблеми застосування ІКТ в навчанні математичної статистики шляхом опитувань та анкетувань, проведених серед студентів та викладачів НПУ імені М.П.Драгоманова, Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського, Сумському державному педагогічному університеті імені А.С.Макаренка.

В результаті констатувального етапу педагогічного експерименту було визначено основну проблему дослідження: невідповідність рівня розвитку комп'ютерно-орієнтованих технологій, що використовуються в освітній та професійній діяльності майбутніх фахівців, та недостатнім обсягом або застарілим змістом їх використання в процесі навчання статистики, що приводить до невідповідності випускників ЗВО професійними вимогами, неготовності вирішувати професійні задачі, що передбачають створення та дослідження математичних та комп'ютерних моделей економічних процесів та явищ.

На основі проведеного теоретичного аналізу було обґрунтовано модель КОМН математичної статистики, описано всі її компоненти.

Проаналізовано психолого-педагогічні та методичні передумови комп'ютерно-орієнтованого навчання статистики та сформульовано відповідні вимоги до методики.

В ході констатувального етапу педагогічного експерименту проаналізовано: результати поточного та підсумкового оцінювання з дисциплін «Теорія ймовірностей та математична статистика» та «Статистика»; результати опитувань, анкетувань та тестувань (див. додаток Ж, 3) серед 223 студентів напряму підготовки (спеціальності) «Математика (додаткова спеціальність: економіка)» та «Економіка та управління», що навчаються в Національному педагогічному університеті імені М.П.Драгоманова, Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського та Сумському державному педагогічному університеті імені А.С.Макаренка.

Дослідження проводилось серед студентів старших (3 та 4) курсів бакалаврату, його основними завданнями було:

1) проаналізувати та порівняти рівень сформованості:

- фундаментальних математичних знань з теорії ймовірностей та математичної статистики;
- вмінь їх застосовувати до побудови і дослідження математичних моделей в галузі економіки;
- вмінь використовувати сучасні ІКТ при розв'язанні статистичних задач, а саме: знання найпоширеніших СКМ або ППЗ, вміння виконувати в них різні типи статистичних задач, вміння самостійно здійснювати програмну реалізацію відомих алгоритмів за допомогою мов програмування;

2) з'ясувати які знання та вміння є актуальними для студентів з точки зору їх майбутньої професійної діяльності.

Результати дослідження показали, що рівень сформованості фундаментальних математичних знань з теорії ймовірностей та математичної статистики суттєво

переважає рівень сформованості навичок математичного моделювання в економіці та вмінь застосовувати ІКТ при вирішенні статистичних задач.

Таблиця 2.12.

**Розподіл студентів за рівнями сформованості компетентностей на констатувальному етапі педагогічного експерименту (%)**

Рівень сформованості	Математичні компетентності (МК)	ІТ-компетентності (ІТК)	Здатність вирішувати професійні економічні задачі (ПК)
Високий	12	10	2
Середній	41	24	12
Задовільний	37	46	54
Низький	10	20	32

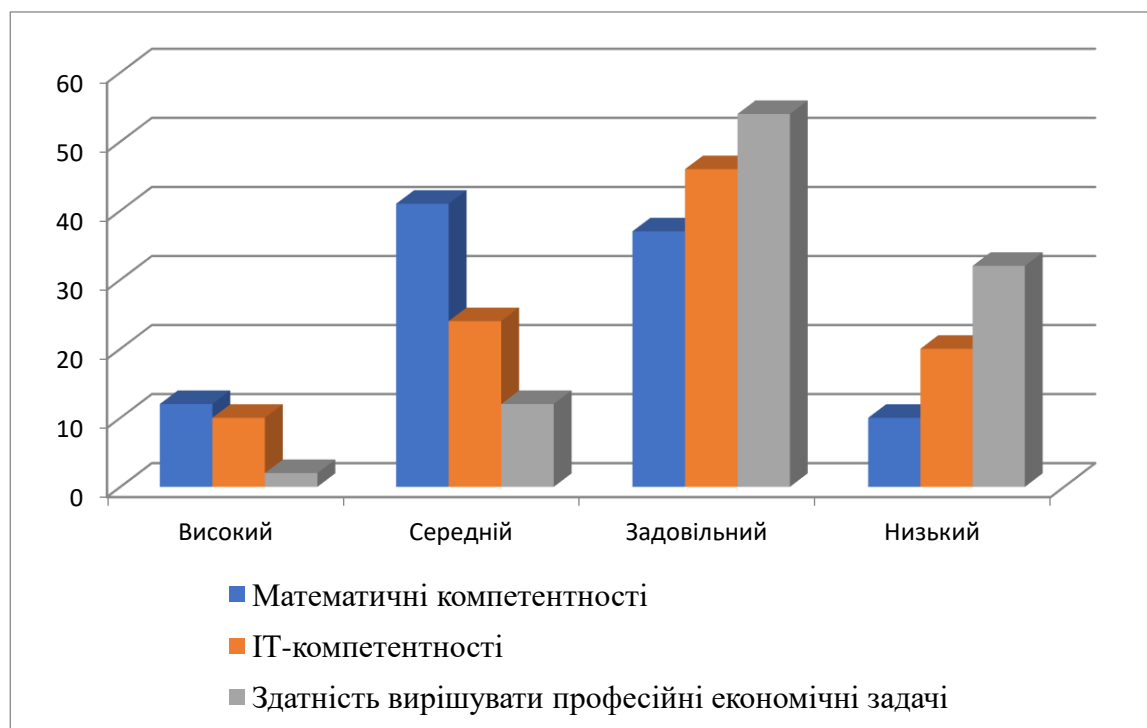


Рис. 2.69. Розподіл студентів за рівнями сформованості компетентностей на констатувальному етапі педагогічного експерименту(%)

На основі результатів порівняльного аналізу рівнів сформованості досліджуваних компетентностей можна визначити такі *гіпотези*: рівні сформованості МК, ІТК та ПК в досліджуваній групі суттєво відрізняються: частки студентів з

високим та середнім рівнем сформованості МК та ІТК суттєво вища ніж для ПК; частки студентів з задовільним та низьким рівнем сформованості МК та ІТК суттєво менша ніж для ПК (рис. 2.69).

Статистичну перевірку сформульованих гіпотез виконаємо за допомогою непараметричного критерію Фішера (кутового перетворення  $\varphi$ ), оскільки він не залежить від розподілу генеральної сукупності, який в нашому випадку може і не бути нормальним, а також його можна застосовувати для оцінювання відмінностей в будь-яких двох вибірках, як залежних так і незалежних, а також порівнювати показники однієї вибірки, виміряні в різних умовах.

Назвемо вибіркою 1 результати вимірювань МК, вибіркою 2 – ІТК, вибіркою 3 – ПК. Сформулюємо статистичні гіпотези:

$H_0$ : частка студентів, що демонструють  $i$ -ий рівень сформованості ( $i = 1,2,3,4$ ) в  $k$ -ій групі не перевищує відповідну частку в  $j$ -ій групі (де  $k$  – номер групи з кращим емпіричним результатом для даного рівня, а  $j$  – з гіршим).

$H_1$ : частка студентів, що демонструють  $i$ -ий рівень сформованості ( $i = 1,2,3,4$ ) в  $k$ -ій групі суттєво (статистично значущо) перевищує відповідну частку в  $j$ -ій групі (де  $k$  – номер групи з кращим емпіричним результатом для даного рівня, а  $j$  – з гіршим).

Обчислення спостережуваних (емпіричних) значень критерію Фішера виконуються за наступними етапами:

1. Процентні співвідношення переводяться в долі одиниці (шляхом ділення на 100).
2. Долі одиниці переводяться в радіани за формулою кутового перетворення Фішера:

$$\varphi_1 = 2 \arcsin \sqrt{P_1}, \quad \varphi_2 = 2 \arcsin \sqrt{P_2},$$

де  $P_1$  і  $P_2$  — відповідні долі, що порівнюються.

3. Обчислюється спостережуване значення за формулою:

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}},$$



де  $n_1$  і  $n_2$  — обсяги досліджуваних вибірок,  $\varphi_1$  - кут, що відповідає більшій долі,  $\varphi_2$  – кут, що відповідає меншій долі.

4. Здійснюється перевірка значущості отриманого критерію шляхом знаходження ймовірності прийняття нульової гіпотези за допомогою розподілу Стьюдента.

Таблиця 2.13.

**Результати обробки експериментальних даних (порівняння МК та ПК)**

	Рівні							
	Високий		Середній		Задовільний		Низький	
	МК	ПК	МК	ПК	МК	ПК	МК	ПК
Долі одиниці	0,12	0,02	0,41	0,12	0,37	0,54	0,1	0,32
Кутове перетворення	0,6937	0,2829	1,2999	0,6937	1,2313	1,5105	0,6330	1,1415
Спостережуване значення критерію $\varphi^*$	4,3378		6,4018		2,9489		5,3691	
Рівень значущості	0,00002181		0,00000009		0,00352840		0,00000020	
Надійність з якою приймається гіпотеза про наявність значущих відмінностей	0,99997819		0,99999991		0,99647160		0,99999980	

Таблиця 2.14.

**Результати обробки експериментальних даних (порівняння ІТК та ПК)**

	Рівні							
	Високий		Середній		Задовільний		Низький	
	ІТК	ПК	ІТК	ПК	ІТК	ПК	ІТК	ПК
Долі одиниці	0,1	0,02	0,24	0,12	0,46	0,54	0,2	0,32
Кутове перетворення	0,6330	0,2829	0,9846	0,6937	1,3827	1,5105	0,8975	1,1415

Спостережувані значення критерію $\varphi^*$	3,6972	3,0723	1,3495	2,5764
Рівень значущості	0,00027448	0,23883926	0,17854332	0,01062762
Надійність з якою приймається гіпотеза про наявність значущих відмінностей	0,99972552	0,76116074	0,82145668	0,98937238

В результаті статистичної перевірки отриманих результатів, можна зробити висновки про те, що рівні сформованості МК, ІТК та ПК в досліджуваній групі суттєво відрізняються:

1) частки студентів з високим та середнім рівнем сформованості МК та ІТК суттєво вища ніж для ПК (з надійністю не меншою 0,99972 для високого та 0,76116 для середнього рівня);

2) частки студентів з задовільним та низьким рівнем сформованості МК та ІТК суттєво менша ніж для ПК (з надійністю не меншою 0,82146 для задовільного та 0,98937 для низького рівня).

Однією з основних причин такого становища є сформульована вище проблема відсутності науково обґрунтованої цілісної системи комплексного формування професійних компетентностей шляхом підвищення рівня сформованості як математичних, так ІТ-компетентностей в процесі навчання статистики.

Це також підтверджують і результати проведеного анкетування. Так більшість (92%) опитаних студентів, які вивчають статистику зазначили, що в жодній з навчальних дисциплін не відбувається системного формування знань, вмінь та навичок, необхідних для розв'язання професійно орієнтованих задач в галузі економіки. Досить епізодично це відбувається при вивченні фундаментальних математичних курсів (математичного аналізу, диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики), більш ґрунтовно при вивчення

математичного програмування, економетрії та статистики. Але внаслідок низького рівня сформованості знань та вмінь в галузі застосування професійних ІКТ, студенти часто не готові розв'язувати навіть найпростіші задачі, використовуючи ПЗ. Частина студентів (64%) назвала однією з проблем саме необхідність використовувати ПЗ при розв'язанні задач («знаю як робити, але не можу реалізувати технічно»).

Основні результати констатувального етапу педагогічного експерименту висвітлені нами у першому розділі дисертаційного дослідження.

На основі результатів констатувального етапу педагогічного експерименту було сформульовано проблему, гіпотезу, мету та завдання дисертаційного дослідження (див. вступ).

*Пошуковий етап педагогічного експерименту* проводився впродовж 2014-2016 рр.

В ході пошукового етапу педагогічного експерименту було виконано такі завдання:

1) теоретично обґрунтовано КОМН математичної статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів: уточнено та скориговано цілі навчання (внутрішні та зовнішні); обґрунтовано модель навчання, систему відбору та структурування змісту навчання, проаналізовано засоби комп'ютерної підтримки навчання статистики;

2) розроблено ряд методичних рекомендацій, навчальні та тестові завдання, зміст лабораторно-практичних занять;

3) підготовлено навчальні посібники, де викладено теоретичний матеріал та завдання для проведення лабораторно-практичних занять, та завдання для контролю (самоконтролю та тематичного контролю).

У рамках пошукового етапу педагогічного експерименту продовжувались дослідження, розпочаті на першому етапі, а саме: анкетування та тестування серед студентів. При цьому спостерігалась позитивна динаміка в результатах вміння застосовувати статистичні методи та навички математичного моделювання до розв'язання професійно орієнтованих прикладних економічних задач у студентів спеціальності «Математика (додаткова спеціальність: економіка)» (рис. 2.70). Однією

з основних причин цього стало введення в навчальні плани дисципліни «Статистика», що також підтверджується результатами анкетування.

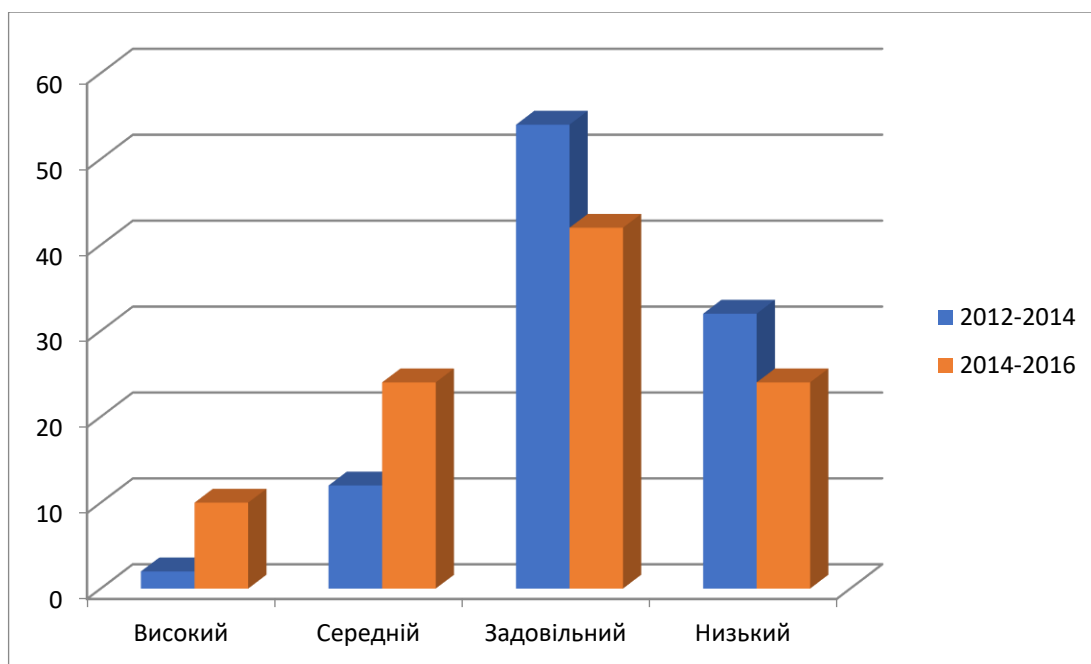


Рис. 2.70. Результати діагностики вмінь застосовувати математичні методи та ІКТ для розв'язання професійно-орієнтованих задач

Результати цього етапу педагогічного експерименту висвітлені у пунктах 1.3-1.4, 2.1-2.4 дисертаційного дослідження.

*Формувальний етап педагогічного експерименту* проводився впродовж 2016-2020 рр.

Основними завданнями формувального етапу були:

- 1) експериментально перевірити ефективність запропонованої КОМН математичної статистики студентів педагогічних університетів;
- 2) сформулювати висновки щодо статистичної значущості результатів перевірки гіпотези дослідження.

Педагогічний експеримент проводився на базі фізико-математичного факультету Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. У ньому взяло участь 62 студенти освітнього рівня «бакалавр» спеціальностей «Математика (додаткова спеціальність: економіка)» та «Середня освіта (математика, економіка)».

Зауважимо, що в силу специфіки експерименту, в якості експериментальних груп виступали групи студентів, що навчались на 4-му курсі у 2015-2016 н.р. та 2016-2017 н.р. (в кількості 34 особи), а в якості контрольної групи – студенти, що навчались на 4-му курсі у 2017-2018 н.р. та 2018-2019 н.р. (в кількості 28 осіб).

Студенти експериментальної групи вивчали курс «Статистика» за розробленою нами програмою з використанням запропонованого дидактичного забезпечення. Студенти контрольної групи навчались за традиційною методикою.

Ефективність розробленої методичної системи перевірялась шляхом проведення контролю сформованості професійно-практичних компетентностей в контрольних і експериментальних групах.

Для аналізу нами були обрані 3 програмні компетентності з профілю програми підготовки бакалавра математики та економіки (див. додаток И), а саме:

Здатність застосовувати математичні методи до розв’язання теоретичних та прикладних задач, в тому числі шкільного курсу математики, створення і аналізу математичних моделей реальних об’єктів, процесів і явищ, зокрема, в галузі економіки.	ПК 1
Здатність аналізувати економічні процеси і явища, з погляду об’єктивних законів та загальних закономірностей суспільно-економічного життя та економічних наук, а також на основі відповідних математичних методів.	ПК 2
Здатність застосовувати сучасні технології для розв’язання суто математичних та прикладних задач.	ПК 3

Для діагностики рівнів сформованості кожної з них використовувались результати поточних та підсумкових контролів, педагогічне спостереження, а також спеціально організовані зрізи знань, вмінь та навичок.

В таблицях 2.15-2.16 та на діаграмах (рис. 2.71-2.74) представлено розподіл студентів за рівнями сформованості виділених компетентностей в контрольній та експериментальній групах на початку та по завершенні формувального етапу експерименту.

Таблиця 2.15.

**Розподіл студентів за рівнями сформованості компетентностей в контрольній та експериментальній групах на початку формувального етапу педагогічного експерименту (%)**

Рівні	Контрольна група			Експериментальна група		
	ПК 1	ПК 2	ПК 3	ПК 1	ПК 2	ПК 3
Високий	12	8	6	10	8	8
Середній	40	36	20	38	32	25
Задовільний	34	38	48	40	40	40
Низький	14	18	26	12	20	27

Таблиця 2.16.

**Розподіл студентів за рівнями сформованості компетентностей в контрольній та експериментальній групах по завершенні формувального етапу педагогічного експерименту (%)**

Рівні	Контрольна група			Експериментальна група		
	ПК 1	ПК 2	ПК 3	ПК 1	ПК 2	ПК 3
Високий	14	12	10	16	18	20
Середній	38	40	36	56	60	58
Задовільний	42	44	42	24	16	16
Низький	6	4	12	4	6	6

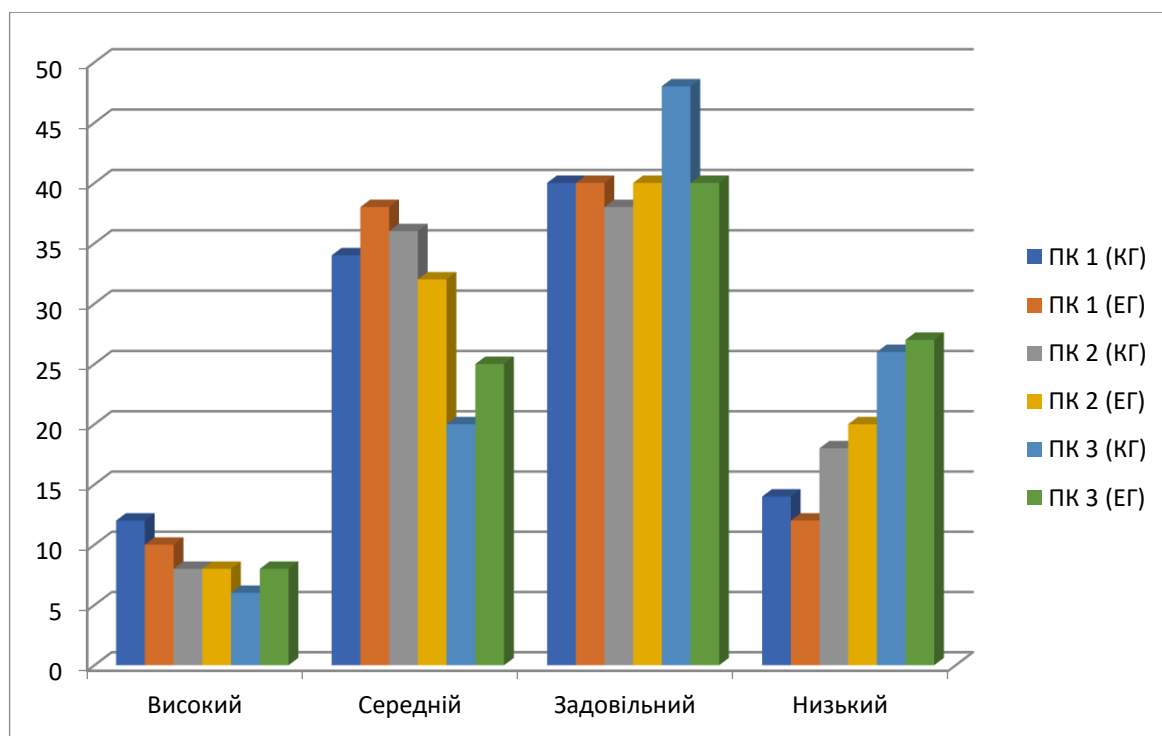


Рис. 2.71. Рівні сформованості програмних компетентностей в ЕГ та КГ на початку формувального етапу педагогічного експерименту

