

Тетяна Олександрівна Ярхо,
кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри вищої математики,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, Україна

ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ БАЗОВОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ НА ОСВІТНЬО-НАУКОВОМУ РІВНІ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Відповідно до нового Закону України «Про вищу освіту», у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації здійснено перехід до багатоступеневої системи вищої освіти, якій відповідають ступені бакалавра, магістра і доктора філософії. В обов'язкову освітньо-наукову програму третього циклу багатьма ВНЗ уперше введений курс фундаментальної і прикладної базової математичної підготовки. У статті представлено і обґрунтовано зміст пропонуваного курсу для майбутніх докторів філософії технічних спеціальностей. Курс складається з двох частин: «Додаткові аспекти класичної математики та їх практичні застосування» і «Стохастична методологія у прикладних задачах». У формуванні змісту базової математичної підготовки враховане значення математики як універсальної мови наук, потужного засобу розв'язання прикладних задач, а також становлення креативного мислення, інтелектуального розвитку особистості та її загальної культури.

Ключові слова: багатоступенева система вищої освіти, третій цикл вищої освіти, доктор філософії, освітньо-наукова програма, базова математична підготовка, фундаментальна та прикладна математична підготовка, креативне мислення, додаткові аспекти класичної математики, стохастична методологія.

На етапі становлення національної освітньої системи України було здійснено перехід від одноступеневої до багатоступеневої системи вищої освіти. Це стало наслідком упровадження європейських норм і стандартів в освіті і науці, а також у зв'язку з внутрішньою потребою запровадження варіативності форм набуття освіти у змінених економічних і соціальних умовах [10, с. 24]. За новим Законом України «Про вищу освіту» [7], у вищих навчальних закладах (ВНЗ) III-IV рівнів акредитації освіта здобувається за трьома циклами, яким відповідають ступені бакалавра, магістра та доктора філософії. Відомо, що сучасна європейська вища технічна освіта є орієнтованою на широкопрофільну підготовку майбутніх фахівців, яка ґрунтується на засадах фундаменталізації. Основу фундаменталізації професійної технічної підготовки майбутніх фахівців у ВНЗ складає математична підготовка [18, с. 347] і, в першу чергу, базова математична підготовка як її різновид [20, с. 125]. Базова математична підготовка проводиться на рівні загальноосвітньої складової професійної технічної підготовки за класичними і прикладними математичними дисциплінами. В умовах фундаменталізації професійної технічної підготовки майбутніх фахівців базова математична підготовка має здійснюватися в усіх циклах багатоступеневої вищої освіти, тобто, у свою чергу, вона має бути багатоступеневою.

На сьогодні базова математична підготовка майбутніх фахівців технічного профілю у ВНЗ проводиться переважно, як у минулій одноступеневій системі вищої освіти, на молодших курсах першого освітнього циклу, якому відповідає ступінь бакалавра. Вивчення класичних і прикладних математичних дисциплін базової підготовки у другому циклі, на

освітньо-професійному рівні магістра, як правило, не передбачено. У третьому циклі, на освітньо-науковому рівні доктора філософії, вперше в обов'язкову програму підготовки багатьма профільними кафедрами ВНЗ введено курси з фундаментальної і прикладної математики. Отже, актуальною проблемою стає визначення їхнього змісту.

Дослідження, пов'язані з різними аспектами підготовки в аспірантурі майбутніх наукових та науково-педагогічних кадрів, відображені у роботах українських і зарубіжних вчених: М. В. Баршнікова, Г. П. Васяновича, Т. Ю. Гвильдис, Т. В. Ємельянової, Р. І. Ілюшко, М. В. Лещенко, О. І. Литвинюк, В. І. Лугового, О. А. Макаренко, І. Ю. Регейло, В. А. Семиченко, О. М. Спіріна, Т. О. Ярхо, Г. В. Яцишиної та ін.

О. М. Спірін, Г. В. Яцишина, І. Ю. Рейгало наголошують, що перше десятиріччя XXI століття відзначено появою низки робіт, які презентують національний досвід та досвід європейських країн щодо підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів у світлі інтеграційних процесів і неперервної ступеневої освіти [13, с. 4; 11, с. 32]. Зокрема, Т. Ю. Гвильдис вказує на юридичну завершеність процесу «вбудовування» аспірантури у загальну систему вищої освіти у якості третього циклу підготовки майбутніх докторів філософії. Одночасно вчена звертає увагу, що проблемою залишається змістове наповнення відповідних освітніх програм. У її вирішенні існує небезпека дублювання програм вищої освіти нижчих рівнів, зміщення акцентів або на зайву академічність, або на суто прикладні аспекти [3, с. 170]. У роботі автора статті [20] представлено концепцію формування математичної компетентності аспірантів технічних спеціальностей з

позицій неперервної математичної підготовки бакалаврів, магістрів і аспірантів сучасного ВНЗ. У якості продовження вказаного дослідження вважаємо доцільним конкретизацію та обґрунтування змісту математичної підготовки майбутніх докторів філософії у третьому циклі вищої освіти. У відомих автору наукових роботах зазначене питання не обговорено.