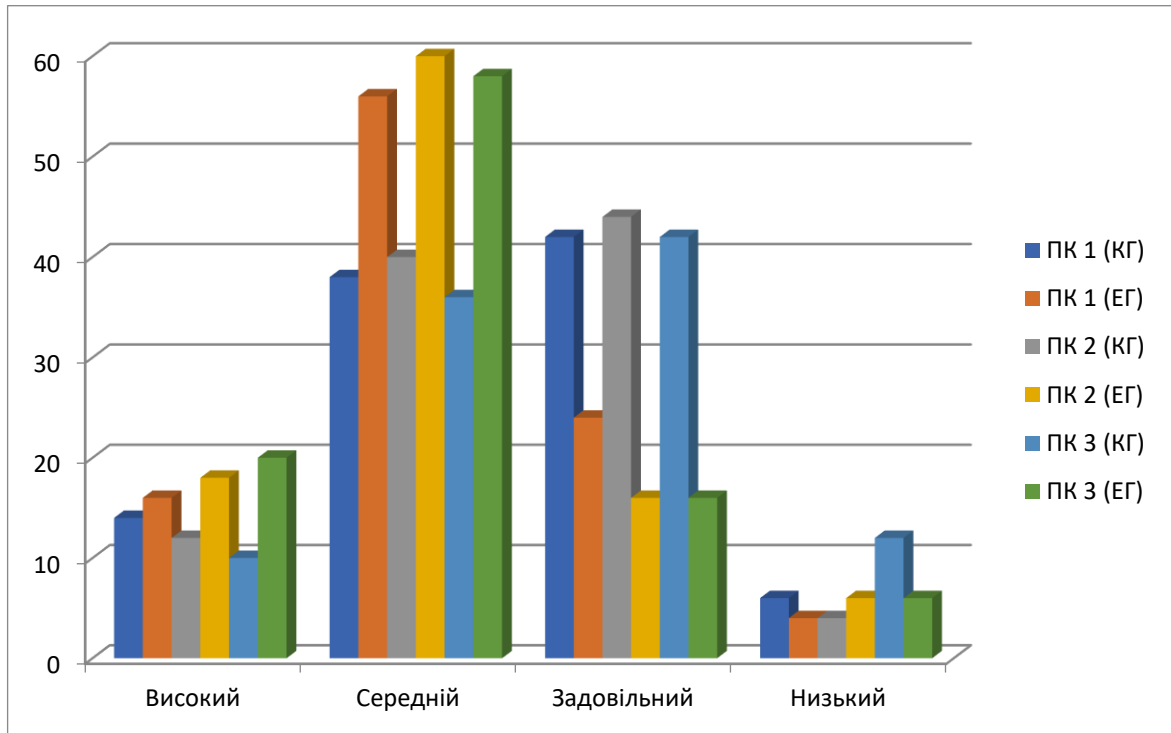


Рис. 2.72. Рівні сформованості програмних компетентностей в ЕГ та КГ по завершенні формувального етапу педагогічного експерименту

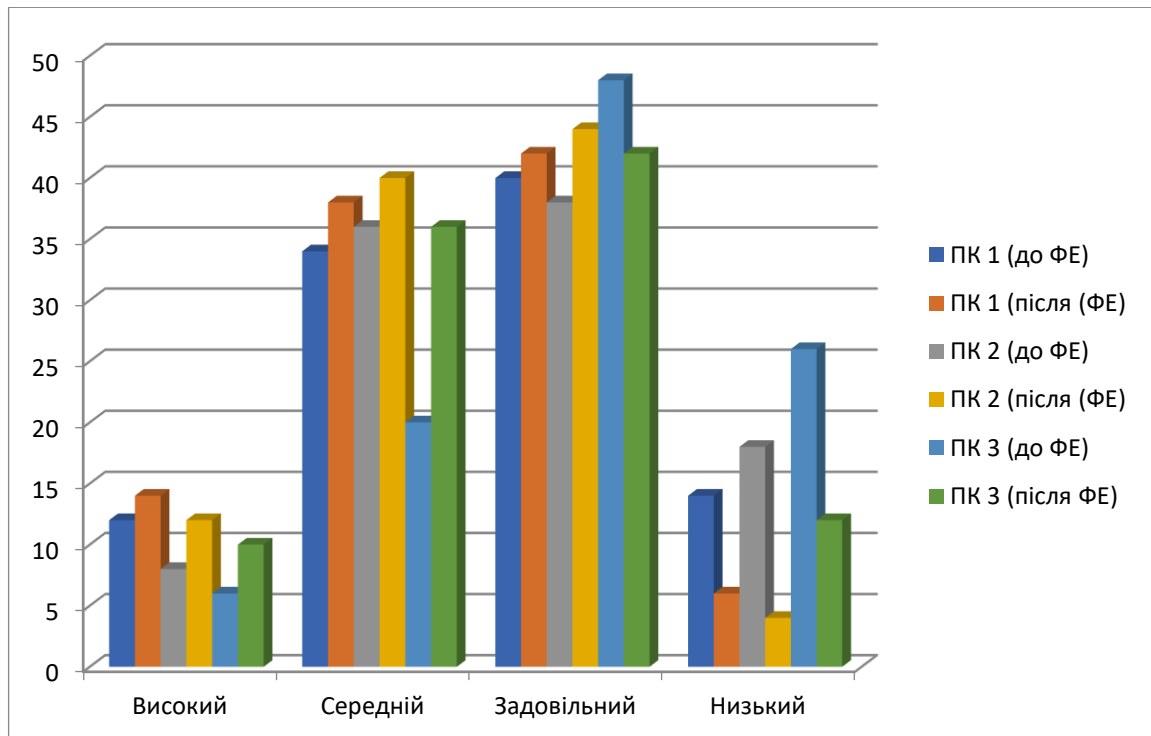


Рис. 2.73. Динаміка рівнів сформованості програмних компетентностей в КГ протягом формувального етапу педагогічного експерименту

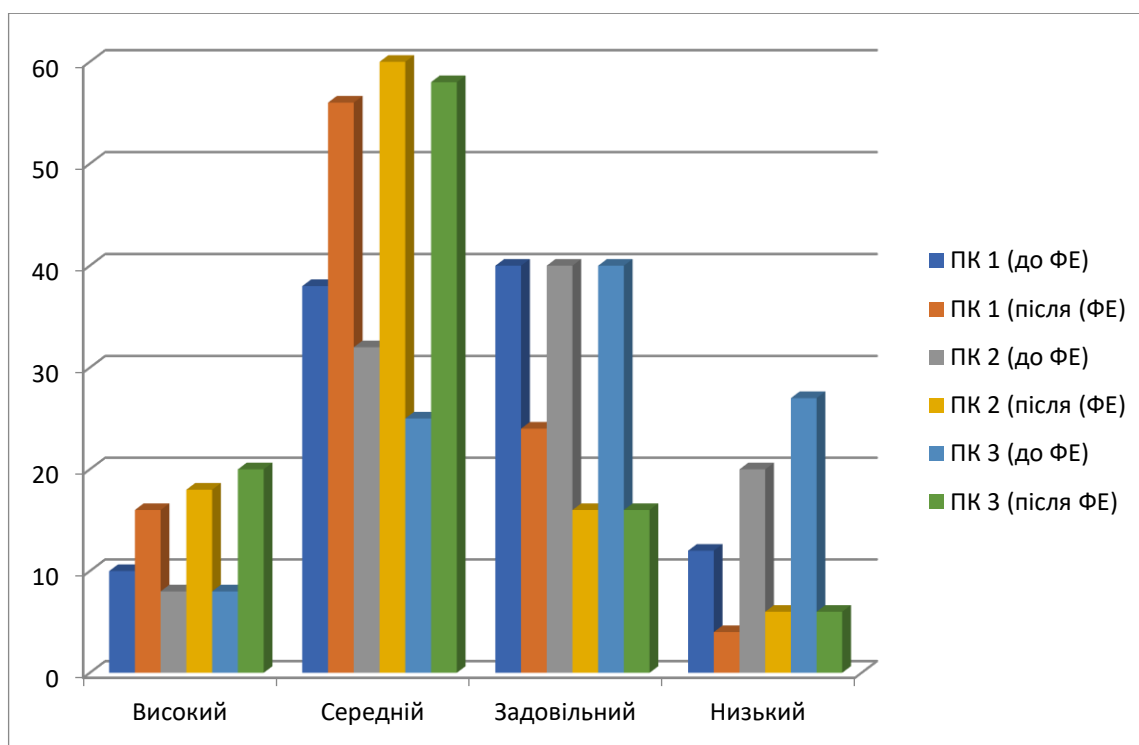


Рис. 2.73. Динаміка рівнів сформованості програмних компетентностей в ЕГ протягом формувального етапу педагогічного експерименту

На основі результатів порівняльного аналізу рівнів сформованості досліджуваних програмних компетентностей можна визначити такі гіпотези:

1) на початку формувального етапу педагогічного експерименту рівні сформованості досліджуваних компетентностей відрізнялись несуттєво;

2) після формувального етапу педагогічного експерименту рівні сформованості компетентностей в контрольній та експериментальній групах суттєво відрізняються: в експериментальній групі частка студентів з високим та середнім рівнями сформованості компетентностей вища ніж в контрольній, а з задовільним та низьким – відповідно нижча;

3) в ході проведення формувального етапу педагогічного експерименту спостерігалась позитивна динаміка у формуванні виділених компетентностей в обох групах, але в ЕГ вона є більш суттєвою, ніж в КГ.

Статистичну перевірку сформульованих гіпотез виконаємо за допомогою непараметричного критерію Фішера. Результати обробки експериментальних даних після формувального етапу експерименту наведено в табл. 2.17. З результатами



обробки експериментальних даних формувального етапу педагогічного експерименту можна ознайомитись в додатку І.

Таблиця 2.17.

**Результати обробки експериментальних даних після формувального етапу педагогічного експерименту**

	Рівні							
	Високий		Середній		Задовільний		Низький	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
ПК 1. Здатність застосовувати математичні методи до розв'язання теоретичних та прикладних задач, в тому числі шкільного курсу математики, створення і аналізу математичних моделей реальних об'єктів, процесів і явищ, зокрема, в галузі економіки.								
Долі одиниці	0,14	0,16	0,38	0,56	0,42	0,24	0,06	0,04
Кутове перетворення	0,7496	0,8017	1,2487	1,5419	1,3167	0,9846	0,4900	0,4001
Спостережуване значення критерію $\varphi^*$	0,5508		3,0966		3,5070		0,9503	
Рівень значущості	0,5823		0,0022		0,0005		0,3430	
Надійність з якою приймається гіпотеза про наявність значущих відмінностей	0,4177		0,9978		0,9995		0,6570	
ПК 2. Здатність аналізувати економічні процеси і явища, з погляду об'єктивних законів та загальних закономірностей суспільно-економічного життя та економічних наук, а також на основі відповідних математичних методів.								
Долі одиниці	0,12	0,18	0,4	0,6	0,44	0,16	0,06	0,12
Кутове перетворення	0,6937	0,8509	1,2830	1,6044	1,3500	0,8017	0,4900	0,6937
Спостережуване значення критерію $\varphi^*$	1,6599		3,3936		5,7890		2,1500	
Рівень значущості	0,0983		0,0008		0,0000		0,0326	
Надійність з якою	0,9017		0,9992		1,0000		0,9674	

приймається гіпотеза про наявність значущих відмінностей								
ПК 3. Здатність застосовувати сучасні технології для розв'язання суто математичних та прикладних задач.								
Долі одиниці	0,1	0,2	0,36	0,58	0,42	0,16	0,12	0,06
Кутове перетворення	0,6330	0,8975	1,2137	1,5732	1,3167	0,8017	0,6937	0,4900
Спостережуване значення критерію $\varphi^*$	2,7927		3,7959		5,4381		2,1500	
Рівень значущості	0,0057		0,0002		0,0000		0,0326	
Надійність з якою приймається гіпотеза про наявність значущих відмінностей	0,9943		0,9998		1,0000		0,9674	

В результаті статистичної перевірки отриманих результатів, можна зробити такі висновки:

1) рівні надійності з яким приймається гіпотеза, що рівні сформованості досліджуваних компетентностей в КГ та ЕГ до проведення формувального етапу експерименту суттєво відрізняються є невисокими (додаток І), тобто немає підстав прийняти гіпотезу, що частка студентів, що мала певний рівень сформованості якоїсь компетентності в ЕГ суттєво переважала відповідну частку в КГ; це дозволяє використовувати ці групи в експериментальному дослідженні, вважаючи їх однорідними за рівнями сформованості досліджуваних показників;

- рівні сформованості компетентностей ПК 2 та ПК 3 в експериментальній групі суттєво (статистично значущо) відрізняються від контрольної групи: з рівнями надійності близькими до 1 (табл. 2.17) доля студентів з високим та середнім рівнем сформованості відповідних компетентностей в експериментальній групі більше, ніж в контрольній, а доля із задовільним та низьким рівнями – менша (для високого рівня

з ймовірністю не меншою 0,9017, для середнього – 0,9992, для задовільного – 0,999998, для низького – 0,9674);

3) рівні надійності з яким приймається гіпотеза, що рівні сформованості компетентності ПК 1 в експериментальній групі суттєво (статистично значущо) відрізняються від контрольної групи для високого та низького рівня набувають значень 0,4177 та 0,6570 відповідно, що говорить про те, що для цієї компетентності гіпотеза про наявність суттєвих відмінностей в контрольній та експериментальній групі на високому та низькому рівнях не може бути прийнята.

В цілому, аналіз результатів педагогічного експерименту та позитивні відгуки студентів свідчать про ефективність запропонованої нами КОМН математичної статистики, результативність впровадження її компонентів та підтвердження гіпотези дослідження.

## Висновки до розділу 2

На основі проведенного в першому розділі аналізу та розробленої моделі КОМН математичної статистики, в другому розділі було отримано наступні результати:

1. Уточнено цілі навчання математичної статистики в умовах реалізації КОМН, досліджено взаємозв'язок зовнішніх та внутрішніх цілей навчання через мотиви та потреби студентів.

2. Розроблено методику введення нових понять, доведення тверджень та навчання алгоритмів математичної статистики з використанням ІКТ.

3. Досліджено особливості та розроблено методичні рекомендації використання комп'ютерно-орієнтованого навчання на лекційних заняттях, при організації самостійної та індивідуальної роботи, для різних форм контролю.

4. Описано структуру та зміст системи комп'ютерної підтримки курсу «Статистика», яку реалізовано на платформі Moodle.

5. Проаналізовано різні програмні засоби, що можуть використовуватись в навчанні статистики, а також мови програмування R та Python, описано їх функціональні можливості та дидактичні особливості; розроблено методичні рекомендації щодо їх використання в навчанні статистики.

6. Проаналізовано можливості та запропоновано методичні рекомендації щодо застосування розробленого автором програмного засобу «Booster Subject Play» при проведенні практичних та лабораторно-практичних занять з теорії ймовірностей і математичної статистики.

7. Обґрунтовано доцільність використання лабораторно-практичних занять в процесі навчання математичної статистики, розроблено методичні рекомендації щодо проведення лабораторно-практичних занять з використанням інформаційно-комунікаційних технологій; підготовано навчальний посібник, в якому представлено зміст лабораторно-практичних занять, завдання та методичні вказівки щодо їх виконання.

8. Запропонована типізація задач математичної статистики, в якості класифікаційного принципу якої обрано функціональні можливості та методичні

особливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій в процесі розв'язання різних класів задач, обґрунтовано її доцільність, продемонстровано можливості та раціональність її застосування під час проведення лабораторно-практичних занять з математичної статистики. Розроблено систему задач і вправ до кожного з типів, а також рекомендації щодо розв'язання деяких з них за допомогою сучасних і розповсюджених ІКТ, а саме GRAN1, MS Excel, Python 3.8+. Для розв'язання кожного типу задач наведено відповідні методичні вказівки, виділено основні знання та вміння, що формуються та використовуються в процесі навчання, проаналізовано специфіку реалізації алгоритмів розв'язання в різних програмних середовищах.

9. Проведено експериментальну перевірку гіпотез дослідження та оцінку ефективності розробленої КОМН статистики студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів. Результативність реалізації розробленої КОМН було підтверджено під час формувального етапу експерименту з високим рівнем надійності.

В ході дослідження встановлено, що використання КОМН математичної статистики дозволяє: інтенсифікувати процес навчання, підвищити ефективність організації індивідуальної роботи, забезпечити формування програмних компетентностей, пов'язаної з використанням сучасних технологій в моделюванні та дослідженні реальних фінансово-економічних процесів та явищ, навчальній та науково-дослідній діяльності.

Основні результати другого розділу опубліковані в роботах [96, 87, 108, 105, 90, 99, 95].

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході дослідження, у відповідності до його цілей і завдань, отримані такі **результати:**

1. Проведено аналіз нормативних документів (освітніх програм, навчальних планів, навчальних та робочих програм, програм атестації), результатів наукових досліджень, педагогічного досвіду, результатів опитувань та анкетувань студентів та викладачів, зрізів знань студентів педагогічних університетів, на основі якого виявлено ряд проблем, що обумовлюють актуальність цього дисертаційного дослідження. Обґрунтовано, що для подолання існуючих проблем доцільно розробити та впровадити комп'ютерно-орієнтовану методику навчання математичної статистики, що дозволяє вирішити такі завдання: оновити зміст, засоби та форми навчання математичної статистики на основі широкого впровадження сучасних ІКТ, що сприяє подоланню протиріччя між наявним станом та сучасними вимогами до рівня сформованості математичних та ІТ-компетентностей фахівців; активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів; сприяти формуванню у студентів умінь створювати та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі реальних процесів та явищ, що є фундаментом для формування їх професійних компетентностей.

2. Уточнено зміст поняття ІТ-компетентності для майбутніх економістів. Проаналізовано структуру, особливості формування та взаємозв'язки основних компонентів математичної та інформатичної компетентностей майбутніх економістів, що формуються в процесі навчання математичної статистики.

3. Проаналізовано та удосконалено психолого-педагогічні та методичні підходи до навчання математичної статистики в умовах інформатизації освітнього процесу, що розширює можливості та підвищує ефективність використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання на різних етапах формування математичних, інформаційно-технологічних та професійно-практичних компетентностей. На основі проведеного аналізу сформульовано та обґрунтовано вимоги до комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики студентів математичних спеціальностей педагогічних університетів.

4. Розроблено модель комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, яка включає теоретико-методологічні основи, всі компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання математичної статистики, оціночний та корекційний блоки.

5. Здійснено розробку та реалізацію комп'ютерно-орієнтованої методики навчання математичної статистики, що включає: уточнення цілей навчання математичної статистики в умовах реалізації КОМН; розробку методики введення нових понять, доведення тверджень та навчання алгоритмів математичної статистики з використанням ІКТ; дослідження особливостей та розробку методичних рекомендацій використання комп'ютерно-орієнтованого навчання на лекційних заняттях, при організації самостійної та індивідуальної роботи, а також для різних форм контролю; систему комп'ютерної підтримки курсу «Статистика» на платформі Moodle.

Проаналізовано різні програмні засоби, що можуть використовуватись в навчанні математичної статистики, а також мову програмування Python, описано їх функціональні можливості та дидактичні особливості; розроблено методичні рекомендації щодо їх використання в навчанні статистики. Проаналізовано можливості та запропоновано методичні рекомендації щодо застосування розробленого автором програмного засобу «Booster Subject Play» при проведенні практичних та лабораторно-практичних занять з теорії ймовірностей і математичної статистики.

Запропонована типізація задач математичної статистики, в якості класифікаційного принципу якої обрано функціональні можливості та методичні особливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій в процесі розв'язання різних класів задач, обґрунтовано її доцільність, продемонстровано можливості та раціональність її застосування під час проведення лабораторно-практичних занять з математичної статистики.

Обґрунтовано ефективність використання лабораторно-практичних занять в процесі навчання математичної статистики, розроблено методичні рекомендації щодо проведення лабораторно-практичних занять з використанням інформаційно-

комунікаційних технологій; підготовано навчальний посібник, в якому представлено зміст лабораторно-практичних занять, завдання та методичні вказівки щодо їх виконання.

6. Ефективність розробленої методики підтверджено експериментально. У ході проведення педагогічного експерименту проведено апробацію розробленої КОМН математичної статистики та підтверджено її ефективність.

Отримані результати дозволяють зробити такі загальні **висновки**:

1. З метою системного і цілеспрямованого формування у студентів економічних та математичних (зі спеціалізацією «економіка») спеціальностей педагогічних університетів компетентностей, пов'язаних з готовністю застосовувати математико-статистичні методи та сучасні ІКТ для розв'язання професійних економічних задач, доцільним є впровадження КОМН математичної статистики.

2. Цілеспрямоване формування математичних та ІТ-компетентностей в навчанні математичної статистики сприятиме формуванню у майбутніх економістів не тільки предметних, а й професійних компетентностей, що передбачають здатність використовувати методи математичної статистики при моделюванні економічних процесів та явищ, аналізі даних, перевірці гіпотез, класифікації та групуванні даних, прогнозуванні, перевірці адекватності побудованих моделей, оцінюванні похибок обчислень.

3. КОМН математичної статистики має принципові відмінності від традиційної методики навчання, які проявляються, насамперед, в організації освітнього процесу, виборі методів та засобів навчання, формулюванні цілей та очікуваних результатів навчання. При розробці КОМН математичної статистики необхідно враховувати основні принципи та напрями інформатизації освітнього процесу, тенденції розвитку освіти та науки в Україні та світі, потреби здобувачів освіти та запити роботодавців.

4. Реалізація КОМН математичної статистики створює передумови для: зміни структури взаємодії між викладачем та студентом; модернізації змісту навчання; оновлення методів та форм навчальної діяльності, що приводить до зміни освітнього середовища в цілому і сприяє активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів; формуванню позитивної мотивації, інтересу до навчання; розвитку



мислення та інтелектуальних здібностей; підготовці до практичної та професійної діяльності в умовах інформаційного суспільства; підвищенню рівня самостійності, індивідуалізації та диференціації; підвищенню рівня наочності; спрощенню доступу до навчальних та наукових інформаційних джерел; розширенню кола задач; опануванню сучасними методами наукового пізнання, пов'язаними із застосуванням ІКТ.

5. Комп'ютерно-орієнтовані методи, форми та засоби навчання доцільно використовувати у поєднанні з традиційними. При цьому комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання мають утворювати гнучку та швидко адаптовну до освітніх потреб систему, яка включає методичні рекомендації, електронні ресурси, навчальні платформи та середовища, прикладні програмні засоби, дидактичні матеріали, засоби контролю та діагностики тощо.

6. Впровадження теоретично обґрунтованої та експериментально апробованої ефективної КОМН математичної статистики, орієнтованої на врахування міжпредметних зв'язків, сучасний рівень розвитку математики, економіки та інформаційних технологій, забезпечує підвищення рівня математичної та професійної підготовки студентів економічних та математичних спеціальностей педагогічних університетів і дозволяє вирішити ряд завдань, зокрема, сформулювати у студентів комплексні міжпредметні та професійно-орієнтовані компетентності, реалізувати методи проблемного та ресурсно-орієнтованого навчання з використанням сучасних креативних технологій, розширити коло прикладних та професійно-орієнтованих задач, активізувати пізнавальну діяльність студентів.

Отже, мета дисертаційного дослідження досягнута і всі поставлені завдання розв'язані. Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі полягають в розв'язанні таких проблем: теоретичне обґрунтування та розробка комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання окремих економіко-математичних дисциплін магістрів освітньо-наукового профілю спеціальності 111 Математика за спеціалізацією «фінансова та актуарна математика».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bowden J. Competency-Based Education - Neither a Panacea nor a Pariah [Електронний ресурс]. URL: [http:// www.armbt/archi ve/tend.018.bowden.html](http://www.armbt/archi ve/tend.018.bowden.html)
2. Coombs С.Н., Dawes R.M., Tversky A. Mathematical psychology: An elementary introduction, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1970, 419 p.
3. D. R. Cox and D. V. Hinkley. Theoretical Statistics Chapman and Hall, London. 1974. 608 p.
4. Darrell Huff. Penguin Books, London. 1991. (first published as How to Lie with Statistics, Darrell Huff and Irving Geis, Victor Gollancz, 1954). 124 pages
5. Derek Rowntree. Statistics without Tears. Penguin Books, 2017
6. Draftsman. Навчальний курс від А до Я: навч. посібник. А.В. Хуснутдінов, В.О. Горбачук. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. 201с.
7. E.R. Tufte. Graphics Press, New York. 1983. The Visual Display of Quantitative Information
8. E.R. Tufte. Graphics Press, New York. 1990. Envisioning Information
9. Ernest, P. (1991). The Philosophy of Mathematics Education. London: The Falmer Press.
10. Estes W.K. Toward a statistical theory of learning. Psychol. Rev., 1950, vol. 57, p. 94-107.
11. Gardner H. The Intelligeces, in Gardner's Words. H. Gardner. Ideational Leadership. 1997. Sept. 55. 1. P. 12.
12. Gerald Kranzler and Janet Moursund. Statistics for the Terrified Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1995. (164 pages)
13. Gifford S. Evaluating the Surrey New Teacher Competency Profile. British journal of in-service education. 1994. № 3.
14. Glaser, R. (1963). Instructional technology and the measurement of learning outcomes: Some questions. American Psychologist, 18, 519-521.
15. Glazer N. We Are All Multiculturalists Now. Cambridge (MA): Harvard University Press, 1997. P. 10.

16. Gordon A.K. Games for Growth: Educational Games In the Classroom. A.K. Gordon. California, 1970. 152 p.
17. Griffin, P. (March, 2004). The comfort of competence and the uncertainty of assessment. Paper presented at the Hong Kong School Principal's Conference, Hong Kong.
18. Halash H. Individual competencies and the demand of the society. Materials CE. CDCC. Strasbourg, 1996. - p. 12-15.
19. Hutchinson D. Competence-based profiles for ITT and induction: the place of reflection. British journal of in-service education. 1994. №3.
20. Introduction to Statistical Method in Economics. Massachusetts Institute of Technology (MIT). MIT Open Courseware. URL: <https://ocw.mit.edu/courses/economics/14-30-introduction-to-statistical-method-in-economics-spring-2006/assignments/ps9.pdf> . Дата звернення: 25.02.2021
21. John E. Freund and Ronald E. Mathematical Statistics 4e Walpole Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1987. (511 pages)
22. Key Competencies. A Developing concept in General Compulsory Education. The Information network on Education in Europe. Eurydice, 2002. -P. 13-14.
23. Kitcher, P. (1984). The Nature of Mathematical Knowledge. Oxford/New York: Oxford University Press.
24. Kruskal J.B., Shepard R.N. Nonmetric variety of linear factor analysis. Psychometrika, 1974, vol. 39, 2.
25. Littlewood W. Communicative Language Teaching. W. Littlewood. Cambridge : Cambridge Univ. Press, 1991. 108 p.
26. Ljashenko O.I., Rakov S.A. Test technologies of monitoring in the education system of Ukraine: state and prospects of development. Access: [http://monitoring.in.ua/up/files/publikacii/Ukraine/testovi\\_tehnologii\\_v\\_osviti.pdf](http://monitoring.in.ua/up/files/publikacii/Ukraine/testovi_tehnologii_v_osviti.pdf)
27. Mayer, E. C. (1992). Putting general education to work: The Key Competencies report. Melbourne: AEC and MCEETYA.
28. OECD: Program on International Student Assesstement, 2000. 3. New Skills for the Learning Society. p. 7-9.

29. R и Python – достойные соперники?. URL: <https://habrahabr.ru/company/piter/blog/263457/>. Дата звернення: 20.10.2018.
30. The Bologna Declaration on the European space for Higher education an explanation. Bologna, 1999. 6 p.
31. Torrance Ellis Paul. Guiding creative talent. Englewood Cliffs. N.Y.:Prentice-Hall, 1962. 278 p.
32. Акуленко І.А. Формування математичних компетентностей учнів профільної школи. І.А. Акуленко. Вісник Черкаського університету. Черкаси, 2008. Вип. 127. С. 3-10. (Серія «Педагогічні науки»).
33. Алексенко Л.М., Олексієнко В.М., Юркевич А.І. Економічний словник. К.: Вид. будинок „Максимум”; Тернопіль: Економічна думка, 2000. 592 с.
34. Анастази А. Психологическое тестирование. М.: 1982. Кн. 1. С. 309-311.
35. Артюх А.В. Анотація дисципліни “Використання мови Python для обробки даних”.
36. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. Введение в математическую теорию обучения. Пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит., 1969, 486 с.
37. Ачкан В. В. Проблема реалізації компетентнісного підходу при вивченні курсу алгебри та початків аналізу. URL: [www.bdpu.org/scientific\\_published/pedagogics\\_1\\_2007/10.doc](http://www.bdpu.org/scientific_published/pedagogics_1_2007/10.doc). Дата звернення: 20.09.2020
38. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований. М.: Просвещение, 1982.
39. Балк М.Б., Петров В.А. О математизации задач, возникающих на практике. Математика в школе. 1986. № 3. с. 55-57.
40. Балл Г.А., Теория учебных задач психолого-педагогический аспект, Москва: Педагогика, 1990.
41. Барлукова Я.А. Формирование профессиональной компетентности будущих экономистов в процессе изучения математики. Улан-Удэ, Вестник Бурятского государственного университета, 2007
42. Бевз Г.П. Методика викладання математики. К.: Вища школа 1989, с. 327

43. Бек В.Л. Теорія статистики: Навч. посібник. К.: Центр на-вчальної літератури, 2002. 288 с.
44. Бесклінська О. П. Інтерактивні технології при вивченні математичних дисциплін у вищих навчальних закладах URL: [http://www.knlu.kiev.ua/ua/c\\_inf/conf/02\\_Besklinska.pdf](http://www.knlu.kiev.ua/ua/c_inf/conf/02_Besklinska.pdf).
45. Беспалов П. В. Акмеологический подход к формированию и развитию информационно-технологической компетентности государственных служащих. – URL: [http://www.ict.edu.ru/vconf/index.php?a=vconf&c=getForm&r=thesisDesc&d=light&id\\_sec=119&id\\_thesis=4330](http://www.ict.edu.ru/vconf/index.php?a=vconf&c=getForm&r=thesisDesc&d=light&id_sec=119&id_thesis=4330).
46. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. с. 13
47. Беспалько В. П., Программированное обучение (дидактические основы), Москва: Высшая школа, 1970.
48. Биков В. Ю. Відкрита освіта в Єдиному інформаційному просторі Педагогічний дискурс: зб. наук. Праць. гол. ред. І.М.Шоробура. Хмельницький : ХГПА, 2010. Вип. 7. С. 30–35.
49. Бібік Н. Компетентністний підхід: рефлексивний аналіз застосування Основна школа. 2005. вип. 3-4.
50. Білоусова Л.І., Колгатін О.Г., Колгатіна Л.С. Статистична обробка даних з використанням табличного процесора Excel. Харків: Консум, 2002. 36 с.
51. Біляй І. М. Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання майбутніх вчителів математики окремих розділів математичних основ інформатики (стохастики) : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика). Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2016. 173 с.
52. Бондаренко З. В. Методика навчання інформаційних технологій розв'язування диференціальних рівнянь у технічних університетах : автореф. дис.канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія и методика навчання (інформатика). Національний педагогічний університет ім. М П. Драгоманова. Київ, 2010. 22 с.

53. Бондаренко З. В. Вплив нових інформаційних технологій на зміст курсу «Диференціальні рівняння». Нова педагогічна думка. 2004. №1. С.116–118.
54. Бугайчук К.Л. Електронний підручник: поняття, структура, вимоги. Інформаційні технології і засоби навчання, 22(2)., 2011 <https://doi.org/10.33407/itlt.v22i2.437>
55. Будянський Д. В., Друшляк М. Г., Семеніхіна О. В., Харченко І. І., Горбачук В. О., Чашечникова О. С. Типологія електронних ресурсів у формуванні риторичної культури фахівця. Інформаційні технології і засоби навчання, 81(1), 2021, с. 82-96. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4292>
56. Бурда М.І. Методичні основи диференційованого формування геометричних умінь учнів основної школи. - К.: Ін-т педагогіки АПН України, 1994
57. Буш Р., Мостеллер Ф. Стохастические модели обучаемости / пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит., 1962. – 483с.
58. Бююль А. SPSS: искусство обработки информации. М.: DiaSoft, 2005. 602 с.
59. В.С. Федорченко. К.: МАУП, 2003. 84 с.
60. Василенко О. А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч. посіб. О. А. Василенко, І. А. Сенча. Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. 166 с.
61. Венда В.Ф. Фундаментальные проблемы, законы и методы оптимизации систем „человек-машина-среда”. Системный подход в инженерной психологии и психологии труда. М., 1992. с. 16-33.
62. Власенко К. В. Комп’ютерно-орієнтований контроль навчання математики майбутніх інженерів. Міжнародний науковий журнал 214 ScienceRice. № 4/5 (21). – 2016. – Електронні дані – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/sciencerrise/article/view/66344> (дата звернення 05.05.2016).
63. Власенко К. В. Комп’ютерно-орієнтовані практичні заняття із диференціальних рівнянь : навч.-метод. посіб. для майбутніх фахівців із інформаційних технологій. Харків : Видавництво Лідер, 2016. 220 с.

64. Власенко К. В. Теоретико-методичні засади навчання вищої математики майбутніх інженерів-машинобудівників з використанням інформаційних технологій : дис. д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). Донбаська державна машинобудівна академія. Краматорськ, 2011. 532 с.
65. Власова О. І. Педагогічна психологія.: К. : Либідь, 2005. 400 с.
66. Волкова Н.П. Педагогіка: Посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Видавничий центр "Академія", 2001. 576 с.
67. Волкова С. О. Сучасний стан та проблеми комп'ютерного тестування знань студентів. Україна, Миколаївський державний гуманітарний університет ім. Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія», 2007
68. Выготский Л.С. Психология развития человека. М.: Изд-во Смысл; Изд-во Эксмо, 2005. 1136 с.
69. Выготский Л.С. Мышление и речь. Собр. соч.: В 6 т. Т.2. М.: 1982. С. 246-255.
70. Выготский Л.С. Педагогическая психология. М.: 1987. С. 191-410.
71. Габитова Э.Г. Формирование математической компетентности студентов экономических специальностей с использованием компьютерных технологий: автореферат дис. кандидата педагогических наук: 13.00.08. Махачкала, 2012. 23 с.
72. Галузеві стандарти вищої освіти. Математика. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2003. 83 с.
73. Гальперин П. Я. Лекции по психологии. М. : Высш. шк., 2002. 400 с.
74. Гальперин П.Я. Основные результаты исследований по проблеме: „Формирование умственных действий и понятий”. Автореферат докт. Дис. М., 1965. 51с.
75. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий. Исследование мышления в советской психологии. М., 1966. с. 11-43.
76. Гальперин П.Я. Развитие исследований по формированию умственных действий. Психологическая наука в СССР. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959. Т.1. с. 441-469.

77. Герасимов С.В. Познавательная активность и понимание. Вопросы психологии. 1994. № 3. с. 88-93.
78. Гетало А.В., Борух В.О. Економічна статистика: Навч. посібник. К.: ТОВ „УВПУ „Екс Об”, 2002. 214 с.
79. Гнеденко Б. З. Вопросы математизации современного естествознания. Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М. : Наука, 1968. С. 171–206.
80. Годфруа Ж. Что такое психология. Т.1,2. М.: Наука, 1996. 495с.
81. Головань М. С. Математична компетентність: сутність та структура. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету. 2014. №1. С. 35–39
82. Головач А.В., Єріна А.М., Козирєв О.В. Статистика: Підручник. К.: Вища школа, 1993. 464 с.
83. Головач А.В., Єріна А.М., Козирєв О.В. та ін. Статистика. Збірник задач: Навч. посібник. К.: Вища школа, 1994. 448с.
84. Гончаренко Я., Працьовитий М. Деякі проблеми навчання математичної статистики студентів математичних спеціальностей педагогічних університетів Дидактика математики: проблеми і дослідження. 2011, с. 53-57.
85. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О. Деякі проблеми навчання математичної статистики студентів економічних спеціальностей. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін» Київ, Україна. НПУ імені М.П. Драгоманова. 18-19 січня 2013р. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. с . 126-128.
86. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О. Математичне моделювання інвестиційної діяльності підприємства. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Асимптотичні методи в теорії диференціальних рівнянь» Київ, Україна. НПУ імені М.П. Драгоманова. 13-14 грудня 2012р. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. с . 50-52.
87. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О. Математичні методи аналізу результатів педагогічного експерименту. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія



№3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. №10. с.168-175.

88. Гончаренко Я.В., Горбачук В.О. Модель комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання статистики студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів. Науковий журнал «Фізико-математична освіта». Суми, 2021, ISSN 2413-1571, 2021.

89. Гончарук А.Г. Основи статистики: Навч. посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 148 с.

90. Горбачук В. О., Парчук М. І. Програмний засіб “Booster Subject Play” в системі рейтингової оцінки знань студентів з дисципліни “Теорія ймовірностей і математична статистика”. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 47 : збірник наукових. К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. с. 44-50 с.

91. Горбачук В.А. Инновационные формы организации учебного процесса по математической статистике. Научна конференция МАТТЕХ 2014. Сборник научни трудове: Том 1. Университетско издателство «Епископ Константин Преславски», Шумен, Болгария, 2014. 213-220 с.

92. Горбачук В.А. Использование учебного программного средства Booster Subject Play при выполнении лабораторных работ по физике. V международная конференция «Информатизация образования – 2014», Беларусь, 2014.

93. Горбачук В.О. Використання лабораторно-практичного заняття як ефективної форми організації навчального процесу при вивченні математичної статистики. Шістнадцята міжнародна наукова конференція ім. акад. Михайла Кравчука, 14–15 травня, 2015р., Київ: Матеріали конф. Т.3. Теорія ймовірностей та математична статистика. Історія та методика математики. К.: НТУУ «КПІ», 2015. 132-134 с.

94. Горбачук В.О. Використання педагогічних і професійних програмних засобів у навчанні математичної статистики студентів економічних спеціальностей.

Науково-практична Інтернет-конференція «Інформаційні технології в навчальному процесі 2013». URL: [http://ikt-cn.org/images/gorbachuk\\_13.pdf](http://ikt-cn.org/images/gorbachuk_13.pdf)

95. Горбачук В.О. Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій студентами економічних спеціальностей для розв'язування задач математичної статистики під час проведення лабораторно-практичних занять. Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні проблеми математики та методики її навчання у вищій школі» НПУ імені М.П. Драгоманова /НУХТ. On-line конференція. 17-18 грудня 2020 р.

96. Горбачук В.О. Математична статистика. Лабораторно-практичні заняття: навчальний посібник. К.: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2016. 128 с.

97. Горбачук В.О. Математичне моделювання інвестиційної діяльності підприємства. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових прац. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2012. №9. с. 80-92.

98. Горбачук В.О. Методика розв'язання задач з математичної статистики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. Матеріали Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасні науково-методичні проблеми математики у вищій школі», 25-26 червня 2015 р. К.: НУХТ, 2015. с. 170-173.

99. Горбачук В.О. Можливості мов програмування R та Python у навчанні математичної статистики. Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін», присвячена 85-річчю від дня народження професора Горбачука І.Т. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. с. 155-158.

100. Горбачук В.О., Парчук М.І. Функції MS Excel у навчанні Теорії ймовірностей і математичної статистики. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання природничо-математичних дисциплін: матеріали Міжнародного науково-практичного семінару, 28 жовтня 2014 року. К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. 76-77 с.

101. Горбачук І.Т., Горбачук В.О. Особливості підготовки педагогічних фахівців з фізики і математики за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр».

Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю: збірник матеріалів міжнародної наукової інтернет-конференції. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2014. 161-163 с.

102. Горбачук І.Т., Горбачук В.О., Мусієнко Ю.А. Деякі питання сучасного стану фізико-математичної освіти в Україні і перспективи. Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми фізико-математичної освіти і науки», присвячена 95-річчю від дня народження доктора технічних наук, професора Дущенко В.П. 25-26 травня 2017 року, Київ, Україна К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. с. 120-123.

103. Горбачук І.Т., Левандовський В.В., Січкара Т.Г., Шут М.І., Янчевський Л.К. Дослідження довго плинних фізичних процесів з використанням АЦП. Спеціальний фізичний практикум, Частина 4. Навч.-метод. посібник. К.: Видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова. 2012. 123 с.

104. Горбачук О.І. Економічна дипломатія в забезпеченні економічної безпеки держави - Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 21.04.01 - економічна безпека держави (економічні науки) - ВНЗ "Університет економіки та права "КРОК", Київ, 2017. URL: <https://library.krok.edu.ua/ua/kategoriji/disertatsiji-avtoreferati-vidguki/ekonomichna-dyplomatiia-v-zabezpechenni-ekonomichnoi-bezpeky-derzhavy>

105. Горбачук О.І., Горбачук В.О. Застосування кореляційного аналізу в дослідженні впливу економічної дипломатії на рівень економічної безпеки держави. Institutional framework for the functioning of the economy in the context of transformation: Collection of scientific articles - Publishing house «BREEZE», Montreal, Canada, 2015. с. 282–287.

106. Горбачук О.І., Рокоча В.В.. Місце економічної дипломатії в системі економічної безпеки держави. Вчені записки Університету «КРОК»: зб. наук. праць. Київ: Вид-во Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК», 2019. Вип. №2(54). С. 110–118.

107. Горбачук О.І., Рокоча В.В.. Політико-дипломатична складова економічної безпеки держави. Вчені записки Університету «КРОК»: зб. наук. праць.

Київ: Вид-во Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК», 2020. Вип. №1(57). С.155–163.

108. Горбачук В.О. Лабораторно-практичне заняття з математичної статистики. Вища освіта України: тематичний випуск «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» Додаток 2, том 2, Київ Кіровоград, 2014. 117-122 с.

109. Горошко Ю. В. Розв'язування математичних задач практичного змісту за допомогою комп'ютера. Сучасні інформаційні технології в навчальному процесі : зб. наук. праць. Київ : КДПІ ім. М. П. Драгоманова, 1991. С. 41–51.

110. Грат Н.Я. К вопросу о реформе логики: Опыт новой теории умственных процессов. Лейпциг, 1982. 349с.

111. Громыко Г.Л. Общая теория статистики: Практикум. М.: ИНФРА-М, 2000. 139 с.

112. Губар Д. Є. Методика створення і застосування інтерактивних засобів навчання студентів класичного університету аналітичної геометрії : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). Донецький національний університет. Донецьк, 2013. 374 с.

113. Гуревич Р.С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі і наукових дослідженнях. Вінниця: ТОВ «Планер», 2005. 366 с.

114. Гусаров В.М. Теория статистики: Учеб. пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 463 с.

115. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения : Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования. М. : Наука, 1986, 232 с.

116. Давыдов В.В. Теория обучающего обучения. М.: ИНТОР, 1996.

117. Державний класифікатор продукції і послуг. ДКПП. Державний класифікатор України. ДК016-97. Чинний від 1999-01-01.

118. Деркач Ю. В. Методика реалізації між предметних зв'язків математики та спеціальних дисциплін у навчанні студентів економічних спеціальностей : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). Таврійський національний університет ім. В. І. Вернадського. Сімферополь, 2009. 187 с.

119. Дибкова Л. М. Навчальна успішність у контексті компетентнісного підходу. Інформаційні технології і засоби навчання. Ін-т інформ. техн. і засобів навчання, Ун-т менеджменту освіти. Електрон. текст. дані. Київ, 2010. Т. 15, № 1. URL: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/69>.

120. Дубиніна О. М. Математична культура в системі професійної підготовки інженерів з програмного забезпечення. Проблеми інженерно-педагогічної освіти : збірник наукових праць. URL: <http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/40-41/31.pdf> (дата звернення : 25.11.2017)

121. Думанська Т. В. Формування математичних компетентностей бакалаврів економічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 „Теорія та методика навчання (математика)”. Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, 2018.

122. Дутка Г. Я. Проблема формування математичної компетентності у професійній підготовці майбутніх економістів. Вісник Університету банківської справи Національного банку України. 2013. № 2. С. 268-273. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VUbsNbU\\_2013\\_2\\_55](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VUbsNbU_2013_2_55)

123. Дутка Г.Я., Математична компетентність як основа професійної підготовки майбутніх економістів. ISSN 2076-586X. Вісник Черкаського університету. 2017. № 16. Серія «Педагогічні науки», с. 3-10

124. Двяткина М.А. Инновационная политика высшего учебного заведения. М.: ЗАО «Экономика», 2006. 178 с.

125. Економіка освіти та управління : навч. посіб. Київ : Пед. думка, 2013. 183 с.

126. Економічна статистика: Методична розробка, 2018

127. Економічна статистика: Навч.-метод. посібн. для самост. вивч. дисц. Р.М.Моторін, А.В.Головач, А.В.Сидорова та ін. За заг.ред. Р.М. Моторіна. К.:КНЕУ, 2005. 326 с.