Отже, метою статті є формування і обґрунтування змісту фундаментальної та прикладної базової математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю на освітньо-науковому рівні доктора філософії. Першочерговим завданням статті вважаємо визначення основних положень щодо ролі математичної освіти у професійному, особистісному та загальнолюдському становленні майбутніх наукових і науково-педагогічних кадрів. Окрім цього, завданнями вважаємо пропонування програми базової математичної підготовки, її обґрунтування з позицій визначених положень, а також з врахуванням необхідності розширення та неперервного продовження базової математичної підготовки, здійсненої у межах перших двох циклів вищої освіти.

Методологічну основу дослідження складають наукові праці із загальних проблем неперервної освіти, педагогіки вищої школи, математичної підготовки майбутніх фахівців у ВНЗ, а також монографії та підручники відомих педагогів-математиків. У процесі дослідження використано методи аналізу, класифікації, узагальнення, синтезу, прогнозування.

У визначенні змісту базової математичної підготовки майбутніх докторів філософії технічних напрямів підготовки виходимо з наступних положень:

- математика є універсальною мовою наук;
- математика є потужним засобом розв'язання прикладних технічних задач;
- математика є ефективним засобом формування креативного мислення і загального інтелектуального розвитку особистості;
- математика є елементом загальної культури особистості.

Загальною визначеною є роль математики у точному формуванні наукової думки, адже вона являє собою не тільки самостійну науку, вона є універсальною мовою інших наук. Математичні поняття використовують в інших науках для вираження функціональних і структурних співвідношень [8, с. 151]. За допомогою математичної мови виявляються кількісні закономірності, які притаманні явищам, що досліджуються. Це надає законам, одержаним на основі спостережень і експерименту, необхідну точність і однозначність і відіграє вирішальну роль у процесі пояснення та подальшого передбачення явищ [8, с. 154]. Формалізована математична мова служить для аналізу наукових теорій, їхньої структури, для дослідження способів означення понять і проведення доведень як у самій математиці, так і у інших науках [8, с. 157].

Сучасний стан стрімкого розвитку і ускладнення техніки і технологій має наслідком математизацію

технічних наук. Цей процес полягає у послідовному розширенні математичного апарату, що застосовується при розв'язанні прикладних задач, введенні у розгляд нових математичних об'єктів, що формалізують постановки сучасних технічних і технологічних проблем, а також у синтезі нових методів їх вирішення. Одним із головних показників високого рівня математичної компетентності фахівців технічного профілю є здатність до побудови математичної моделі, адекватної технічній задачі, що розглядається, а також здатність одержання розв'язань високої міри точності. Вказані здатності мають ґрунтуватися на розумінні припущень, що складають основу математичної моделі, володінні класичними та прикладними методами математики, на правильній фізичній інтерпретації складних формалізованих розв'язань [12]. Ми погоджуємося із зауваженням [12]: використання фахівцями технічного профілю сучасних інформаційних технологій не зменшує, а навпаки, підсилює необхідність глибокого розуміння сутності математичного апарату та розрахункових операцій, що є фундаментом прикладних комп'ютерних програм.

Відповідно до головної мети професійної технічної підготовки за усіма трьома циклами вищої освіти, а саме – формування компетентних фахівців, здатних до активної діяльності і творчої праці, – основною задачею сучасного ВНЗ стає орієнтація дидактичного процесу на становлення креативної особистості [5, с. 56]. Креативність уявляє собою здатність до породження оригінальних ідей та використання нестандартних способів інтелектуальної діяльності [16, с. 45]. Основними особливостями креативного мислення є здатність до аналізу, виявлення протиріч, обґрунтування знайдених рішень проблем, прогнозування можливих варіантів розвитку знайдених рішень, генерування нестандартних ідей [4, с. 26-27; 17, с. 40]. Саме математика сприяє вмінню виявляти закономірності, знаходити розв'язки проблем, які потребують самостійного дослідження, розвиває інтуїцію, уяву, асоціативне мислення, здібності до висунування нових гіпотез і ідей. Отже, математика безпосередньо сприяє формуванню креативного мислення майбутніх фахівців. Одночасно математична освіта вирішує проблему загального інтелектуального розвитку особистості, що проявляється у здібностях до розуміння змісту поставлених проблем, логічного міркування, чіткого формулювання результатів міркування тощо.