128. Елисеєва І.І., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник. М.: Финансы и статистика, 1996. 386 с.
129. Елисеєва Т.В., Костенко Т.В., Хомченко Л.И. Международная статистика: Учеб. пособие. Мн.: Высшая школа, 1995. 268 с.
130. Ефимова М.Р., Гапченко О.Н., Петрова Е.В. Практикум по общей теории статистики. М.: Финансы и статистика, 2000. 280 с.
131. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики: Учебник. М.: ИНФРА-М, 1999. 416 с.
132. Ефремова Н.Ф. Тестовый контроль в образовании: учебное пособие для студентов, получающих образование по педагогическим направлениям и специальностям. М.: Логос, 2007. 368 с.
133. Єріна А.М., Мазуренко О.К., Пальян З.О. Економічна статистика: Практикум. К.: ТОВ „УВПУ „Екс Об”, 2002. 232с.
134. Єріна А.М., Пальян З.О. Теорія статистики: Практикум. 5-е вид., стереотип. К.: Знання, 2005. 255 с.
135. Жалдак М. И. Математика с компьютером. Пособие для учителей. Киев : РУНЦ ДИНИТ, 2004. 252 с.
136. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: посібник для вчителів. К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2004. 182 с.
137. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. Праць. К.: НПУ імені М. П. Драгоманова. Вип. 7. 2003. С. 3–16.
138. Жалдак М. І. Система підготовки вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2011. №. 11. С. 3-15. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu\\_2\\_2011\\_11\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2011_11_3)
139. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. Праць. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. Випуск 7. 2003. 263с.

140. Жалдак М.І., Горошко Ю.В., Вінниченко Є.Ф. Математика з комп'ютером Посібник для вчителів. – 3-тє вид. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – 315 с.

141. Жалдак М.І., Морзе Н.В. Методика ознайомлення учнів із поняттям інформації. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць. - К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. - Випуск 2. - 2000. - С. 3-25.

142. Зайченко І. В. Педагогіка. Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів, 2-е вид. . К., «Освіта України», «КНТ», 2008. 528 с.

143. Зак А.З. Развитие способности действовать «в уме» у школьников I-X классов. Вопросы психологии. 1983. №1. С.43-50.

144. Заключний звіт про науково-дослідну роботу (22/11-12) «Розробка і впровадження навчально-наукового комп'ютеризованого комплексу лабораторних робіт саморозвитку особистості при підготовці учителя фізики». Номер державної реєстрації НДР: 0111U003664

145. Закон України «Про інформацію». Верховна Рада України (офіційний веб-портал). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

146. Закон України «Про Національну програму інформатизації». Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/98-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

147. Закон України «Про вищу освіту». Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

148. Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки. Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

149. Закон України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки» від 9 січня 2007 року № 537-V. URL: <http://zakon.Rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.
150. Занков Л. В. Дидактика и жизнь. М. : Просвещение, 1968. – 175 с.
151. Иванов Ю. И. Разработка тестов и методы контроля знаний по дисциплинам. Качество, инновации, образование. – 2008. – № 7.
152. Ильясов И.И. Структура процесса учения. – М., 1986. – 200с
153. Иляшенко Л. К. Формирование математической компетентности будущего инженера по нефтегазовому делу: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Сургут, 2010. – 210 с, с. 52
154. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика. М., 1991. 240 с.
155. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика. М.: Педагогика, 1999. 238 с.
156. Иванченко Є. А. Інтегративні процеси в професійній підготовці майбутніх фахівців: теорія та практика використання. URL: [https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2009/3\\_2009/23.pdf.pdf](https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2009/3_2009/23.pdf.pdf). 197
157. Інновації в освіті: проблеми та перспективи: Зб.наук.праць Освітнянські обрії: реалії та перспективи. Під ред. Н.Т. Тверезовської - К.: ПІТО, 2007. - №1 (1) – 432 с.
158. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навч. посібник. В. В. Корольський, Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк; наук. ред. Академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. – 324 с.
159. Інформаційні технології в освіті: Збірник наукових праць; За заг. ред. О. В. Співаковського. – Херсон, 2008.
160. Калмыкова З. И. Продуктивное мышление как основа обучаемости : монография. НИИ общ. и пед. психологии АПН СССР. – М. : Педагогика, 1981. – 200 с.
161. Кальней, В.А. Технология мониторинга качества обучения в системе 'учитель-ученик' : методическое пособие для учителя. Москва : Педагогическое общество России, 1999. – 86 с. – ISBN 5-93134-015-7



162. Картежников Д.А. Визуальная учебная среда как условие развития математической компетентности студентов экономических специальностей: автореферат дис. ... кандидата педагогических наук: 13.00. Омск, 2007. – 23 с.

163. Класифікація видів економічної діяльності. КВЕД. Державний класифікатор України. ДК009-96. Чинний від 1997-01-07.

164. Клименко І.В. Антиципаційна спроможність як компонент прогностичної компетентності курсантів майбутніх правоохоронців. – Психологічний часопис №1 (11), 2018, с. 61-70

165. Клочко В. І. Застосування новітніх інформаційних технологій при вивченні вищої математики у технічному вузі : навчальний посібник / В. І Клочко. – Вінниця : ВДТУ, 1997. – 300 с.

166. Клочко В. І. Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі : дис... доктора пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / В. І . Клочко ; НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 1998. – 396 с.

167. Клочко В. І. Формування знань майбутніх інженерів з інформаційних технологій розв'язування диференціальних рівнянь : монографія / В. І. Клочко, З. В. Бондаренко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 216 с.

168. Кобильник Т.П., Когут У.П. Системи комп'ютерної математики в навчанні студентів напряму підготовки "Інформатика". [Електронний ресурс]. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1019/765>

169. Коваленко Е. Э. Методика профессионального обучения: учебник для инженеров-педагогов, преподавателей спецдисциплин системы профессионально-технического и высшего образования . Харьков: ЧП Штрих, 2003. – 682 с.

170. Коваль Т. І. Підготовка викладачів вищої школи: інформаційні технології у педагогічній діяльності: навч.-метод. посібник . К.: КНЛУ, 2009. – 380 с.

171. Ковтун Н.В., Столяров Г.С. Загальна теорія статистики: Курс лекцій. – К.: Четверта хвиля, 1996. – 144 с.

172. Колягин Ю.М., Методические проблемы применения задач в обучении математики, Москва: Просвещение, 1982, pp. 116-122.

173. Компетентнісний підхід до підготовки педагогів у зарубіжних країнах: теорія та практика : монографія. Н. М. Авшенюк, Т. М. Десятов, Л. М. Дяченко, Н. О. Постригач, Л. П. Пуховська, О. В. Сулима. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2014. — 280 с. ISBN 978-966-189-328-2

174. Концепція національної програми інформатизаціїГолос України. – 1998. – 7 квітн. – С. 10.

175. Копил Г. О. Міжкультурна компетенція як системоутворювальний чинник формування професійної компетентності фахівцівз міжнародної економіки. Стратегії міжкультурної комунікації в мовній освіті сучасного ВНЗ : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ (15 берез. 2016 р.). М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана» ; редкол.: І. А. Колеснікова (голова) [та ін.]. – Київ : КНЕУ, 2016. – С. 166–170

176. Корбут О. Г... Електронний підручник як елемент освітнього середовища.. Національний технічний університет України «КПІ». URL: <http://confesp.fl.kpi.ua/ru/node/1087>

177. Корнилова Т. В. Формирование прогностической компетентности будущих специалистов дошкольного образовательного учреждения в вузе : дис. ... кандидата педагогических наук :13.00.08 / Татьяна Васильевна Корнилова. – Магнитогорск, 2009. – 198 с.

178. Костюк Г. С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. – Київ : Радянська школа, 1989. – 608 с.

179. Краевский В.В. Предметное и общепредметное в образовательных стандартах. Педагогика. – 2003. – №9. – С.3-10

180. Креш Л.Л., Працьовитий М.В. Векторна алгебра–основа сучасної математичної освіти вчителя математики. Дидактика математики: проблеми і дослідження. Випуск 31. 2009, с 34-37

181. Куделіна О.В. Використання персонального комп'ютера в процесі навчання вищої математики. Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). — №4. — Бердянськ: БДПУ, 2008. — 304 с. — С.187-192.

182. Кудрявцев Л.Д. Современная математика и ее преподавание. – М.: Наука, 1985. – 170с.
183. Кулинич О.І. Економічна статистика: Навч. посібник. – Хмельницький: Поділля, 2000. – 286 с.
184. Кулинич О.І. Теорія статистики. Задачник: Навч. посібник. – Кіровоград: Центрально-українське видання, 1997. – 164 с.
185. Курс социально-экономической статистики: Учебник. Под ред. М.Г. Назарова. – М.: Финстатинформ, 2000. – 426 с.
186. Левандовський В.В., Горбачук В.О., Шитова С.Л. Комп'ютеризований науково-навчальний тематичний модуль з різнорівневою рейтинговою самооцінкою/оцінкою знань, мультимедійними відеодемонстраціями та аудіосупроводом. Матеріали міжнародного науково-практичного семінару 28 жовтня 2014 р. присвяченого 60-річчю від дня народження Сергієнка В.П. - К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014, - 163 с.
187. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М. : Смысл, 2004. – 352 с
188. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. – М. – 1981.
189. Лугинин О.Е. Статистика в рыночной экономике: Учеб. пособие. – 2-е изд. доп. и переаб. – Ростов-на-Дону:Феникс, 2006. – 509 с.
190. Лугинин О.Е., Кравцова Л.В., Белоусова С.В. Статистика в рыночной экономике: Учеб. пособие. – Херсон: МИБ, 2001. – 228 с.
191. Лугінін О.Є., Білоусова С.В. Статистика.: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 580 с.
192. Лугінін О.Є., Фомішин С.В. Статистика національної економіки та світового господарства: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 502 с.
193. Львов М. С. Концепція програмної підтримки математичної діяльності. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць / М. С. Львов. – К. : НПУ ім. М.П. Драгоманова. – 2003. – Вип. 7. – С. 36–48.

194. Ляшенко О. І., Раков С. А. Тестові технології моніторингу в системі освіти України: стан і перспективи розвитку. URL [http://monitoring.in.ua/up/files/publikacii/Ukraine/testovi\\_tehnologii\\_v\\_osviti.pdf](http://monitoring.in.ua/up/files/publikacii/Ukraine/testovi_tehnologii_v_osviti.pdf)
195. Малафійк І. В. Дидактика. Навчальний посібник. — К.: Кондор, 2009. — 406 с.
196. Мармоза А.Т. Практикум з теорії статистики. — К.: Ельга, Ніка-Центр 2003. — 344 с.
197. Мармоза А.Т. Теорія статистики: Навч. посібник. — К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. — 392с.
198. Марченко Л.П., Довженкова В.Г., Іонин В.Г. и др. Статистика: Курс лекцій. — Новосибірськ: НГАЭ и У; М.: ИНФРА-М, 1998. — 310 с.
199. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. — М.: 1972. — 208 С.
200. Матюшкин А.М.: Проблемные ситуации в мышлении и обучении. — М.: 1972. — С. 95. 22.
201. Межейнікова Л.С., Швець В.О. Математичні задачі з фінансовим змістом в основній школі: навчально-методичний посібник. - Х.: Видавнича група" Основа, 2005
202. Менделевич В. Д. Неврология и психосоматическая медицина. М.: МЕДпресс-информ, 2002. — 608 с.
203. Минько А. А. Статистический анализ в MS Excel. М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. — 448 с.
204. Михалін Г. О. Професійна підготовка вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу : Монографія. Київ : РННЦ ДІНІТ, 2003. — 320 с.
205. Мойко О. Інформатизація освіти та проблеми впровадження в освіту інформаційних технологій. Молодь і ринок. — 2011. — № 5(76). — С. 115–118.
206. Морзе Н. В. Система методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах : автореф. дис....доктора пед. наук : 13.00.02 — теорія і методика навчання інформатики / Наталія Вікторівна Морзе;

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2003. – 43 с.

207. Морзе Н. В. Основи методичної підготовки вчителя інформатики: монографія. К.: Курс, 2003. – 372 с., с. 213–217

208. Надточій С. Л. Використання педагогічних програмних засобів у навчанні студентів теорії ймовірності і математичної статистики - Київ : НПУ, 2008. - Вип. 6 (13) : До 175-річчя НПУ ім. М.П. Драгоманова. - С. 116-126

209. Наказ МОН України Про затвердження Положення про електронний підручник. Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0621-18#Text> (дата звернення : 13.11.2019) – Назва з екрану

210. Наказ МОН України. «Про затвердження «Концептуальних засад розвитку педагогічної освіти в Україні та її інтеграції в європейський освітній простір». Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

211. Національна доктрина розвитку освіти. Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

212. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

213. Нетрадиційні форми лекцій у вищій школі Караван Ю.В., Саницька А.О., Ташак М.С. URL: <http://nauka.zinet.info/15/karavan.php>

214. Нічуговська Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти : монографія. Полтава : РВВ ПУСКУ, 2003. – 289 с.

215. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. URL <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

216. Общая теория статистики. Статистическая методология в изучении коммерческой деятельности: Учебник. А.И.Харламов, О.Э. Башина, В.Т. Батурин и др. Под ред. А.А. Спирина, О.Э. Башиной. – М.: Финансы и статистика, 1996. 296 с.

217. Общая теория статистики: Учебник для вузов. А.Я.Боярский, Л.Л. Викторов, А.М. Гольдберг и др. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 338 с.

218. Овчарук Р.Ю. Теорія статистики: Навч.посібник. К.: Вікар, 2003. – 204 с.

219. Овчарук. О. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти. Стратегія реформування освіти в Україні: рекомендації з освітньої політики. – К.: «К.І.С.», 2003

220. Онопрієнко О. В. Предметна математична компетентність як дидактична категорія. Початкова школа. — 2010. — № 11. — С.46—50

221. Опря А.Т. Статистика (з програмованою формою контролю знань). Математична статистика: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 472 с.

222. Ортинський В.Л. Педагогіка вищої школи. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Центр учбової літератури, 2009. 472 с.

223. Парфенцева Н. Міжнародні статистичні класифікації в Україні. Впровадження і використання. – К.: Основи, 2000. – 351 с.

224. Парчук М. І., Один з підходів до класифікації задач з теорії ймовірностей та математичної статистики для студентів фізичних спеціальностей. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3 : Фізика і математика, vol. 17, Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2016, pp. 74-82.

225. Пасхавер И.С., Яблочник А.Л. Общая теория статистики: для программного обучения: Учеб. Пособие. Под ред. М.М. Юзбашева. – 2-е изд.-М.: Финансы и статистика, 1993. – 264 с.

226. Пиаже Ж. Избранные психологические труды: Пер. с франц. – М.: Просвещение, 1969. – 659с.

227. План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні. URL:<https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBM0APKQmc4LUd2MmVFckk/view> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

228. Платонова Н.М., Якунин В.А. Педагогика. Теория обучения. Учебное пособие. СПб. – 1993. – 82с. та ін.

229. Пойа Д. Как решать задачу. — Львов: Журн. «Квантор», 1991. — 214 с.: ил.

230. Полат Е. С. Новые информационные технологии в системе образования: учеб. пособие / Е. С. Полат и др. – М.: Академия, 1999. – 224 с., С. 15–16

231. Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах, затверджене наказом Міністерства освіти України від 2 червня 1993 р. N 161 (втратило чинність на підставі Наказу Міністерства освіти і науки № 1310 від 13.11.2014)

232. Практикум по общей теории статистики: Учеб. пособие. – 2-е издание, перераб. и дополн. Под ред. проф. Н.Н. Рязова. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 278 с.

233. Практикум по социально-экономической статистике: Учеб. Пособие. А.И. Грибоедова, Н.П. Дощинская, С.Н. Захаренков и др. Под общ. ред. И.Е. Теслюка. – Мн.: ИНФРА, 1998. – 242 с.

234. Працьовитий М. В. Методика вивчення векторного добутку векторів майбутніми вчителями математики. Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова : зб. Наукових праць. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – № 6. – С. 6–17.

235. Працьовитий М.В., Ніколаєнко С.В. Курс „Наукові основи шкільного курсу математики” в системі підготовки сучасного вчителя математики. Видавництво НПУ імені МП Драгоманова, 2010

236. Про державну статистику: Закон України. Голос України. – 1992. – 21 жовтня 1992.

237. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій: Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1341.
238. Про затвердження Стратегій розвитку державної статистики на період до 2008 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 13 липня 2004 р., № 910. Урядовий кур'єр. – 2004. – 19 серпня, № 156.
239. Про заходи щодо розвитку державної статистики: Указ Президента України від 22 листопада 1997 р. № 1299/97. Статистика України. – 1998. – №1.
240. Програми підготовки бакалавра та магістра математики (економіки та інформатики), впроваджених в 2015 році.
241. Прус А.В., Швець В.О. Збірник задач з методики навчання математики. - Житомир: " Рута", 2011
242. Психология. Словарь. под ред. А.В.Петровского, М.Г.Ярошевского. – М., 1990. – 494с.
243. Пышкало А. М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе: Авторский доклад по монографии «Методика обучения геометрии в начальных классах», предст. на соиск. уч. степ. докт. пед. наук. – М., 1975. – 60 с.
244. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу в навчанні з використанням інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук: спец 13.00.02 «Теорія і методика навчання інформатики» / С. А. Раков. – Київ, 2005. – 51 с.
245. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ / С. А. Раков. – Харків :Факт, 2005. – 360 с.
246. Раков С. А. Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти. Математика в школі. – 2005. – № 5.
247. Раков С.А. Педагогічні можливості тестів з математики формату SA (коротка відповідь). Комп'ютер у школі і сім'ї. – 2004. – №1.
248. Раков С.А., Горох В.П., Осенков К.О. Роль доведень у навчанні математики та їх підтримка засобами комп'ютерного моделювання у пакетах динамічної геометрії.



249. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури вчителя математики при вивченні методів обчислень у педагогічному вузі. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. –Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. – Вип. 2. – С. 25–47.
250. Рамський Юрій Савіанович. Методична система формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики.- Дисертація д-ра пед. наук: 13.00.02, Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. - К., 2013.- 560 с.
251. Роберт І. Сучасні інформаційні технології в освіті: дидактичні проблеми; перспективи використання. – М: Школ-Пресс, 1994. – 205с.
252. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. – М.: Изд-во АН СССР – 1957.
253. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 147с.
254. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. 2-е изд. М.: Учпедгиз, 1947. – 704с.
255. Рубинштейн С.Л. Проблемы высшей психологии. – М. – 1976.
256. Рубинштейн С.Л. Психологические воззрения И.М. Сеченова и советская психологическая наука. – Вопросы психологии. – 1965. – № 5.
257. Рубинштейн С.Л. Психология. – М. – 1976.
258. Рязов Н.Н. Общая теория статистики: Учебник для вузов. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 292 с.
259. Савченко О. Упровадження компетентнісного підходу в початкову освіту: здобутки і нерозв'язані проблеми Рідна школа. - 2014. - № 4-5. - С. 12-16. - URL:[http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh\\_2014\\_4-5\\_8/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh_2014_4-5_8/) Дидактика початкової освіти: Підручн. К.: Грамота, 2012. 504 с.
260. Сейдаметова Зарема Сейдаліївна. Методична система рівневої підготовки майбутніх інженерів-програмістів за спеціальністю "Інформатика". - Видавництво НПУ ім. МП Драгоманова, 2007
261. Семеріков С. О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформативних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис....док. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Сергій Олександрович

Семеріков; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2009. – 536 с.

262. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: монографія. Кривий Ріг : Мінерал; Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. – 340 с.

263. Семушин А. Д., Активизация мыслительной деятельности учащихся при изучении математики : обучение обобщению и конкретизации : пособие для учителей, Москва: Просвещение, 1978.

264. Сергієнко В.П., Франчук В.М./ Методичні рекомендації зі створення тестових завдань та тестів у системі управління навчальними матеріалами MOODLE – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2012. – 58 с.

265. Сиденко А.В., Башмаков Б.И., Матвеева В.М. Международная статистика: Учебник. – М.: Дело и сервис, 1999. – 272 с.

266. Симчера В.М. Практикум по статистике: Учеб. пособие. – М.: ЗАО „Финстатинформ”, 1999. – 226 с.

267. Сітак Ірина Вікторівна. Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій. Дисертація канд-та пед. наук: 13.00.02, Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. - К., 2018.- 325 с.

268. Скафа Е. И. Эвристическое обучение математике: теория, методика, технология. Монографія / Е. И. Скафа. – Донецк: Издательство ДонНУ, 2004. – 439 с.

269. Скафа О. І . Наукові засади методичного забезпечення кредитно-модульної системи навчання у вищій школі : монографія / О. І. Скафа, Н. М. Лосева, О. В. Мазнев. – Донецьк : ДонНУ, 2009. – 379 с.

270. Скафа О. І. Комп'ютерно-орієнтовані уроки в евристичному навчанні математики : навчально-методичний посібник / О. І. Скафа, О. В. Тутова. – Донецьк : Вид-во Вебер, 2009. – 320 с.

271. Слепкань З. І. Методика навчання математики: Підручник, Вид. 2-ге, допов. і переробл.— К: Вища школа, 2006.— 582 с.

272. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі : Навч. посібник / З. І. Слєпкань. – Київ : Вища школа, 2005. – 239 с.
273. Смирнова-Трибульська Є.М. Дистанційне навчання з використанням системи MOODLE: Навчально-методичний посібник. – Херсон: Айлант, 2007. – 492 с.
274. Співаковський О. В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук: спец 13.00.02 «Теорія і методика навчання інформатики» / О. В. Співаковський. – Київ, 2004. – 46 с.
275. Співаковський О. В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей / О. В. Співаковський. – Херсон : Айлант, 2003. – 229 с.
276. Спирін О. М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за кредитно-модульною системою. – Житомир: Видво ЖДУ ім. І. Франка, 2007. – 300с., с. 206
277. Стандарт вищої освіти, розроблений в НПУ імені М.П.Драгоманова в 2012 році
278. Статистика підприємництва: Навч. посібник / За ред. П.Г. Валікова, В.П. Сторожука. – К.:Слобожанщина,1999. – 574с.
279. Статистика промисленности: Учебник. В.Е.Адамов, Э.В. Вергилис, Э.М. Воронина и др. Под ред. В.Е. Адамова. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 456 с.
280. Статистика: Збірник задач: Навч. посібни. А.В. Головач, А.М.Єріна, О.В.Козирєв та ін. За ред. А.В. Головача. – К.: Вища школа, 1994. – 384 с.
281. Статистика: Навч.-метод. посібник для самоств. вивч. дисц. А.М. Єріна, Р.М. Моторін, А.В. Головач та ін. За заг.ред. А.М. Єріної, Р.М. Моторіна. – К.: КНЕУ, 2002. – 448 с.
282. Статистика: навчально-методичний посібник для студ. ден. та заоч. форм навч. за напрямками «Туризм» та «Товарознавство й торгівельне підприємництво». Я.

В. Федько ; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». – Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. – 148 с.

283. Статистика: Підручник. С.С. Герасименко А.В. Головач, А.М. Єріна та ін. За наук. ред. С.С. Герасименка. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2000. – 460 с.

284. Статистический словарь. Гл. редактор Ю.А. Юрков. – М.: Финстатинформ, 1996. – 479 с.

285. Статистичний щорічник України за 2005 рік. Державний комітет статистики України. – К.: Консультант, 2006. – 205 с.

286. Степаненко Н.В. Статистика: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1991. – 205 с.

287. Стеценко С.Г., Швець В.Г. Статистика населення: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 463 с.

288. Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020». Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015#Text> (дата звернення : 27.09.2019) – Назва з екрану.

289. Стрельніков В. Ю. Проектна освіта і технологія проектного навчання у вищій школі / В. Ю. Стрельніков // Неперевна професійна освіта: теорія і практика. – 2004. – Вип. 1. – С. 63–69.

290. Тараненко Ю., Подбор закона распределения случайной величины по данным статистической выборки средствами Python. URL: <https://habr.com/ru/post/331560/>, 2017, Дата звернення: 14.01.21.

291. Тарасенкова Н. А. Теоретико-методичні основи використання знако-символьних засобів у навчанні математики : Монографія / Н. А. Тарасенкова. – Черкаси : Відлуння-Плюс, 2002. – 400 с.

292. Теория статистики: Учебник. Под ред. Р.А. Шмойловой. – 3-е изд., перераб. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 464 с.

293. Теорія статистики: Навч.посібник. Вашків П.Г., Постер П.І., Сторожук В.Л., Ткач Е.І. – 2-е видання, стереотип. – К.: Либідь, 2004. – 288 с.

294. Терпак Н.В. Використання ІКТ та можливостей Інтернет на уроках математики.
295. Токарчук О. М., Математична компетентність як складова професійної підготовки майбутнього економіста. Наукові записки. Серія: Педагогіка – 2012. - №3, с. 18-24
296. Тоффлер Е. Третя хвиля / Тоффлер Е. – К.: Вид. дім „Всесвіт”, 2000. – 480 с.
297. Триус Ю. В. Комп’ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики. Черкаси : Брама-Україна, 2005. 400 с.
298. Триус Ю.В. Інноваційні інформаційні технології у навчанні математичних дисциплін.- Видавництво Львівської політехніки, 2012.
299. Триус Ю.В., Стеценко І.В., Оксмитна Л.П., Франчук В.М., Герасименко І.В. Використання системи електронного навчання MOODLE для контролю і оцінювання навчальної діяльності студентів ВНЗ: Методичний посібник. Черкаси: МакЛаут, 2010. 200 с.
300. Триус Юрій Васильович. Комп’ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах: дис.... доктора пед. наук: 13.00. 02-теорія і методика навчання інформатики. Черкаський нац. ун-т ім. Б. Хмельницького. Черкаси, 2005. 649 с.
301. Триус Юрій Васильович, Заспа Григорій Олександрович, Кожем'якін Олексій Сергійович, Аширова Альона Вікторівна. Інформаційно-аналітична система підтримки освітньої діяльності структурних підрозділів закладів вищої освіти. - Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки, Випуск 4, 2020, с. 27-38
302. Триус Юрій Васильович. Комп’ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи. - Науковий часопис НПУ імені МП Драгоманова. Серія 2. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання, 9(16), 2010, с.20-34.
303. Туркот Т. І. Педагогіка вищої школи: навч. посібник К.: Кондор, 2011. 628 с.

304. Турчин В. Н., Теория вероятностей и математическая статистика. Основные понятия, примеры и задачи. Учебник для студентов высших учебных заведений., Днепропетровск: ИМА-ПРЕСС, 2012.
305. Удотова Л.С. Соціальна статистика: Підручник. К.: КНЕУ, 2002. 376 с.
306. Уманець Т.В. Економічна статистика: Навч. посібник. К.: Знання, 2006. 429 с.
307. Уманець Т.В. Загальна теорія статистики: Навч. посібник. К.: Знання, 2006. 239 с.
308. Уманець Т.В., Пігарев Ю.Б. Статистика: Навч. посібник. К.: Вікар, 2003. 623 с.
309. Федорова С. В Информационная культура личности как условие существования и развития в информационном обществе URL: <http://cde.sakha.ru/Arxiv/VILYI/KonVil/fcv.htm>
310. Фомкіна О.Г. Удосконалення методики навчання математики в економічному вузі: шляхи, форми і засоби, перспективи. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2008.
311. Фридман Л. М., Психологический анализ задач. Основные свойства и виды задач. Новые исследования в психологии. Москва: Педагогика. 1971. с. 9-14.
312. Фридман Л. М., Психолого-педагогические основы обучения математике в школе. Учителю математики о педагогической психологии. Москва: Просвещение, 1983.
313. Фридман Л.М. Педагогический опыт глазами психолога. М.: Просвещение, 1987.
314. Фурман А.В. Оптимізація розумового розвитку школярів: психологічний аспект. Рад. школа. 1989, №9. С.51-57.
315. Фурман А.В. Проблемні ситуації в навчанні. К.: 1991. С. 161-178.
316. Фурман А.В. Психодіагностика інтелекту в системі диференціації навчання. К.: «Освіта». 1993. С. 19-25.
317. Фурман А.В. Психологічні умови оптимізації розумового розвитку школярів. Психологія. Вип. 31. К.: 1989. С. 11-23;

318. Фурман А.В. Уровни решения проблемных задач учащимися. Вопросы психологии — 1989. — №3. — С. 42-53.
319. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения . М. : Изд-во МГУ, 2003. 416 с.
320. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. М.: Логос, 2002. 432 с
321. Черевко В.О., Компетентнісний підхід як методологічна основа формування лідерських якостей особистості, 2018. с 443-454.
322. Чумак О. О. Методика комп'ютерно-орієнтованого навчання теорії ймовірностей та випадкових процесів майбутніх інженерів : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). Донецький національний університет. Донецьк, 2014. 207 с.
323. Чуяко Е. Б. Обучение профессионально-ориентированной математической деятельности студентов экономических специальностей вуза: автореф. канд. пед. наук: 13.00.02. Астрахань, 2009. с. 11
324. Шарко М.В. Державне регулювання інноваційних процесів. Актуальні проблеми економіки. 2003, №12 (30) - с. 168- 177.
325. Швець В.О. Принципи формування базового змісту математичної освіти. - Дидактика математики: проблеми і дослідження.—Донецьк: Фірма ТЕАН, 2001, с. 63-69
326. Шкіль М. Л. Математичний аналіз. К. : Вища школа, 1994. 423 с.
327. Экономическая статистика: Учебник. Под ред. Ю.Н.Иванова. М.: ИНФРА-М, 1998. 480 с.
328. Якиманская И. С. Развивающее обучение. М. : Педагогика, 1979. 144 с.
329. Яцько О. М. Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання інформатики майбутніх економістів у вищих навчальних закладах : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика). Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2016. 321 с.

## ДОДАТКИ

*Додаток А*

### **Аналіз навчальних планів зразка 2017 року**

#### **КНУ імені Т.Г. Шевченка**

*Механіко-математичний факультет, спеціальність «Статистика»*

**ТЙ** — 5-6 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.2. Дисципліни циклу природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 10 кредитів, 300 годин.

**МС** — 5 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 6 кредитів, 180 годин.

**Блок дисциплін «Прикладна статистика»** — 5, 6, 8 семестри, Вибіркова частина навчального плану (3.2.2. Дисципліни вільного вибору студента), на всі дисципліни 20,5 кредитів, 615 годин. (Перелік навчальних дисциплін: «Біостатистика та геостатистика», «Математичне моделювання випадкових процесів», «Планування вибірових обстежень», «Статистика випадкових процесів», «Аналіз пропущених даних та статистика з цензуруванням», Курсові роботи №2 і №3.

#### **СДПУ імені А.С. Макаренка**

*Спеціальність – «Математика», Спеціалізація – «Економіка»*

**ТЙіМС** — 7 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.2. Дисципліни фундаментальної, природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 4,5 кредитів, 135 годин.

**Теорія статистики** — 5 семестр, Вибіркова частина навчального плану (2.1. Дисципліни самостійного вибору навчального закладу), 3 кредити, 90 годин.

#### **ВДПУ імені Михайла Коцюбинського**

*Спеціальність – «Математика»*

**ТЙіМС** — 7 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни професійної та практичної підготовки), 5,5 кредитів, 165 годин.

#### **ЛНУ імені І.Франка**

*Спеціальність – «Економіка підприємництва»*



**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу фундаментальної, природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Статистика** — 4 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Статистика підприємств** — Вибіркова частина навчального плану (2.1. Дисципліни самостійного вибору студента), 3 кредити, 90 годин.

*Спеціальність – «Фінанси і кредит»*

**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу фундаментальної, природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Статистика** — 3 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Фінансова статистика** — Вибіркова частина навчального плану (2.1. Дисципліни самостійного вибору студента), 2 кредити, 60 годин.

*Спеціальність – «Економічна кібернетика»*

**ТЙіМС** — 3 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу фундаментальної, природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Статистика** — 4 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки), 4 кредитів, 120 годин.

*Спеціальність – «Прикладна статистика»*

**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу фундаментальної, природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 6 кредитів, 180 годин.

**Статистика** — 3-4 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки), 10 кредитів, 300 годин.

**Економічна статистика** — 5-6 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки), 9 кредитів, 270 годин.

**Статистичне моделювання і прогнозування** — 7-8 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки), 9 кредитів, 270 годин.

**Статистика** — 7-8 семестр, Нормативна частина навчального плану (Дисципліни циклу професійної та практичної підготовки), 10 кредитів, 300 годин.

#### **КНЕУ імені В. Гетьмана**

*Спеціальність – «Економіка», Спеціалізація – «Економічна кібернетика»*

**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.2. Дисципліни циклу природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Статистика** — 4 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

*Спеціальність – 6.030508 «Фінанси і кредит», Спеціалізація – «Фінанси»*

**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.2. Дисципліни циклу природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 4 кредитів, 120 годин.(24 л., 32 пр., 10 лаб.)

**Статистика** — 4 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 5 кредитів, 150 годин. (20 л, 40 пр.).

*Спеціальність – «Економіка», Спеціалізація – «Соціально-економічна статистика»*

**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.2. Дисципліни циклу природничо-наукової та загальноекономічної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Статистика в системі економічних наук\*\*** — 4 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Статистика** — 5 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

6 семестр (з курсовою роботою), Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Економічна статистика** — 7 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 4,5 кредитів, 135 годин.

8 семестр (з курсовою роботою), Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 4,5 кредитів, 135 годин.

**Статистика ринків** — 7 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 4,5 кредитів, 135 годин.

8 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 4,5 кредитів, 135 годин.

**Статистичне моделювання та прогнозування** — 7 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 4,5 кредитів, 135 годин.

8 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 4,5 кредитів, 135 годин.

**Соціальна статистика** — 7 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 5 кредитів, 150 годин.

**Демографічна статистика** — 8 семестр, Нормативна частина навчального плану (1.3. Дисципліни циклу професійної підготовки), 4 кредитів, 120 годин.

Варіативна частина

**Методологія та організація статистики в Україні** — 5 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин.

**Статистичне забезпечення антикризової економічної політики в глобальному конкурентному середовищі** — 5 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин.

**Інформаційні системи і технології в статистиці** — 6 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин.

**Статистичне забезпечення маркетингових досліджень** — 6 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин.

**Методологія та організація статистики в міжнародних організаціях\*** — 6 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин.

**Використання світових статистичних технологій для моніторингу економічних і соціальних процесів** — 7 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин.

**Фінансова статистика\*** — — 7 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин.

\* – студенти, що обрали для вивчення дисципліни Пакету №1 – «Психолого-педагогічний цикл», за умови успішного складання державного екзамену, отримують запис в дипломі «Бакалавр з прикладної статистики, викладач економіки»

\*\*студенти, що опанували ці дисципліни одержують право на отримання сертифікату «Аналітик у сфері державного управління і бізнесу» від Науково-дослідного економічного інституту Міністерства економічного розвитку та торгівлі України

### **Національний транспортний університет**

*Освітнього ступеня бакалавр спеціальності "Економіка ", спеціалізація*

*«Міжнародна економіка» на 2016-2017 навчальний рік*

**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану, 4 кредити, 120 годин.(16 л., 16 п.);

3 семестр, Нормативна частина навчального плану, 3 кредити, 90 годин.(16 л., 16 п.).

**Статистика** — 5 семестр, Нормативна частина навчального плану, 4 кредити, 120 годин. (32 л., 16 п.).

**Міжнародна економічна статистика** (Для ОКР «Магістр»), 1 семестр, Нормативна частина навчального плану, 4,5 кредити, 135 годин (15 л., 15 п.).

**Міжнародна економічна статистика** (Для ОКР «Спеціаліст»), 1 семестр, Нормативна частина навчального плану, 2 кредити, 60 годин (14 л., 7 п.).

*Освітнього ступеня бакалавр спеціальності "Економіка ", спеціалізація « Економіка підприємства» на 2016-2017 навчальний рік*

**ТЙіМС** — 2 семестр, Нормативна частина навчального плану, 4 кредити, 120 годин.(16 л., 16 п.);

3 семестр, Нормативна частина навчального плану, 3 кредити, 90 годин.(8 л., 8 п.).

4 семестр, Нормативна частина навчального плану, 3 кредити, 90 годин.(8 л., 24 п.).

**Статистика** — 5 семестр, Нормативна частина навчального плану, 4 кредити, 120 годин. (32 л., 16 п.).

**Міжнародна економічна статистика** (Для ОКР «Спеціаліст»), 1 семестр, Нормативна частина навчального плану, 2 кредити, 60 годин (14 л., 7 п.).

*Навчальний план студента I курсу за скороченим строком навчання для здобуття освітнього ступеня бакалавра на основі ОКР молодшого спеціаліста спеціальності "Економіка", на 2016-2017 навчальний рік*

**ТЙіМС** — 4 семестр, Нормативна частина навчального плану, 4 кредити, 120 годин.(16 л., 32 п.);

*Навчальний план студента II курсу за скороченим строком навчання для здобуття освітнього ступеня бакалавра на основі ОКР молодшого спеціаліста напрям підготовки " Економіка " на 2016-2017 навчальний рік*

**Статистика** — 3 семестр, Нормативна частина навчального плану, 2 кредити, 60 годин. (16 л., 16 п.).

**Аналіз навчальних планів зразка 2020 року**

**ДНУ імені Олеся Гончара**

*Навчальний план освітнього ступеня бакалавр спеціальності "Математика", 2019-2020 навчальний рік*

**Інформатика** — 3 семестр, Варіативна частина навчального плану, 3 кредити, 90 годин; залік

**Інформатика та програмування** — 3 семестр, Варіативна частина навчального плану, 3 кредити, 90 годин, залік.

**Теорія ймовірностей і математична статистика** — 5, 6 семестр, Нормативна частина навчального плану, 7 кредитів, 210 годин; залік, екзамен.

*Навчальний план освітнього ступеня бакалавр спеціальності "Статистика", 2019-2020 навчальний рік*

**Інформатика та програмування** — 1, 2, 3 семестр, Нормативна частина навчального плану, 11 кредитів, 330 годин, екзамен

**Теорія ймовірностей** — 4, 5, 6 семестр, Нормативна частина навчального плану, 16 кредитів, 480 годин; екзамен.

**Математична статистика** — 6, 7 семестр, Нормативна частина навчального плану, 10 кредитів, 300 годин; екзамен.

**Комп'ютерна статистика** — 8 семестр, Нормативна частина навчального плану, 3 кредитів, 90 годин; диф. залік.

**ЦДПУ імені Володимира Винниченка**

*Навчальний план освітнього ступеня бакалавр, спеціальності "Статистика", 2019-2020 навчальний рік*

**Інформатика та програмування** — 1, 2, 3 семестр, Нормативна частина навчального плану, 11 кредитів, 330 годин, екзамен

**Теорія ймовірностей** — 4, 5, 6 семестр, Нормативна частина навчального плану, 13,5 кредитів, 405 годин; екзамен.

**Математична статистика** — 6, 7 семестр, Нормативна частина навчального плану, 11 кредитів, 330 годин; екзамен.

**Комп'ютерні статистичні пакети** — 8 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин; залік.

**Основні комп'ютерні технології у статистиці** — 8 семестр, Варіативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин; залік.

### **КНЕУ імені Вадима Гетьмана**

*Навчальний план освітнього ступеня бакалавр спеціальності "Математика", 2019-2020 навчальний рік*

**Інформатика** — 3 семестр, Нормативна частина навчального плану, 3 кредити, 90 годин; залік

**Теорія ймовірностей і математична статистика** — 5, 6 семестр, Нормативна частина навчального плану, 7 кредитів, 210 годин; залік, екзамен.

**Статистика** — 5 семестр, Нормативна частина навчального плану, 5 кредитів, 150 годин, екзамен.

### **ЛНУ імені Івана Франка**

*Навчальний план освітнього ступеня бакалавр спеціальності "Статистика", 2019-2020 навчальний рік*

**Інформатика та програмування** — 1, 2 семестр, Нормативна частина навчального плану, 8 кредити, 240 годин; залік

**Теорія ймовірностей** — 5, 6 семестр, Нормативна частина навчального плану, 7,5 кредитів, 225 годин; екзамен.

**Математична статистика** — 7, 8 семестр, Нормативна частина навчального плану, 7,5 кредитів, 150 годин, екзамен.

## Навчальний план спеціальності математика (зі спеціалізацією «економіка») НПУ імені М. П. Драгоманова

Додаткові спеціальності:

- 1) 014 Середня освіта (фізика)  
2) 014 Середня освіта (економіка)

Кваліфікація:

- 1) бакалавр освіти, вчитель математики та фізики  
2) бакалавр освіти, вчитель математики та економіки

Термін навчання: 3 роки 10 місяців

На базі: повної загальної середньої освіти

Шифр дисципліни	Назва дисципліни	Кредити ECTS
<b>I</b>	<b>НОРМАТИВНА ЧАСТИНА</b>	<b>127</b>
<b>ГС</b>	<b>Цикл гуманітарної та соціально-економічної підготовки</b>	<b>18</b>
ГС01	Українська мова (за професійним спрямуванням)	3
ГС02	Історія української державності	3
ГС03	Українська культура	3
ГС04	Філософія	3
ГС05	Іноземна мова	6
<b>ІІ</b>	<b>Цикл фундаментальної, природничо-наукової підготовки</b>	<b>48</b>
ІІН01	Лнійна алгебра	9
ІІН02	Аналітична геометрія	9
ІІН03	Математичний аналіз	24
ІІН04	Безпека життєдіяльності	3
ІІН05	Екологія	3
<b>ІІІ</b>	<b>Цикл професійної та практичної підготовки</b>	<b>61</b>
<b>ІІІІ</b>	<b>Психолого-педагогічна підготовка</b>	<b>30</b>
ІІІІ.01	Психологія	6
ІІІІ.02	Педагогіка та історія педагогіки	7
ІІІІ.03	Методика вивчення математики	14
ІІІІ.04	Основи інклюзивної освіти	3
<b>ІІІІІ</b>	<b>Науково-предметна підготовка</b>	<b>31</b>
ІІІІІ.01	Алгебра і теорія чисел	10
ІІІІІ.02	Проективна геометрія і методи зображень	5
ІІІІІ.03	Диференціальна геометрія і топологія	5
ІІІІІ.04	Диференціальні рівняння	5
ІІІІІ.05	Теорія ймовірностей і математична статистика	6
<b>ІІ</b>	<b>ВИБІРКОВА ЧАСТИНА</b>	<b>92</b>
<b>СВ</b>	<b>Дисципліни самостійного вибору ВПЗ (поглиблена фахова підготовка, спеціалізація)</b>	<b>32</b>
СВ01	Вступ до спеціальності "математика"	9
СВ02	Комплексний аналіз	4
СВ03	Основи геометрії	4
СВ04	Числові системи	3
СВ05	Елементарна математика	12
<b>ВВ</b>	<b>Дисципліни вільного вибору студента</b>	<b>60</b>
<b>ВВ1</b>	<b>Вибір за блоками:</b>	
<b>ВВ1.1</b>	<b>Додаткова спеціальність "014 Середня освіта (фізика)"</b>	<b>30</b>
ВВ1.1.01	Загальна фізика	15
ВВ1.1.02	Теоретична фізика	8
ВВ1.1.03	Методика навчання фізики	4
ВВ1.1.04	Дискретна математика	3
<b>ВВ1.2</b>	<b>Додаткова спеціальність "014 Середня освіта (економіка)"</b>	<b>30</b>
ВВ1.2.01	Економічна теорія	9



<i>BB1.2.02</i>	Статистика	4
<i>BB1.2.03</i>	Фінансова та актуарна математика	4
<i>BB1.2.04</i>	Економетрія	4
<i>BB1.2.05</i>	Методика навчання економіки	6
<i>BB1.2.06</i>	Дискретна математика	3
<i>BB2.</i>	<i>Вибір з переліку</i>	<b>30</b>
<i>BB2.1.</i>	<i>Дисципліни I циклу</i>	3
	Соціологія	
	Політологія	
	Культурологія	
	Етика та естетика	
	Правознавство	
<i>BB2.2.</i>	<i>Дисципліни II циклу</i>	15
<i>BB2.2.01</i>	Інформатика	6
	Основи теоретичної і прикладної математики	
<i>BB2.2.02</i>	Математична логіка	3
	Теорія алгоритмів	
<i>BB2.2.03</i>	Методи обчислень	3
	Чисельні методи в математиці	
<i>BB2.2.04</i>	Математичне програмування	3
	Дослідження операцій	
<i>BB2.3.</i>	<i>Дисципліни III циклу</i>	12
<i>BB2.3.01</i>	Висока фізіологія і палеонтологія	3
	Анатомія, фізіологія і шкільна гігієна	
<i>BB2.3.02</i>	Вибрані питання алгебри та геометрії	3
	Вибрані питання геометрії	
	Вибрані питання теорії чисел	
<i>BB2.3.03</i>	Вибрані питання математичного аналізу	3
	Вибрані питання диференціальних рівнянь	
	Вибрані питання комплексного аналізу	
<i>BB2.3.04</i>	Історія математики	3
	Історія фізики	
	Історія економічних вчень	
<b>П</b>	<b>Практична підготовка</b>	<b>15</b>
П01	Культурологічна практика (позакредитна)	
П02	Процедурна педагогічна практика	6
П03	Педагогічна практика	9
	Підготовка бакалаврської роботи	6
		<b>240</b>

## Індивідуальні завдання для вивчення теми «Перевірка статистичних гіпотез»

## Задача 1

Дано невпорядковану вибірку, гіпотетичні значення дисперсії генеральної сукупності та генерального середнього. Перевірити гіпотези:

- 1) про рівність середнього вибіркового та гіпотетичного генерального середнього (при відомій генеральній дисперсії);
- 2) про рівність вибіркової дисперсії та гіпотетичної генеральної дисперсії.