Математика є необхідною для загального формування світогляду особистості. Адже філософське збагнення світу, його наукових концепцій без математики неможливе [15, с. 6]. Крім того, освоєння математики має сприяти становленню етичних принципів людського життя: прямування до ствердження істини, чесності і об'єктивності, здібностей до сприйняття краси інтелектуальних досягнень тощо [21, с. 420]. Отже, математика є елементом загальної культури особистості.

Виходячи з розглянутих положень як основи визначення змісту базової математичної підготовки

майбутніх докторів філософії технічних спеціальностей, пропонуємо обов'язковий двосеместровий курс 3-го (чотирьохрічного) циклу вищої освіти: «Фундаментальна та прикладна математична підготовка» за наступною програмою:

Частина I. Додаткові аспекти класичної математики та їх практичні застосування.

Розділ 1. Загальна теорія множин.

Тема 1. Множини та їх властивості. Алгебра множин.

Тема 2. Відповідності між множинами. Функція.

Тема 3. Поняття про нечіткі множини.

Розділ 2. Спеціальні питання лінійної алгебри.

Тема 1. Лінійні (векторні) простори.

Тема 2. Лінійні відображення.

Розділ 3. Математичний апарат лінійної алгебри та диференціального числення в класичних методах оптимізації.

Тема 1. Безумовний та умовний екстремуми.

Тема 2. Глобальний екстремум.

Розділ 4. Додаткові розділи інтегрального числення.

Тема 1. Власні інтеграли, що залежать від параметру.

Тема 2. Невласні інтеграли, що залежать від параметру.

Розділ 5. Спеціальні питання теорії диференціальних рівнянь.

Тема 1. Теорія стійкості.

Тема 2. Поняття про диференціальні рівняння у частинних похідних.

Розділ 6. Елементи гармонійного аналізу.

Тема 1. Ряди Фур'є та практичний гармонійний аналіз.

Тема 2. Спектри періодичних функцій.

Тема 3. Перетворення Фур'є та його дискретна версія.

Частина II. Стохастична методологія у прикладних задачах.

Розділ 1. Закони розподілу випадкових величин, розповсюджених у практиці стохастичних досліджень.

Тема 1. Закони розподілу змістового моделювання.

Тема 2. Закони розподілу як допоміжний засіб у техніці стохастичних обчислень.

Розділ 2. Статистичне оцінювання параметрів.

Тема 1. Нерівність Рао – Крамера – Фреше та вимір ефективності оцінок.

Тема 2. Методи статистичного оцінювання невідомих параметрів.

Тема 3. Байесовський підхід до статистичного оцінювання.

Розділ 3. Статистичні критерії.

Тема 1. Принцип відношення правдоподібності.

Тема 2. Послідовні критерії.

Тема 3. Практична перевірка адекватності обраної моделі розподілу.

Розділ 4. Методи прикладної статистики.

Тема 1. Основи прикладного статистичного аналізу.

Тема 2. Основні задачі статистичного дослідження залежностей.

Розділ 5. Кореляційний аналіз багатовимірної генеральної сукупності.

Тема 1. Кореляційний аналіз кількісних ознак.

Тема 2. Рангова кореляція.

Розділ 6. Методи багатовимірної класифікації.

Тема 1. Класифікація із навчанням.

Тема 2. Класифікація без навчання.

Розділ 7. Методи зниження розміру ознакового простору.

Тема 1. Метод головних компонент.

Тема 2. Факторний аналіз.

Теорія множин, з якої розпочинається курс «Фундаментальна та прикладна математична підготовка», займається дослідженням загальних властивостей сукупностей елементів довільної природи, які об'єднано за певною ознакою. Класичну теорію множин засновано німецьким математиком Георгом Кантором у другій половині XIX століття. Ця теорія є фундаментом більшості розділів сучасної математики. Вказана обставина обумовила включення теорії множин до програми курсу. Вважаємо важливим, що вивчення теорії множин ініціює мисленнєві процеси особистості: сприяє розвитку здатності до аналізу, синтезу, класифікації, формально-логічних міркувань тощо. Класичне канторовське поняття множини є основою узагальненого поняття нечіткої множини, введеного у розгляд американським вченим Л. Заде у 1965 році. Теорія нечітких множин є сучасним апаратом формалізації невизначеностей, які виникають при моделюванні реальних об'єктів будь-якої природи. Отже, програма пропонованого курсу передбачає ознайомлення з основними поняттями теорії нечітких множин.