## Варіант 1

23	17	8	5	6	5	7	25	22	25
15	3	21	3	5	6	2	11	3	18
11	8	3	13	8	4	10	15	7	7
1	19	7	18	24	6	22	5	24	1
13	7	6	3	12	11	22	7	19	22

$$a_0 = 11,3, \sigma_0 = 7,2$$

## Варіант 2

37	28	34	10	17	11	37	34	21	40
22	39	34	16	19	13	46	24	43	20
44	27	10	47	40	24	16	40	47	33
18	47	36	11	17	18	12	46	36	14
28	47	14	14	28	25	49	41	31	36

$$a_0 = 29, \sigma_0 = 19,2$$

## Варіант 3

42	41	55	50	29	51	48	24	50	50
28	47	25	43	45	39	24	54	41	23
35	53	22	48	50	25	43	31	31	51
52	25	44	55	28	54	24	26	38	36
23	53	45	43	33	24	36	42	55	46

$$a_0 = 39, \sigma_0 = 10,2$$

## Варіант 4

63	68	63	74	65	68	68	76	73	65
66	50	70	75	75	74	67	61	48	60
48	68	49	73	71	55	52	58	53	78
58	58	74	56	57	71	56	51	60	75
52	56	74	60	75	59	55	58	69	77

$$a_0 = 110, \sigma_0 = 8,8$$

**Варіант 5**

135	102	118	123	110	147	125	124	117	111
126	100	105	142	142	150	133	130	100	131
148	112	123	139	146	111	143	138	116	118
101	118	104	147	135	110	144	137	133	138
103	109	144	101	134	144	119	148	145	117

$$a_0 = 126, \sigma_0 = 15,8$$

**Варіант 6**

123	109	145	141	142	139	97	134	99	90
145	103	139	146	107	139	141	104	128	134
129	90	91	143	134	95	111	131	139	148
88	91	126	97	130	127	142	108	131	99
93	139	129	141	147	94	124	110	104	148

$$a_0 = 63, \sigma_0 = 10$$

**Варіант 7**

36	25	32	25	31	32	34	26	37	29
32	25	29	36	31	35	36	29	23	26
39	32	36	27	35	33	29	33	25	27
33	27	35	37	34	25	36	34	39	26
35	29	37	33	35	39	32	28	25	29

$$a_0 = 31, \sigma_0 = 4,4$$

**Варіант 8**

59	63	45	50	61	64	50	59	64	54
48	67	46	55	68	48	59	49	63	64
59	66	50	51	56	51	57	65	55	48
47	56	47	45	63	49	69	59	58	49
67	56	61	45	62	68	45	64	57	57

$$a_0 = 55, \sigma_0 = 7,4$$

**Варіант 9**

59	57	75	52	50	51	52	69	72	51
67	71	67	66	71	63	51	50	60	60
62	71	67	65	72	73	65	71	54	52
75	53	66	52	52	62	53	62	56	57
64	71	53	64	62	62	69	54	68	66

$$a_0 = 62, \sigma_0 = 7,7$$

**Варіант 10**

22	6	20	45	37	20	30	54	33	5
44	25	72	10	37	37	46	10	62	54
63	75	17	41	39	48	25	53	59	6
5	51	69	36	33	65	32	52	2	69
60	71	69	47	28	3	74	70	58	61

$$a_0 = 41, \sigma_0 = 21,8$$

**Варіант 11**

26	46	37	56	55	10	26	15	25	3
28	39	34	56	9	40	38	42	21	22
3	31	9	9	36	41	34	20	44	57
52	36	1	36	26	22	55	34	36	55
1	22	49	48	51	14	30	12	15	55

$$a_0 = 31, \sigma_0 = 16,5$$

**Варіант 12**

13	24	40	13	36	50	4	41	60	27
24	48	50	38	65	3	58	28	36	35
50	13	43	61	55	56	63	5	36	60
38	20	61	47	21	34	2	21	14	54
31	21	10	25	55	19	56	7	47	61

$$a_0 = 56, \sigma_0 = 9,8$$

**Варіант 13**

28	32	14	13	46	34	9	15	24	2
13	16	50	32	24	28	27	37	22	32
18	49	26	8	49	16	26	5	41	49
9	23	50	49	7	4	46	25	16	4
8	26	6	40	30	24	31	48	18	2

$$a_0 = 25, \sigma_0 = 14,7$$

**Варіант 14**

38	2	22	39	24	23	12	14	23	27
3	3	1	23	12	4	32	19	34	20
37	30	7	37	12	35	8	23	7	19
20	9	28	10	17	11	13	34	22	38
24	28	2	3	13	5	30	37	32	5

$$a_0 = 20, \sigma_0 = 11,7$$

**Варіант 15**

11	29	28	8	5	9	2	13	11	15
29	4	2	3	21	4	8	27	18	10
7	5	14	9	26	16	30	18	22	4

9	21	13	26	28	8	27	24	23	12
2	24	16	7	8	3	9	29	4	27

$a_0 = 14, \sigma_0 = 9,1$

### Варіант 16

8	4	3	8	4	12	5	8	11	4
5	4	2	12	5	2	1	7	7	11
4	2	2	13	7	5	6	8	15	7
2	4	13	10	11	14	9	14	8	3
5	12	10	15	15	8	1	7	4	9

$a_0 = 7, \sigma_0 = 4,06$

### Варіант 17

4	7	2	10	8	10	10	4	8	5
1	1	4	3	6	10	7	3	9	5
2	8	9	6	7	9	9	6	4	8
10	3	7	5	8	2	8	7	5	6
7	5	9	10	5	5	1	9	1	4

$a_0 = 6, \sigma_0 = 2,76$

### Варіант 18

4	8	5	9	10	1	5	7	8	7
9	4	4	9	4	1	5	6	7	5
3	11	7	9	7	5	1	7	6	7
9	4	7	9	6	4	9	8	1	11
5	1	7	1	8	4	8	11	10	8

$a_0 = 6, \sigma_0 = 2,8$

### Варіант 19

20	20	21	13	11	16	18	12	11	16
15	13	21	18	19	20	14	20	12	13
17	18	15	12	11	14	20	11	15	19
11	13	17	11	14	14	14	16	11	21
20	15	17	19	15	16	21	21	17	18

$a_0 = 39, \sigma_0 = 9,9$

### Варіант 20

23	23	5	14	33	10	7	29	9	13
19	9	2	30	1	22	15	18	4	28
9	8	11	24	25	19	1	1	25	11
5	35	35	13	30	29	24	14	26	2
32	31	21	17	9	28	15	9	6	31

$a_0 = 17, \sigma_0 = 10,3$

**Варіант 21**

32	35	35	42	35	32	43	40	38	31
35	35	39	40	40	36	36	40	41	42
36	41	41	40	41	35	39	35	39	41
40	41	42	41	40	37	40	42	42	41
43	39	36	36	43	43	42	37	36	38

$$a_0 = 39, \sigma_0 = 3,1$$

**Задача 2**

Дано невпорядковану вибірку, гіпотетичне середнє квадратичне відхилення генеральної сукупності і гіпотетичне генеральне середнє. Вибрати самостійно рівень значущості  $\alpha$  та перевірити гіпотези про рівність вибірових середніх та вибірових дисперсій двох незалежних виборок (другу вибірку для розрахунків взяти у задачі №1 відповідного варіанту).

**Варіант 1**

5	25	15	20	20	19	22	14	11	15
4	10	10	18	19	21	17	4	11	8
25	16	17	2	16	18	25	5	15	21
15	9	22	7	7	20	11	20	13	15
2	15	21	18	1	25	11	21	8	4

**Варіант 2**

28	31	28	35	36	39	42	32	35	36
39	34	31	36	34	30	29	40	40	35
33	30	36	30	31	28	36	29	36	32
39	35	29	38	32	43	29	33	34	31
31	33	40	31	36	31	39	31	42	33

**Варіант 3**

15	26	26	11	17	26	25	24	26	13
10	27	26	17	18	19	26	10	12	10
18	13	21	13	20	23	11	26	24	25
21	26	28	28	12	24	21	19	27	13
28	11	26	20	13	12	18	11	28	16

**Варіант 4**

25	24	19	16	47	16	27	19	21	41
33	43	33	45	23	15	25	34	33	16
33	19	15	15	24	30	31	38	17	46
16	16	48	27	21	35	43	20	48	34
30	27	36	39	38	18	21	34	33	36

**Варіант 5**

25	29	21	23	28	16	17	21	23	25
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

27	16	16	16	28	19	19	27	26	27
21	28	17	20	20	20	25	26	28	29
27	16	27	18	20	23	28	28	26	17
20	24	17	26	27	19	25	26	26	18

### Варіант 6

4	29	22	6	9	24	17	3	13	29
19	1	8	19	11	12	16	5	24	24
4	17	3	2	19	5	18	18	29	20
23	12	18	26	13	3	3	2	14	6
9	3	10	13	12	22	24	25	2	8

### Варіант 7

17	14	12	2	17	17	8	12	3	19
9	6	19	2	9	12	1	5	10	17
0	3	8	16	7	11	11	0	0	3
20	7	18	5	12	7	16	19	11	13
11	2	12	11	14	5	16	5	2	15

### Варіант 8

93	109	96	110	85	103	100	111	85	84
98	102	94	93	119	119	95	92	85	119
97	93	113	106	97	105	82	98	111	100
118	86	108	100	101	105	82	109	119	120
94	113	80	118	119	104	108	87	85	96

### Варіант 9

44	34	23	44	32	23	19	30	41	40
36	31	18	31	44	31	34	40	24	27
27	35	25	43	25	25	29	32	37	32
44	45	35	44	41	29	27	27	37	18
44	22	29	36	38	22	41	24	32	39

### Варіант 10

84	93	83	97	80	94	59	62	96	63
82	67	55	88	85	87	90	91	64	79
56	80	59	71	54	74	79	58	86	51
89	86	56	63	92	51	70	81	81	84
88	63	68	80	74	87	97	97	87	53

### Варіант 11

12	17	24	22	23	20	14	22	24	14
22	22	21	14	22	23	23	24	20	18
12	16	24	21	24	14	20	22	19	21

24	12	15	15	15	22	12	15	24	22
15	23	23	12	18	18	13	14	12	22

### Варіант 12

40	29	33	37	24	27	34	38	34	23
39	26	33	21	33	23	24	22	39	31
23	40	31	39	39	40	26	23	30	28
41	26	37	29	33	26	31	39	27	34
25	29	23	22	29	33	34	23	27	24

### Варіант 13

7	11	15	2	10	7	3	1	11	1
9	4	5	6	12	6	5	2	5	10
13	5	9	12	10	14	13	1	1	12
8	9	9	2	13	4	14	8	13	15
4	2	8	1	6	2	11	9	7	10

### Варіант 14

19	14	14	18	11	20	12	10	17	14
17	19	13	14	10	18	15	17	15	10
10	18	20	17	14	14	14	19	13	19
13	14	10	16	10	19	17	17	13	10
20	12	14	11	17	12	15	13	11	20

### Варіант 15

42	45	39	45	34	33	42	39	45	45
41	37	32	34	38	36	34	40	40	30
32	36	44	33	35	42	36	44	32	45
30	43	40	43	44	40	39	31	30	41
42	34	40	35	32	32	30	35	33	42

### Варіант 16

56	60	61	66	58	58	61	57	64	65
63	66	65	62	68	56	68	61	63	66
55	58	57	67	56	62	64	60	59	58
69	59	60	59	55	62	57	67	59	69
64	55	69	63	68	66	67	56	55	56

### Варіант 17

33	22	33	32	17	21	22	24	26	17
20	19	23	23	32	30	25	31	21	20
21	31	19	33	30	21	21	31	19	31
29	28	18	24	30	31	29	19	31	26
20	17	31	23	25	33	20	24	32	20



**Варіант 18**

89	85	96	92	81	94	99	91	97	84
94	80	91	92	92	92	80	100	98	91
89	89	89	99	83	87	84	95	90	92
81	81	89	90	84	85	93	85	96	96
91	94	92	92	81	100	82	96	85	88

**Варіант 19**

29	29	29	38	34	26	26	27	22	37
37	39	37	26	28	32	27	38	30	38
30	30	24	21	30	27	21	35	21	22
35	32	40	31	24	35	26	29	33	31
35	31	33	24	40	34	36	39	24	33

**Варіант 20**

56	52	57	67	60	70	67	68	70	60
59	69	50	58	60	51	68	56	52	62
56	54	54	67	70	55	57	56	61	59
55	54	68	64	61	50	61	54	64	66
64	70	68	62	54	58	64	62	69	54

**Варіант 21**

47	45	33	50	48	12	37	29	37	14
12	46	35	11	12	21	46	13	32	32
11	30	33	32	27	28	16	11	45	13
18	36	28	39	46	17	46	40	14	39
35	17	26	24	15	13	12	22	43	42

**Задача 3**

Статистичний експеримент у вигляді опитування було проведено у 15-ти містах України. В кожному місті 100 чоловік давали відповіді на поставлене питання. Відповіді на питання приймалися тільки «Так» або «Ні». Нижче дається вибірка кількості позитивних відповідей по містах. Чи можна вважати, з рівнем значущості  $\alpha$ , що ймовірність позитивної відповіді  $p$  дорівнюватиме гіпотетичній ймовірності  $p_0$ ?

**Варіант 1**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
К- ть	71	73	69	70	68	70	67	68	72	71	72	70	73	70	71

$$p_0=0,7, \alpha = 0,05$$

**Варіант 2**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

<i>K- ть</i>	71	67	72	67	67	67	71	68	67	66	72	70	66	67	71
------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$P_0=0,71, \alpha = 0,01$

### Вариант 3

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- ть</i>	76	78	76	76	79	69	76	78	73	78	78	76	70	73	71

$P_0=0,69, \alpha = 0,04$

### Вариант 4

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- ть</i>	29	20	21	18	27	21	15	20	20	16	16	15	26	17	27

$P_0=0,22, \alpha = 0,09$

### Вариант 5

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- ть</i>	34	20	17	35	23	19	30	20	26	22	22	26	28	28	16

$P_0=0,25, \alpha = 0,05$

### Вариант 6

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- ть</i>	17	34	17	30	17	29	21	19	18	22	23	16	31	24	17

$P_0=0,24, \alpha = 0,1$

### Вариант 7

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- ть</i>	26	49	31	20	40	44	22	30	25	22	32	37	38	23	35

$P_0=0,35, \alpha = 0,11$

### Вариант 8

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- ть</i>	45	47	45	50	44	49	42	47	41	46	44	43	43	46	48

$P_0=0,45, \alpha = 0,18$

### Вариант 9

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- ть</i>	60	59	54	55	53	44	45	51	53	51	57	57	57	46	42

$P_0=0,5, \alpha = 0,08$

### Вариант 10

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

<i>K- мь</i>	74	77	77	77	79	80	75	85	77	84	79	81	81	80	82
------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$P_0=0,8, \alpha = 0,05$

### Вариант 11

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- мь</i>	64	54	63	48	70	62	64	43	43	57	65	46	55	43	59

$P_0=0,55, \alpha = 0,09$

### Вариант 12

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- мь</i>	69	58	50	57	59	65	69	68	55	68	52	61	53	54	64

$P_0=0,6, \alpha = 0,1$

### Вариант 13

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- мь</i>	63	69	66	62	65	64	65	60	65	62	64	70	69	70	62

$P_0=0,65, \alpha = 0,01$

### Вариант 14

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- мь</i>	80	88	81	81	88	89	82	80	88	84	81	84	83	88	83

$P_0=0,85, \alpha = 0,09$

### Вариант 15

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- мь</i>	65	66	66	73	68	73	66	66	67	66	67	68	73	67	71

$P_0=0,7, \alpha = 0,02$

### Вариант 16

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- мь</i>	68	74	68	67	68	69	66	67	69	74	66	73	65	71	72

$P_0=0,68, \alpha = 0,03$

### Вариант 17

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>K- мь</i>	62	56	63	57	64	61	59	55	56	61	63	58	61	63	56

$P_0=0,6, \alpha = 0,02$

**Варіант 18**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
К- мь	38	39	39	43	44	36	35	36	43	38	35	35	44	35	36

 $P_0=0,4, \alpha = 0,04$ **Варіант 19**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
К- мь	16	19	16	18	20	13	18	11	14	11	15	14	19	16	13

 $P_0=0,25, \alpha = 0,11$ **Варіант 20**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
К- мь	31	26	29	29	26	27	31	31	27	31	33	33	28	34	30

 $P_0=0,3, \alpha = 0,14$ **Варіант 21**

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
К- мь	25	16	24	21	15	17	23	20	25	18	17	24	18	25	24

 $P_0=0,2, \alpha = 0,03$

### Індивідуальні завдання для вивчення теми «Статистична перевірка гіпотез про тип розподілу генеральної сукупності»

Дається вибірка обсягу  $n$ . Потрібно: 1) побудувати статистичний ряд; 2) побудувати гістограму, полігон відносних частот; 3) обчислити вибіркове середнє, дисперсію і середнє квадратичне відхилення; 4) висунути гіпотезу про закон розподілу генеральної сукупності (нормальний, рівномірний, показниковий); 5) за допомогою критерію Пірсона перевірити висунуту гіпотезу з заданим рівнем значущості  $\alpha$ .

#### Варіант 1

$x_i$	3,31	3,34	3,40	3,42	3,44	3,47	3,48
$n_i$	7	13	15	23	17	14	11

$n = 100, \alpha = 0,04$

#### Варіант 2

$x_i$	4	5	7	8	9	11	14
$n_i$	35	17	15	12	9	7	5

$n = 100, \alpha = 0,1$

#### Варіант 3

$x_i$	-2,45	-1,32	-0,12	1,21	1,49	2,21	2,99
$n_i$	12	14	9	17	16	18	14

$n = 100, \alpha = 0,04$

#### Варіант 4

$x_i$	1	2	3	4	5	6	7
$n_i$	2	5	11	14	17	8	3

$n = 60, \alpha = 0,01, p = 0,78$

#### Варіант 5

$x_i$	8	10	14	15	16	18	20
$n_i$	10	12	19	21	20	11	7

$n = 100, \alpha = 0,05$

#### Варіант 6

$x_i$	10	20	30	40	50	60	70
$n_i$	12	15	16	14	15	16	12

$n = 100, \alpha = 0,06$

#### Варіант 7

$x_i$	12	20	23	28	31	42	43
$n_i$	10	14	16	24	18	12	11

$n = 105, \alpha = 0,04$

### Варіант 8

$x_i$	1	2	3	4	5	6	7
$n_i$	15	22	25	31	21	12	9

$n = 135, \alpha = 0,03$

### Варіант 9

$x_i$	9	10	11	15	16	20	21
$n_i$	25	32	35	43	38	28	24

$n = 225, \alpha = 0,08, p = 0,52$

### Варіант 10

$x_i$	4	5	7	9	10	11	12
$n_i$	9	12	17	21	25	29	47

$n = 160, \alpha = 0,04$

### Варіант 11

$x_i$	8	10	14	15	16	18	20
$n_i$	10	15	20	25	30	31	69

$n = 200, \alpha = 0,05$

### Варіант 12

$x_i$	15	16	17	18	19	20	21
$n_i$	9	12	11	12	9	10	12

$n = 75, \alpha = 0,02$

### Варіант 13

$x_i$	21	22	25	26	27	29	31
$n_i$	38	12	9	7	5	3	1

$n = 75, \alpha = 0,09$

### Варіант 14

$x_i$	7	9	11	13	15	17	19
$n_i$	12	28	24	21	15	11	9

$n = 120, \alpha = 0,1$

### Варіант 15

$x_i$	1	2	5	8	11	17	20
$n_i$	8	10	16	21	25	32	18

$n = 130, \alpha = 0,02$

### Варіант 16

$x_i$	7	8	9	14	19	24	28
$n_i$	25	21	23	24	26	25	21

$n = 165, \alpha = 0,01$

### Варіант 17

$x_i$	3	6	9	12	15	18	21
$n_i$	7	9	10	8	10	11	10

$n = 65, \alpha = 0,07$

### Варіант 18

$x_i$	9	10	13	15	16	22	24
$n_i$	10	16	24	21	18	12	9

$n = 110, \alpha = 0,11, p = 0,32$

### Варіант 19

$x_i$	22	23	24	25	26	27	28
$n_i$	75	15	10	9	7	5	4

$n = 125, \alpha = 0,08$

### Варіант 20

$x_i$	11	12	13	14	15	16	17
$n_i$	7	10	12	18	21	26	56

$n = 150, \alpha = 0,09$

### Варіант 21

$x_i$	8	10	14	15	16	18	20
$n_i$	69	21	9	7	5	3	1

$n = 115, \alpha = 0,03$

## Характеристика основних функцій MS Excel, які можна застосовувати в процесі розв'язування задач математики статистики

Типові задачі до теми	Опис функцій Excel, за допомогою яких вирішуються типові задачі
<b>Тема: Числові характеристики вибірки</b>	
Задачі на обчислення основних числових характеристик вибірки: вибіркового середнього, вибіркової дисперсії, вибіркового квадратичного відхилення, медіани, моди.	<p><b>СРЗНАЧ</b> . Повертає середнє значення (середнє арифметичне) аргументів. Наприклад, якщо діапазон A1: A20 містить числа, формула = СРЗНАЧ (A1: A20) повертає середнє значення цих чисел.</p> <p><i>Синтаксис</i></p> <p>СРЗНАЧ (число1; [число2]; ...)</p> <p>Число1. Обов'язковий аргумент. Перше число, посилання на клітинку або діапазон, для якого потрібно обчислити середнє значення.</p> <p>Число2, ... Необов'язковий аргумент. Додаткові числа, посилання на комірки або діапазони, для яких потрібно обчислити середнє значення. Аргументів може бути не більше 255.</p> <p><i>Зауваження</i></p> <p>Аргументи можуть бути числами, іменами або посиланнями на діапазони або комірки, що містять числа.</p> <p>Враховуються логічні значення і текстові представлення чисел, які безпосередньо введені в список аргументів.</p> <p>Якщо аргумент є посиланням на діапазон або осередок, що містить текст або логічні значення, або посиланням на порожню комірку, то такі значення ігноруються; однак осередки, які містять нульові значення, враховуються.</p>



Аргументи, які є значеннями помилок або текстом, які не можуть бути перетворені в числа, викликають помилки.

Якщо логічні значення і текстові представлення чисел необхідно враховувати у розрахунках, використовуйте функцію СРЗНАЧ.

Якщо потрібно обчислити середнє значення тільки для тих значень, які задовольняють певним критеріям, використовуйте функцію СРЗНАЧЕСЛИ або СРЗНАЧЕСЛИМН.

**ДИСП.В** Оцінює дисперсію по вибірці. Логічні значення і текст ігноруються.

*Синтаксис*

ДИСП.В (число1; [число2]; ...)

Число1. Обов'язковий. Перший числовий аргумент, відповідний вибірці з генеральної сукупності.

Число2. Необов'язковий. Числові аргументи 2-254, відповідні вибірці з генеральної сукупності.

*Зауваження*

*Зауваження*

У функції ДИСП.В передбачається, що аргументи є тільки вибіркою з генеральної сукупності. Якщо дані представляють всю генеральну сукупність, для обчислення дисперсії слід використовувати функцію ДИСПР.

Аргументи можуть бути або числами, або містять числа іменами, масивами або посиланнями.

Враховуються логічні значення і текстові представлення чисел, які безпосередньо введені в список аргументів.

Якщо аргумент є масивом або посиланням, то враховуються тільки числа в масиві або посиланні.

Порожні осередки, логічні значення, текст і значення помилок в масиві або посиланні ігноруються.

Аргументи, які являють собою значення помилок чи текст, що не перетворений в числа, викликають помилку.

Щоб включити логічні значення і текстові представлення чисел у записання як частина обчислення, використовуйте функцію ДИСПА.

Функція ДИСП.В обчислюється за наступною формулою:

$$\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}$$

де  $x$  - вибіркове середнє СРЗНАЧ (число1; число2; ...),  
а  $n$  - розмір вибірки.

**СТАНДОТКЛОН** .Оцінює стандартне відхилення за вибіркою. Стандартне відхилення - це міра того, наскільки широко розкидані точки даних щодо їх середнього.

*Синтаксис*

СТАНДОТКЛОН (число1; [число2]; ...)

Число1. Обов'язковий. Перший числовий аргумент, відповідний вибірці з генеральної сукупності.

Число2. Необов'язковий. Числові аргументи 2-255, відповідні вибірці з генеральної сукупності. Замість аргументів, розділених крапкою з комою, можна використовувати масив або посилання на масив.

*Зауваження*

Функція СТАНДОТКЛОН припускає, що аргументи є тільки вибіркою з генеральної сукупності. Якщо дані представляють всю генеральну сукупність, то стандартне відхилення слід обчислювати за допомогою функції СТАНДОТКЛОНП.

Стандартне відхилення обчислюється з використанням "n-1" методу.

Аргументи можуть бути або числами, або містять числа іменами, масивами або посиланнями.

Враховуються логічні значення і текстові представлення чисел, які безпосередньо введені в список аргументів.

Якщо аргумент є масивом або посиланням, то враховуються тільки числа. Порожні осередки, логічні значення, текст і значення помилок в масиві або посиланні ігноруються.

Аргументи, які являють собою значення помилок чи текст, що не перетворюваний в числа, викликають помилку.

Щоб включити логічні значення і текстові представлення чисел у заслання як частина обчислення, використовуйте функцію СТАНДОТКЛОНА.

Функція СТАНДОТКЛОН обчислюється за наступною формулою:

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

де  $x$  - вибіркове середнє СРЗНАЧ (число1, число2, ...),  
а  $n$  - розмір вибірки.

**МОДА.** Повертає значення в масиві або інтервалі даних, що найбільш повторювані або часто зустрічаються.

*Синтаксис*

МОДА (число1; [число2]; ...)

Число1. Обов'язковий. Перший числовий аргумент, для якого потрібно обчислити моду.

Число2. Необов'язковий. Від 1 до 255 числових аргументів, для яких обчислюється мода. Замість аргументів, розділених крапкою з комою, можна скористатися масивом або посиланням на масив.

*Зауваження*

Аргументи повинні бути або числами, або містять числа іменами, масивами або посиланнями.

Якщо аргумент, який є масивом або посиланням, містить текст, логічні значення або порожні клітинки, ці значення ігноруються; клітинки, що містять нульові значення, враховуються.

Аргументи, які є значеннями помилки або текстами, не перетворюваними в числа, призводять до виникнення помилок.

Якщо множина даних не містить однакових даних, функція МОДА повертає значення помилки # Н/Д.

**МЕДИАНА.** Повертає медіану заданих чисел. Медіана - це число, яке є серединою множини чисел.

*Синтаксис*

МЕДИАНА (число1; [число2]; ...)

Число1, число2, ... Аргумент "число1" є обов'язковим, наступні числа необов'язкові. Від 1 до 255 чисел, для яких потрібно визначити медіану.

*Зауваження*

Якщо множина містить парну кількість чисел, функція МЕДИАНА обчислює середнє для двох чисел, що знаходяться в середині множини.

Аргументи повинні бути або числами, або іменами, що містять числа, масивами або посиланнями.

Враховуються логічні значення і текстові представлення чисел, які введені безпосередньо в список аргументів.

Якщо аргумент, який є масивом або посиланням, містить текст, логічні значення або порожні клітинки, ці значення ігноруються; клітинки, що містять нульові значення, враховуються.

Аргументи, які є значеннями помилки або текстами, не перетворюваними в числа, призводять до виникнення помилок.

**ДОВЕРИТ.** Повертає довірчий інтервал для середнього генеральної сукупності з нормальним розподілом.

*Синтаксис*

ДОВЕРИТ (альфа; станд\_откл; размер)

Альфа - обов'язковий аргумент. Рівень значущості, використовуваний для обчислення рівня надійності. Рівень надійності дорівнює  $100 * (1 - \text{альфа})$  відсоткам або, іншими словами, значення аргументу "альфа", рівне 0,05, означає 95-відсотковий рівень надійності.

Станд\_откл - обов'язковий аргумент. Стандартне відхилення генеральної сукупності для діапазону даних, яке передбачається відомим.

Размер - обов'язковий аргумент. Розмір вибірки.

*Зауваження*

Якщо який-небудь з аргументів не є числом, функція ДОВЕРИТ повертає значення помилки #ЗНАЧ!.

Якщо  $\text{альфа} \leq 0$  або  $\geq 1$ , функція ДОВЕРИТ повертає значення помилки # ЧИСЛО !.

Якщо  $\text{станд\_откл} \leq 0$ , функція ДОВЕРИТ повертає значення помилки # ЧИСЛО !.

Якщо значення аргументу "розмір" не є цілим числом, воно буде скорочуватися.

Якщо значення аргументу "розмір"  $< 1$ , функція ДОВЕРИТ повертає значення помилки # ЧИСЛО !.

Якщо припустити, що  $\text{альфа} = 0,05$ , то потрібно обчислити область під стандартної нормальної кривої, яка дорівнює  $(1 - \text{альфа})$ , або 95 відсоткам. Це значення дорівнює  $\pm 1,96$ . Отже, довірчий інтервал визначається

за формулою 
$$\bar{x} \pm 1.96 \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Тема: Статистичні гіпотези. Перевірка основних статистичних гіпотез

<p>Задачі на перевірку статистичних гіпотез: перевірка рівності середнього вибіркового та гіпотетичного генерального середнього (при умові, що відома генеральна дисперсія або якщо генеральна дисперсія не відома); перевірка рівності «виправленої» вибіркової дисперсії генеральній дисперсії; перевірка гіпотез про нормальний, рівномірний, показниковий розподіл генеральної сукупності.</p>	<p><b>ФІШЕР (x).</b> Виводить на екран перетворення Фішера для аргументу <math>x</math>. Дана функція використовується для перевірки гіпотез за допомогою коефіцієнта кореляції. <b>X</b> - обов'язковий аргумент. Числове значення, для якого необхідно отримати перетворення.</p> <p><i>Зауваження</i></p> <p>Якщо <math>x</math> не є числом, функція ФІШЕР повертає значення помилки # ЗНАЧ!.</p> <p>Якщо <math>x \leq -1</math> або <math>x \geq 1</math>, функція ФІШЕР повертає значення помилки # ЧИСЛО !.</p> <p>Рівняння для перетворення Фішера має наступний вигляд:</p> $z' = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+x}{1-x} \right)$ <p><b>СТЬЮДРАСП(x;степени_свободи; хвости).</b> Виводить на екран ймовірності для t-розподілу Стьюдента, де числове значення (<math>x</math>) — розраховане значення <math>t</math>, для якого потрібно розрахувати ймовірності. Дану функцію можна використовувати замість таблиці критичних значень t-розподілу.</p> <p><b>X</b> — обов'язковий аргумент. Числове значення, для якого потрібно обчислити розподіл.</p> <p><b>Степени_свободи</b> — обов'язковий аргумент. Ціле, яке вказує число ступенів свободи.</p> <p><b>Хвости</b> — обов'язковий аргумент. Визначає кількість хвостів, що повертаються з розподілу. Якщо значення "хвости" = 1, функція СТЬЮДРАСП повертає односторонній розподіл. Якщо значення "хвости" = 2, функція СТЬЮДРАСП повертає двостороннє розподіл.</p> <p><i>Зауваження</i></p> <p>Якщо який-небудь з аргументів не є числом, то функція СТЬЮДРАСП повертає значення помилки # ЗНАЧ!.</p>
--	---

Якщо значення "степені\_свободи"  $< 1$ , функція СТЬЮДРАСП повертає значення помилки # ЧИСЛО !. Аргументи "степені\_свободи" і "хвосту" усикаються до цілих значень.

Якщо аргумент "хвосту" має будь-яке значення, відмінне від 1 і 2, функція СТЬЮДРАСП повертає значення помилки # ЧИСЛО !.

Якщо  $x < 0$ , то функція СТЬЮДРАСП повертає значення помилки # ЧИСЛО !.

Якщо значення аргументу "хвосту" = 1, функція СТЬЮДРАСП обчислюється як  $СТЬЮДРАСП = P(X > x)$ , де  $X$  - випадкова змінна, відповідна  $t$ -розподілу. Якщо значення аргументу "хвосту" = 2, функція СТЬЮДРАСП обчислюється як  $СТЬЮДРАСП = P(|X| > x) = P(X > x \text{ або } X < -x)$ .

Оскільки значення  $x < 0$  не підтримуються, то, використовуючи функцію СТЬЮДРАСП при  $x < 0$ , слід пам'ятати, що  $СТЬЮДРАСП(-x, df, 1) = 1 - СТЬЮДРАСП(x, df, 1) = P(X > -x)$ , а  $СТЬЮДРАСП(-x, df, 2) = СТЬЮДРАСП(x, df, 2) = P(|X| > x)$ .

**НОРМРАСП(x;среднее;**

**стандартное\_откл;интегральная)**

Повертає нормальну функцію розподілу для зазначеного середнього і стандартного відхилення. Ця функція дуже широко застосовується в статистиці, в тому числі при перевірці гіпотез.

**X**— обов'язковий аргумент. Значення, для якого будується розподіл.

**Среднее** — обов'язковий аргумент. Середнє арифметичне розподілу.

**Стандартное\_откл** — обов'язковий аргумент. Стандартне відхилення розподілу.

**Интегральная** — обов'язковий аргумент. Логічне значення, що визначає форму функції. Якщо аргумент

"інтегральна" має значення ІСТИНА, функція НОРМРАСП повертає інтегральну функцію розподілу; якщо цей аргумент має значення ЛОЖЬ, повертається вагова функція розподілу.

*Зауваження*

Якщо аргумент "среднее" або "стандартное\_откл" не є числом, функція НОРМРАСП повертає значення помилки # ЗНАЧ!.

Якщо аргумент "стандартное\_откл" менше або дорівнює 0, то функція НОРМРАСП повертає значення помилки # ЧИСЛО !.

Якщо середнє = 0, стандартное\_откл = 1 і інтегральна = ІСТИНА, то функція НОРМРАСП повертає стандартний нормальний розподіл, тобто НОРМСТРАСП.

Рівняння для щільності нормального розподілу (аргумент "інтегральная" містить значення ЛОЖЬ) має наступний вигляд:

$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{x-\mu}{2\sigma^2}\right)}$$

Якщо аргумент "інтегральная" має значення ІСТИНА, формула описує інтеграл з межами від мінус нескінченності до x.

ХИ2РАСП. Виводить на екран односторонню ймовірність розподілу хі-квадрат. Розподіл  $\chi^2$  пов'язаний з критерієм  $\chi^2$ . Критерій  $\chi^2$  використовується для порівняння спостережуваних і критичних значень.



**Приклади тестових завдань для рейтингової підсумкової оцінки знань зі  
змістового модуля «Математична статистика»**

**Достатній рівень**

1. Варіаційним рядом називають:

а) запис елементів вибірки у порядку зростання;

б) сукупність об'єктів, вибраних випадковим чином з генеральної сукупності;

в) метод математичного дослідження, який полягає у тому, що на основі дослідження вибірки роблять висновок про всю генеральну сукупність;

г) відносну частоту появи події.

2. Вказати правильний порядок дій (від першого до останнього) при перевірці статистичних гіпотез:

а) вибрати рівень значущості  $\alpha$  (рівень надійності  $1 - \alpha$ ) та критерій, за яким буде перевірятись дана гіпотеза;

б) зробити висновок;

в) знайти критичне значення відповідного статистичного критерію;

г) сформулювати нульову ( $H_0$ ) та альтернативну ( $H_1$ ) гіпотези;

д) обчислити спостережуване значення критерію.

3. При перевірці гіпотези про тип розподілу генеральної сукупності нульова гіпотеза приймається якщо (для перевірки використовуємо критерій Пірсона):

а)  $\chi^2_{sp} > \chi^2_{kr}$ ;

б)  $\chi^2_{sp} = \chi^2_{kr}$ ;

в)  $\chi^2_{sp} < \chi^2_{kr}$ ;

г)  $\chi^2_{sp} \neq \chi^2_{kr}$ .

4. Кореляцією називають:

а) ймовірність того, що одна випадкова величина залежить від іншої;

б) гіпотезу, висунуту щодо статистичної ймовірності;

в) гіпотезу про наявність залежності між випадковими величинами;

г) статистичну залежність між випадковими величинами, що носить ймовірнісний характер.

5. Дисперсійний аналіз полягає у:

а) побудові рівняння регресії;

б) перетворенні окремих факторів, що викликають зміну досліджуваної випадкової величини;

в) виділенні і оцінці окремих факторів, що викликають зміну досліджуваної випадкової величини;

г) використанні критерію Стьюдента.

### Середній рівень

1. Для вибірки

$x_i$	12	14	16	18	20	22	24
$n_i$	6	8	4	2	3	5	2

Знайти відносну частоту варіанти 20:

а) 0,15;

б) 0,12;

в) 0,1;

г) 0,11.

2. Встановити відповідність між гіпотезою, що перевіряється і формулою

обчислення спостережуваного значення:

Перевірка «виправленої» дисперсії $s^2$ дисперсії $\sigma_0^2$	рівності вибірко-вої генеральній	$t_{sp} = \frac{(\bar{x} - a_0)\sqrt{n}}{s}$
Перевірка середнього вибіркового $a$ та гіпотетичного середнього $a_0$ (при відомій генеральній дисперсії $\sigma^2$ )	рівності гене-рального	$\chi_{sp}^2 = \frac{(n - 1)s^2}{\sigma_0^2}$
Перевірка дисперсій двох виборок	рівності незалежних	$u_{sp} = \frac{\left(\frac{m}{n} - p_0\right)\sqrt{n}}{\sqrt{p_0q_0}}$
Перевірка середнього вибіркового $a$ та гіпотетичного	рівності гене-рального	$u_{sp} = \frac{(\bar{x} - a_0)\sqrt{n}}{\sigma}$

середнього $a_0$ (при невідомій генеральній дисперсії)	
Перевірка рівності вибірових середніх двох нормальних генеральних сукупностей дисперсії яких невідомі і однакові (для малих незалежних виборок)	$F_{sp} = \frac{S_x^2}{S_y^2}$
Перевірка рівності відносної частоти появи випадкової події гіпотетичній ймовірності $p_0$	$t_{sp} = \frac{\underline{x} - \underline{y}}{(n-1)s_x^2 + (m-1)s_y^2} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}}$

3. Спостережуване значення критерію Пірсона знаходиться за формулою:

$$a) \chi_{sp}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i};$$

$$б) \chi_{sp}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i};$$

$$в) \chi_{sp}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n - n'_i)^2}{n'_i};$$

$$г) \chi_{sp}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n - n_i)^2}{n'_i}.$$

4. Спостережуване значення критерію Стюдента для перевірки гіпотези про значущість лінійного коефіцієнта кореляції генеральної сукупності визначається за формулою:

$$a) r_{sp} = \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}};$$

$$б) r_{sp} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}};$$

$$в) r_{sp} = \frac{r\sqrt{n-2}}{1-r^2};$$

$$г) r_{sp} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r}}.$$

5. Встановити правильний порядок проведення однофакторного дисперсійного аналізу, обрахувати:

а) дисперсію похибки;

б) суми по стовпцях;

- в) сума квадратів для стовпчика;
- г) суму квадратів всіх дослідів;
- д) суму квадратів сум по стовпцях, поділену на число дослідів;
- е) дисперсію;
- є) загальну суму квадратів;
- ж) квадрат загальної суми, поділений на число всіх дослідів (корегуючий член);
- з) залишкову суму квадратів.

### Високий рівень

1. Перевіряється гіпотеза про рівність двох дисперсій. Обчислено значення критерію  $F_{sp} = 0,52$ . Об'єм першої вибірки  $n_1 = 30$ , другої  $n_2 = 50$ . Знайти з точністю до сотої мінімальний рівень значущості з яким можна прийняти цю гіпотезу (вписати правильну числову відповідь).

2. Встановити відповідність між характером зв'язку та числовим значенням лінійного коефіцієнта кореляції:

Функціональний лінійний прямий зв'язок	-0,92
Слабкий лінійний зв'язок	1
Несуттєвий лінійний зворотній зв'язок	0
Суттєвий лінійний зворотній зв'язок	-0,5
Слабкий лінійний зворотній зв'язок	-0,1
Лінійна незалежність	0,2

3. Встановити відповідність між варіаційним рядом і видом гіпотези про тип розподілу генеральної сукупності.

$x_i$	[10;20)	[20;30)	[30;40)	[40;50)
$n_i$	2	8	16	4

Нормальний розподіл
---------------------

$x_i$	0	1	2	3
$n_i$	10	14	12	8

Біноміальний розподіл
-----------------------

$x_i$	8	9	10	11
$n_i$	23	29	35	79

Рівномірний  
розподіл

$x_i$	5	10	15	20
$n_i$	3	5	2	4

Експоненційний  
розподіл

4. Дисперсія похибки для двохфакторного дисперсійного аналізу:

а)

$$s_E^2 = \frac{SS_{\text{заг.}} - SS_A - SS_B}{(k-1)(m-1)};$$

б)

$$s_E^2 = \frac{SS_{\text{зал.}}}{(k-2)(m-2)};$$

в)

$$s_E^2 = \frac{SS_{\text{заг.}} - SS_{\text{зал.}} - SS_A}{(k-1)(m-1)};$$

г)

$$s_E^2 = \frac{SS_{\text{зал.}}}{km-1};$$

д)

$$s_E^2 = \frac{SS_{\text{заг.}} - SS_A - SS_B}{km-1};$$

е)

$$s_E^2 = \frac{SS_{\text{заг.}} - SS_{\text{зал.}}}{(k-1)(m-1)}.$$

5. З генеральної сукупності, що має нормальний розподіл, утворено вибірку:

$x_i$	0	3	6	9	12
$n_i$	3	5	8	5	3

Не проводячи обчислень, визначити який з інтервалів можна вважати інтервальною оцінкою математичного сподівання генеральної сукупності:

а) (3;8);

б) (2;10);

в) (3;11);

г) (1;12);

д) (6;7).

**Анкета для бакалаврів напряму підготовки «Математика (додаткова спеціальність: економіка)» та «Економіка та управління».**

1. Сформулюйте предмет математичної статистики.
2. Дайте визначення статистичному спосередженню.
3. В чому полягає різниця між генеральною та вибірковою сукупностями?
4. Що таке довірчий інтервал?
5. Як Ви розумієте поняття статистичної гіпотези?
6. Сформулюйте алгоритм перевірки статистичних гіпотез.
7. Що таке коефіцієнт кореляції та що означає кореляційна залежність між двома ознаками?
8. Які знання, вміння, чи навички набуті в процесі навчання математичної статистики, на Вашу думку, будуть корисні у майбутньому?
9. Чи вважаєте Ви достатнім застосування навчальних та професійних програмних засобів в процесі навчання статистики?
10. Які програмні засоби, на Вашу думку, варто було б додати до вивчення у процесі навчання математичної статистики?

*Орієнтовні типи прикладних задач для зрізу знань на констатувальному етапі педагогічного експерименту, які ми використовували разом із зазначеною анкетною.*

1. На основі даних поданих в таблиці визначити середній відсоток бракованої продукції.

№ партії	Частка бракованої продукції, %	Питома вага кожної партії в загальному об'ємі продукції
1	2	0,35
2	1,5	0,45
3	1,7	0,2
Всього		1

2. За даними вибірки побудувати емпіричну функцію розподілу.

$x_i$	3	6	9	12	15	18	21
$n_i$	7	9	10	8	10	11	10

3. В результаті експерименту отримані такі значення випадкових величин: 3,6,8,11,6,10,7,9,7,3,4,8,2,7,9,4,9,11,7,8,4,10,5,6,7. Побудувати полігон частот.

4. Для вибірки об'ємом  $n = 105$  розрахувати основні числові характеристики

$x_i$	12	20	23	28	31	42	43
$n_i$	10	14	16	24	18	12	11

**Задача 1.** Фактичний випуск продукції за звітний рік - 550 тис. грн., плановий – 500 тис. грн. Визначити абсолютне і відносне відхилення обсягів від планового рівня і визначити еластичність змін, якщо чисельність персоналу за вказаний період зросла на 8%.