Перша частина дисципліни «Фундаментальна і прикладна математична підготовка» містить додаткові аспекти розділів загального курсу класичної математики, які майбутні доктори філософії вивчали у бакалавраті. Додаткові розділи інтегрального числення (власні та невідомі інтеграли, що залежать від параметру) та спеціальні питання теорії диференціальних рівнянь (теорія стійкості, поняття про диференціальні рівняння у частинних похідних) мають вивчатися майбутніми докторами філософії вперше. Частину матеріалів інших розділів – спеціальних питань лінійної алгебри, розв'язання класичних задач безумовної та умовної оптимізації, елементів гармонійного аналізу – включено у програми підготовки бакалаврів окремих технічних спеціальностей (переважно на рівні ознайомлення, зі значною долею самостійного вивчення). У пропонованому курсі фундаментальної та прикладної математичної підготовки передбачається детальний змістовий розгляд указаних аспектів з аналізом сутності відповідних понять, обґрунтуванням справедливості тверджень і теорем та обговоренням сфери їх практичних застосувань.

Змістове наповнення першої половини пропонованого курсу обумовлено важливістю його аспектів як

підгрунтя подальшої спеціальної математичної підготовки, що здійснюється профільними кафедрами. Лінійна алгебра являє собою основу всіх чисельних методів математики, у тому числі – методу скінчених елементів, який є універсальним апаратом наближеного розв'язання рівнянь математичної фізики і, отже, стає основним сучасним засобом розв'язання актуальних прикладних задач гідромеханіки, теплопровідності, теорії пружності, розрахунку конструкцій тощо. Відомо, що математичні структури, які вивчаються у курсі лінійної алгебри, універсалізовано у загальноалгебраїчному понятті лінійного (векторного) простору. Ознайомлення з теорією лінійних просторів, а також теорією лінійних відображень, що містить важливі для практичних застосувань математичні конструкції (лінійні оператори, власні значення та власні вектори лінійного оператора, квадратичні форми) включено у розділ «Спеціальні питання лінійної алгебри».

До необхідності розв'язання оптимізаційних задач приводять проблеми багатьох технічних галузей. У пропонованому курсі передбачено розгляд класичних задач оптимізації. Розуміння ідей класичного підходу та відповідних алгоритмів розв'язання складає основу компетенцій майбутніх фахівців у зазначеній сфері. Класичні методи оптимізації використовують математичний апарат диференціального числення, а також апарат лінійної алгебри, викладений у попередньому розділі.

У технічних задачах, формалізовані постановки яких відносяться до сфери математичної фізики, ефективним математичним апаратом є інтеграли, що залежать від параметру. Зокрема, спеціальні функції (гамма- і бета-функції) являють собою невластні інтеграли, що залежать, відповідно, від одного і двох параметрів. Ці функції відносяться також до математичного апарату теорії ймовірностей та математичної статистики як основа означень відповідних розподілів ймовірностей (Гамма- і Бета-розподілів). Розгляд цих розподілів, розповсюджених у практиці статистичних досліджень, передбачає програма другої частини пропонованого нами курсу. Інтеграли, що залежать від параметру, які мають вивчати майбутні доктори філософії, є розширенням і поглибленням розділу «Інтегральне числення функцій однієї змінної», що викладається студентам бакалаврату.

Розв'язання різних за суттю фізичних і технічних задач часто приводить до диференціальних рівнянь, що зв'язують незалежні змінні, їх функції та похідні цих функцій. Теорія диференціальних рівнянь включає дві області: теорію звичайних диференціальних рівнянь і теорію диференціальних рівнянь у частинних похідних. У першому освітньому циклі ВНЗ – бакалавраті – вивчається лише теорія звичайних диференціальних рівнянь. Серед важливих, практично значимих питань цієї теорії є дослідження стійкості одержаних розв'язань рівнянь. Указане питання, як правило, у бакалавраті не розглядається. Під стійкістю розв'язку диференціального рівняння розуміють малі