**Задача 2.** Відомі такі дані про частку осіб старше працездатного віку та їх чисельність за окремими регіонами країни.

Регіони	Частка осіб старше працездатного віку в загальній чисельності населення, %	Чисельність осіб старше працездатного віку, тис. осіб
А	42	570
Б	49	820
В	40	790

Визначте частку осіб старше працездатного віку в цілому за трьома регіонами.

**Задача 3.** Була розрахована рентабельність підприємства за 12 місяців. Чи можна вважати, що підприємство робить правильні кроки в управлінні, якщо середня рентабельність підприємств галузі становить 3,5%.

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рентабельність	3.1	3.1	3.3	3.6	3.6	3.4	3.6	3.3	3.5	3.4	3.7	3.2

**Задача 4.** У таблиці представлені дані роботи підприємства за 2019-2020 роки: у - рентабельність підприємства (відношення прибутку до суми вкладеного капіталу), х - середньомісячна заробітна плата одного робітника (у порівняльній оцінці, з урахуванням коефіцієнту інфляції). Проаналізувати залежність прибутку від рівня оплати праці робітників.

х, грош. один.	у, %
188	4.5
181	3.8
190	4.1
182	4.2
166	3
170	3.3
161	3.2
175	3.7
181	4.1
187	4.4
181	4.0
202	4.7
190	5
181	4.3
185	4.4
177	3.6
164	2.5
147	2.2
162	3.0
179	3.4
190	4
196	4.6
185	4.3
192	4.1



Рік, місяць	2019.01	2019.02	2019.03	2019.04	2019.05	2019.06	2019.07	2019.08	2019.09	2019.10	2019.11	2019.12	2020.01	2020.02	2020.03	2020.04	2020.05	2020.06	2020.07	2020.08	2020.09	2020.10	2020.11	2020.12
----------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

**Задача 5.** Перевірити гіпотезу про існування взаємозв'язку та виявити ступінь залежності між дефіцитом бюджету і зовнішнім державним боргом України на основі даних проведеного дослідження динаміки відносних індикаторів зовнішнього боргу та бюджетного дефіциту ВВП.

Показники	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Дефіцит консолідованого бюджету	13.5	5.1	10.4	6.5	4.9	6.6	2.2	1.5	1.8	2.4
Державні капіталовкладення	2.2	1.7	3.4	2.5	1.3	0.6	1.5	0.9	0.9	0.9
Зовнішній державний борг	5.1	30.9	41.8	26.3	20.5	19.4	38.4	51	37	26.8

**Задача 6.** У таблиці наведено прибутковість трьох різних підприємств за 8 місяців. Перевірити, чи середній дохід однаковий для всіх трьох підприємств

Підприємства	Місяці							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	19	20	23	20	26	18	18	32
2	20	37	20	24	32	22	27	18
3	16	19	19	17	18	19	26	18

**Задача 7.** Два інвестиційні проекти характеризуються своєю прибутковістю. Який з проектів можна вважати менш ризиковим.

Прибутковість	32	33	35	39	40	42	43
Частота	5	8	10	12	14	9	7

Прибутковість	20	30	34	45	50	58	65	70
Частота	3	7	18	16	15	6	3	2

**Задача 8.** Визначалися річні середні витрати електроенергії на комунально-побутові вимоги для одного мешканця у двох містах. Результати розрахунків подано двома статистичними розподілами для першого і другого міст:

$x_i$	706	710	714	718	722	726	730
$n_i$	8	10	12	5	2	2	1

$y_j$	700	708	716	724	732	740
$m_j$	5	6	9	6	3	1

Ознаки  $X$  і  $Y$  є незалежними між собою. Перевірити, чи відхилення від середнього обох вибірок рівні між собою.

**Задача 9.** На основі наведених у таблиці даних залежність обсягу отриманого прибутку підприємствами регіону від розміру основних виробничих фондів та затрат праці побудувати статистичну модель цієї залежності.

Номер підприємства	Прибуток, млн. грн.	Основні фонди, млн. грн.	Затрати праці, млн./днів.
1	1.2	2.5	4
2	1.5	2.8	4.2
3	1.9	3	3.6
4	2.2	3.6	4.6
5	2.8	3.9	4.3
6	3.1	4.2	5.1
7	3.4	4.5	5.3
8	4.5	5	4.8
9	4.8	5.6	5.4
10	5.4	6	5.8

**Задача 10.** Дослідити виробничий процес у регіоні за допомогою лінійної статистичної моделі, що описує залежність між обсягом валової продукції ( $y$ ) та обсягом основного капіталу ( $x$ ).

$x_i$	60	64	72	76	78	82	84	92	94	98
$y_i$	6.4	6.8	7.8	10.4	15.4	25.4	30.4	40.8	50.4	56.2

**Задача 11.** Досліджується залежність доходу 3 підприємств від суми інвестицій. Результати наведені в таблиці. З'ясувати вплив інвестицій на дохід.

Рівень інвест.	Дохід				
	$A_1$	90	85	105	110
$A_2$	80	110	115	90	105
$A_3$	75	120	110	90	85

**Задача 12.** Досліджується залежність урожайності пшениці від сорту пшениці, яких чотири. Результати наведені в таблиці. З'ясувати вплив сортності пшениці на її врожайність.

Сорт пшениці	Урожайність, ц/га					
	A <sub>1</sub>	28.7	26.7	21.6	25	28.2
A <sub>2</sub>	24.5	28.5	27.7	28.7	32.5	30.1
A <sub>3</sub>	23.2	24.7	20	24	24	28
A <sub>4</sub>	29	28.7	20.5	28	27	24.6

## Профіль програми бакалавра математики (зі спеціалізацією «економіка»)

<b>Профіль програми</b>		
Бакалавр математики (та економіки)		
<i>Тип диплому та обсяг програми</i>	Одиничний ступінь, 240 кредитів ЄКТС.	
<i>Заклад вищої освіти</i>	Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ	
<i>Акредитаційна інституція</i>	Національна агенція забезпечення якості вищої освіти	
<i>Період акредитації</i>	Програма впроваджується в 2015 році	
<i>Рівень програми</i>	FQ-ЕНЕА – перший цикл, QF-LLL – 6 рівень, НРК – 6 рівень	
<b>а</b>	<b>Мета програми</b>	
	Надати освіту в галузі математики, економіки та інформатики; забезпечити психолого-педагогічну та методичну підготовку, можливість працевлаштування; підготувати до продовження навчання в магістратурі.	
<b>б</b>	<b>Характеристика програми</b>	
1	<i>Предметна область, напрям</i>	Математика, математична освіта. Мультидисциплінарний: математика, економіка, інформатика, інше (50:20:10:20).
2	<i>Фокус програми: загальна/спеціальна</i>	Загальна освіта в галузі математики.

3	<i>Орієнтація програми</i>	Орієнтація на оволодіння основними фундаментальними положеннями фізико-математичних наук, ґрунтовну психолого-педагогічну та методичну підготовку, можливість спеціалізації за актуальними науковими напрямками в галузі математики, економіки, інформатики, методики навчання математики.
4	<i>Особливості програми</i>	Підготовка студентів здійснюється за трьома спеціальностями, кваліфікація «вчитель математики» надається після успішного оволодіння програмою «бакалавр математики», для отримання кваліфікації «вчитель економіки та інформатики» необхідно продовжити освіту за відповідною магістерською програмою.
<b>в</b>		
<b>Працевлаштування та продовження освіти</b>		
1	<i>Працевлаштування</i>	Посади вчителів математики середніх загальноосвітніх навчальних закладів; фахівців в галузі освіти: методистів, асистентів; технічних фахівців в галузі прикладних наук та техніки, обчислювальної техніки та інформаційних технологій на підприємствах, в кампаніях, науково-дослідних та навчальних установах.
2	<i>Продовження освіти</i>	Магістерські програми з математики, економіки та інформатики, міждисциплінарні програми.
<b>г</b>		
<b>Стиль та методика навчання</b>		
1	<i>Підходи до викладання та навчання</i>	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, семінари в малих групах, самостійна робота на основі посібників, підручників та конспектів, електронних ресурсів,

		консультації із викладачами, підготовка курсової, бакалаврської роботи.
2	<i>Система та методи оцінювання</i>	Накопичувальна система. Письмові та усні экзамени, лабораторні звіти, усні презентації, поточний контроль, курсові роботи, випусковий экзамен, захист бакалаврської роботи, тестування, накопичувальна система оцінювання.
<b>Програмні компетентності бакалавра, вчителя математики</b>		
д		
	<i>Загальні</i>	<p>1. Здатність окреслювати, визначати, формулювати актуальні питання та проблеми, аналізувати їх, добирати, синтезувати необхідні засоби і методи для успішного та якісного їх вирішення.</p> <p>2. Здатність до творчого вирішення поставлених завдань, працювати як самостійно так і в команді, підтримуючи ділові, толерантні міжособистісні стосунки з колегами, дотримуючись етичних моральних норм співжиття.</p> <p>3. Здатність застосовувати здобуті фундаментальні фахові знання, вміння і навички, власний досвід на практиці, нароцувати їх шляхом післядипломної освіти та самоосвіти, запозичення передового досвіду.</p> <p>4. Здатність користуватися інформаційними ресурсами, спілкуватися в усній та письмовій формі рідною та іноземною мовами.</p> <p>5. Готовність вести власні дослідження, в тому числі і наукові, які торкаються професійної діяльності.</p>
2	<i>Спеціальні (загально-педагогічні)</i>	1. Готовність проектувати і здійснювати освітній процес з урахуванням сучасної соціокультурної ситуації, рівня розвитку досягнень та освітніх потреб особистості,

		<p>психофізіологічних особливостей об'єктів навчання (учнів).</p> <p>2. Здатність до організації, управління та контролю спільної діяльності та міжособистісної взаємодії суб'єктів освітнього процесу, моніторингу якості його результатів.</p> <p>3. Здатність створювати і підтримувати психологічно безпечне освітнє середовище, створювати умови для позитивного ставлення суб'єктів освітнього процесу до соціального оточення і самого себе.</p> <p>4. Готовність управляти учнівським колективом, відшукувати шляхи вирішення конфліктних ситуацій, вести перемовини, знаходити компроміс і порозуміння з дітьми і їх батьками.</p>
3	<i>Спеціальні (науково-предметні)</i>	<p>1. Володіння базовими поняттями, фактами та методами фундаментальних математичних дисциплін; методами опису, ідентифікації, порівняння, класифікації, означення математичних об'єктів; методами дослідження математичних відображень ідеалізованих (формалізованих) об'єктів; мати уявлення про історію розвитку математики, різноманітність математичних об'єктів, розуміння єдності математики як науки, її місця в сучасному світі і системі наук</p> <p>2. Здатність застосовувати математичні методи до розв'язання теоретичних та прикладних задач, в тому числі шкільного курсу математики, створення і аналізу математичних моделей реальних об'єктів, процесів і явищ, зокрема, в галузі економіки.</p>

	<p>3. Готовність вести наукові та прикладні дослідження в галузі математики, теорії та методики навчання математики, професійної освіти.</p> <p>4. Здатність аналізувати економічні процеси і явища, з погляду об'єктивних законів та загальних закономірностей суспільно-економічного життя та економічних наук, а також на основі відповідних математичних методів.</p> <p>5. Здатність застосовувати сучасні технології для розв'язання суто математичних та прикладних задач.</p>
--	---

--	--

<b>е</b>	<b>Програмні результати навчання</b>
----------	--------------------------------------

	<p>1. Знання та розуміння основних фундаментальних математичних понять алгебри, геометрії, з математичного аналізу та диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики тощо; вміння відтворювати ці поняття, встановлювати взаємозв'язки між ними, інтерпретувати, наводити приклади.</p> <p>2. Вміння формулювати і доводити математичні твердження, що встановлюють основні властивості фундаментальних математичних понять та висвітлюють взаємозв'язки між ними.</p> <p>3. Вміння застосовувати математичні методи до розв'язання різних типів теоретичних та прикладних задач, побудови до дослідження математичних моделей реальних процесів і явищ, в тому числі економічних.</p> <p>4. Фундаментальні знання з різних напрямків теоретичної та прикладної економіки, економіки підприємства, макро- та мікроекономіки, фінансів, фінансової та актуарної математики, вміння відтворювати основні поняття та факти, встановлювати взаємозв'язки між ними, наводити приклади.</p>
--	--



5. Знання та базові вміння з економіко-математичного моделювання та застосування теоретико-ймовірнісних, статистичних, оптимізаційних, економетричних методів розв'язання різних типів економічних задач.
6. Базові знання з психології та педагогіки, розуміння загальних дидактичних принципів та категорій, принципів та методів навчання та освіти, здатність використовувати їх при організації та здійсненні навчального процесу.
7. Знання та вміння з методики навчання математики в загальноосвітній школі та здатність продемонструвати їх при: формулюванні мети та цілей заняття з математики; відборі та структуруванні навчального матеріалу; виборі методів формування математичних понять, доведення тверджень та розв'язання математичних задач; визначенні типу і структури навчального заняття; доборі форм, методів та засобів.
8. Базові знання та розуміння з спеціальних курсів на вибір студента: алгебра та теорія чисел, геометрія, математичний аналіз, диференціальні рівняння, теорія ймовірностей і математична статистика, прикладна математика, методика навчання математики, економіка, інформатика, з метою майбутньої спеціалізації та освоєння міждисциплінарних підходів.
9. Здатність виконувати комп'ютерні обчислення, використовуючи відповідне програмне забезпечення, самостійно створювати програми для розв'язування задач різних типів, використовуючи різні мови програмування, навички аналізу та відображення результатів.
10. Оволодіння навичками працювати самостійно (курсова, дипломна робота) або у групі (лабораторні роботи), уміння отримати результати в межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та унеможливлення плагіату.
11. Вправність у володінні іноземною мовою, включаючи спеціальну термінологію.

--	--

<b>Коди програмних компетентностей бакалавра, вчителя математики</b>	
<b>Загальні компетентності ЗК</b>	
Здатність окреслювати, визначати, формулювати актуальні питання та проблеми, аналізувати їх, добирати, синтезувати необхідні засоби і методи для успішного та якісного їх вирішення.	ЗК.01
Здатність до творчого вирішення поставлених завдань, працювати як самостійно так і в команді, підтримуючи ділові, толерантні міжособистісні стосунки з колегами, дотримуючись етичних моральних норм співжиття.	ЗК.02
Здатність застосовувати здобуті фундаментальні фахові знання, вміння і навички, власний досвід на практиці, нарощувати їх шляхом післядипломної освіти та самоосвіти, запозичення передового досвіду.	ЗК.03
Здатність користуватися інформаційними ресурсами, спілкуватися в усній та письмовій формі рідною та іноземною мовами.	ЗК.04
Готовність вести власні дослідження, в тому числі і наукові, які торкаються професійної діяльності.	ЗК.05
<b>Спеціальні компетентності (загально-педагогічні) СК.ЗП</b>	
Готовність проектувати і здійснювати освітній процес з урахуванням сучасної соціокультурної ситуації, рівня розвитку досягнень та освітніх потреб особистості, психофізіологічних особливостей об'єктів навчання (учнів).	СК.ЗП.0 1
Здатність до організації, управління та контролю спільної діяльності та міжособистісної взаємодії суб'єктів освітнього процесу, моніторингу якості його результатів.	СК.ЗП.0 2

Здатність створювати і підтримувати психологічно безпечне освітнє середовище, створювати умови для позитивного ставлення суб'єктів освітнього процесу до соціального оточення і самого себе.	СК.ЗП.0 3
Готовність управляти учнівським колективом, відшукувати шляхи вирішення конфліктних ситуацій, вести перемовини, знаходити компроміс і порозуміння з дітьми і їх батьками.	СК.ЗП.0 4
<b>Спеціальні компетентності (науково-предметні) СК.НП</b>	
Володіння базовими поняттями, фактами та методами фундаментальних математичних дисциплін; методами опису, ідентифікації, порівняння, класифікації, означення математичних об'єктів; методами дослідження математичних відображень ідеалізованих (формалізованих) об'єктів; мати уявлення про різноманітність математичних об'єктів, розуміння єдності математики як науки, її місця в сучасному світі і системі наук.	СК.НП.0 1
Здатність застосовувати математичні методи до розв'язання теоретичних та прикладних задач, в тому числі шкільного курсу математики, створення і аналізу математичних моделей реальних об'єктів, процесів і явищ, зокрема, в галузі економіки.	СК.НП.0 2
Готовність вести наукові та прикладні дослідження в галузі математики, теорії та методики навчання математики, професійної освіти.	СК.НП.0 3
Здатність аналізувати економічні процеси і явища, з погляду об'єктивних законів та загальних закономірностей суспільно-економічного життя та економічних наук, а також на основі відповідних математичних методів.	СК.НП.0 4
Здатність застосовувати сучасні технології для розв'язання суто математичних та прикладних задач.	СК.НП.0 5

<b>Коди програмних результатів навчання (РН) бакалавра, вчителя математики</b>	
Знання та розуміння основних фундаментальних математичних понять алгебри, геометрії, з математичного аналізу та диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики тощо; вміння відтворювати ці поняття, встановлювати взаємозв'язки між ними, інтерпретувати, наводити приклади.	РН.01
Вміння формулювати і доводити математичні твердження, що встановлюють основні властивості фундаментальних математичних понять та висвітлюють взаємозв'язки між ними.	РН.02
Вміння застосовувати математичні методи до розв'язання різних типів теоретичних та прикладних задач, побудови до дослідження математичних моделей реальних процесів і явищ, в тому числі економічних.	РН.03
Фундаментальні знання з різних напрямків теоретичної та прикладної економіки, економіки підприємства, макро- та мікроекономіки, фінансів, фінансової та актуарної математики, вміння відтворювати основні поняття та факти, встановлювати взаємозв'язки між ними, наводити приклади.	РН.04
Знання та базові вміння з економіко-математичного моделювання та застосування теоретико-ймовірнісних, статистичних, оптимізаційних, економетричних методів розв'язання різних типів економічних задач.	РН.05
Базові знання з психології та педагогіки, розуміння загальних дидактичних принципів та категорій, принципів та методів навчання та освіти, здатність використовувати їх при організації та здійсненні навчального процесу.	РН.06

<p>Знання та вміння з методики навчання математики в загальноосвітній школі та здатність продемонструвати їх при: формулюванні мети та цілей заняття з математики; відборі та структуруванні навчального матеріалу; виборі методів формування математичних понять, доведення тверджень та розв'язання математичних задач; визначенні типу і структури навчального заняття; доборі форм, методів та засобів.</p>	<p>PH.07</p>
<p>Базові знання та розуміння з спеціальних курсів на вибір студента: алгебра та теорія чисел, геометрія, математичний аналіз, диференціальні рівняння, теорія ймовірностей і математична статистика, прикладна математика, методика навчання математики, економіка, інформатика, з метою майбутньої спеціалізації та освоєння міждисциплінарних підходів.</p>	<p>PH.08</p>
<p>Здатність виконувати комп'ютерні обчислення, використовуючи відповідне програмне забезпечення, самостійно створювати програми для розв'язування задач різних типів, використовуючи різні мови програмування, навички аналізу та відображення результатів.</p>	<p>PH.09</p>
<p>Оволодіння навичками працювати самостійно (курсова, дипломна робота) або у групі (лабораторні роботи), уміння отримати результати в межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та унеможливлення плагіату.</p>	<p>PH.10</p>
<p>Вправність у володінні іноземною мовою, включаючи спеціальну термінологію.</p>	<p>PH.11</p>

Матриця результатів навчання (PH) та компетентностей (Km).

Результати навчання Компетентності	PH.01	PH.02	PH.03	PH.04	PH.05	PH.06	PH.07	PH.08	PH.09	PH.10	PH.11
ЗК.01	+++	++	++								
ЗК.02						+++				+	
ЗК.03	++	++	++	+	+					+	
ЗК.04									+++	+	+++
ЗК.05	+	+	+++	+	+		+	+++		++	
СК.ЗП.01	+	+	+	+	+		+++				
СК.ЗП.02						+++	++				
СК.ЗП.03						+++	++				
СК.ЗП.04						+++	++				
СК.НП.01	+++	+									
СК.НП.02	++	+++	+++								
СК.НП.03	+	+++	++							+++	+
СК.НП.04	+	+	+	+++	+++			+++			
СК.НП.05									+++		

Таблиця 2.5.6. Результати обробки експериментальних даних до формувального етапу експерименту

	Рівні							
	Високий		Середній		Задовільний		Низький	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
ПК 1. Здатність застосовувати математичні методи до розв'язання теоретичних та прикладних задач, в тому числі шкільного курсу математики, створення і аналізу математичних моделей реальних об'єктів, процесів і явищ, зокрема, в галузі економіки.								
Долі одиниці	0,12	0,1	0,34	0,38	0,4	0,4	0,14	0,12
Кутове перетворення	0,6937	0,6330	1,1780	1,2487	1,2830	1,2830	0,7496	0,6937
Спостережуване значення критерію $\varphi^*$	0,6407		0,7463		0,0000		0,5903	
Рівень значущості	0,5224		0,4562		1,0000		0,5556	
Ймовірність прийняття гіпотези про наявність значущих відмінностей	0,4776		0,5438		0,0000		0,4444	
ПК 2. Здатність аналізувати економічні процеси і явища, з погляду об'єктивних законів та загальних закономірностей суспільно-економічного життя та економічних наук, а також на основі відповідних математичних методів.								
Долі одиниці	0,08	0,08	0,36	0,32	0,38	0,4	0,18	0,2
Кутове перетворення	0,5660	0,5660	1,2137	1,1415	1,2487	1,2830	0,8509	0,8975
Спостережуване значення критерію $\varphi^*$	0,0000		0,7629		0,3624		0,4922	
Рівень значущості	1,0000		0,4463		0,7174		0,6231	
Ймовірність прийняття гіпотези про наявність	0,0000		0,5537		0,2826		0,3769	

значущих відмінностей								
ПК 3. Здатність застосовувати сучасні технології для розв'язання суто математичних та прикладних задач.								
Долі одиниці	0,06	0,08	0,2	0,25	0,48	0,4	0,26	0,27
Кутове перетворення	0,4900	0,5660	0,8975	1,0053	1,4151	1,2830	1,0257	1,0457
Спостережуване значення критерію $\varphi^*$	0,8019		1,1392		1,3954		1,3954	
Рівень значущості	0,4235		0,2558		0,1643		0,1643	
Ймовірність прийняття гіпотези про наявність значущих відмінностей	0,5765		0,7442		0,8357		0,8357	