зміни розв'язку при малих змінах початкових даних задачі. Актуальність дослідження стійкості розв'язань обумовлено неминучими похибками початкових даних задач, що є результатами практичних вимірювань. Нестійкі розв'язки диференціальних рівнянь зазвичай не мають прикладного значення, оскільки, навіть приблизно, не описують явища, що вивчаються [9, с. 268]. Отже, теорія стійкості є першою темою розділу «Спеціальні питання теорії диференціальних рівнянь». Другою темою цього розділу є поняття про диференціальні рівняння у частинних похідних, до яких приводить значна кількість технічних задач. Зокрема, це задачі, пов'язані з вивченням композитів (сильно неоднорідних матеріалів, що широко використовуються у сучасній техніці), пористих середовищ, а також перфорованих матеріалів [11, с. 119].

Заключним розділом першої частини курсу фундаментальної та прикладної математичної підготовки є «Елементи гармонійного аналізу». Темі розділу «Ряди Фур'є» та «Інтеграл Фур'є» включаються у програми класичної математичної підготовки студентів бакалаврату, як правило, в обзорному форматі. Важливість вивчення цих тем обумовлено широким колом їх технічних застосувань. Тригонометричні ряди Фур'є корисні всюди, де мають місце періодичні процеси, зокрема, при дослідженнях коливальних систем, а також систем автоматичного регулювання. Отже, цю тему введено у пропонований курс з метою більш детального розгляду та ознайомлення з ідеями практичного гармонійного аналізу.

Якщо розклад функції у ряд Фур'є являє собою суму «гармонійних коливань», частоти яких утворюють дискретну послідовність, то у представленні функції інтегралом Фур'є ці частоти заповнюють неперервно піввісь. Говорять, що інтеграл Фур'є має неперервний спектр [2, с. 118, 121]. Спектральний аналіз, що ґрунтується на перетворенні Фур'є, виявляється корисним у багатьох сферах: радіотехніці, системах діагностування технічного стану приладів різного призначення тощо.

Звертаємо увагу, що зміст першої частини курсу фундаментальної та прикладної математичної підготовки майбутніх докторів філософії має обов'язково включати доказову частину основоположних тверджень. Оскільки сама математика є дедуктивною областю знань, в основі якої – формальні доведення, метод пізнання цієї науки без доведень обійтися не може. Крім того, значення доказової частини полягає у формуванні креативного мислення майбутніх фахівців, їх інтелектуального розвитку і загальної культури [19, с. 519].

Другу частину пропонованого курсу задумано як подальше поглиблення та розширення змісту дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика» бакалаврату щодо вивчення ймовірнісно-статистичного інструментарію досліджень у технічних і технологічних галузях. Надзвичайна роль математичної статистики у цих дослідженнях пов'язана зі складністю сучасної техніки і технологій, різноманіттям зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на виро-

бничі процеси. Ці методи необхідні при вирішенні проблем удосконалення та конструювання різного роду приладів і механізмів, зокрема, у розрахунках загального рівня їх похибок, при вибірковому аналізі та контролі технологічних процесів, при науковій обробці результатів експерименту, оцінці та виявленні взаємозв'язків [6, с. 3, 6]. Стохастична методологія необхідна майбутнім докторам філософії у процесі роботи з теми дисертаційних досліджень: для врахування випадкового фактору у теоретичних обґрунтуваннях роботи, оптимального планування і проведення експерименту, науковій обробці його результатів.

Зміст і побудова другої частини «Стохастична методологія у прикладних задачах» багато в чому спирається на роботу [1] видатних фахівців у сфері теорії ймовірностей і математичної статистики С. А. Айвазяна і В. С. Мхитаряна. Ці науковці мають великий досвід викладання дисципліни у значно більш глибокому і широкому обсязі, ніж традиційний.

Закони розподілу дискретних випадкових величин (біноміальний, Пуассона, геометричний, гіпергеометричний) та неперервних випадкових величин (нормальний, рівномірний, показниковий) викладаються у розділі «Теорія ймовірностей» дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика» бакалаврату. У розділі «Математична статистика», як правило, додатково вводяться розподіли «хи-квадрат» і Стьюдента. Пропонований курс передбачає розширений розгляд законів розподілу ймовірностей, найбільш розповсюджених у практиці стохастичних досліджень, з наступних позицій. Виокремлюються дві ролі, які відіграють ті чи інші моделі законів розподілу. Перша роль відноситься до області змістового моделювання. Вона полягає в адекватному описанні реального процесу, що досліджується. Друга роль полягає у використанні законів розподілу в якості допоміжного технічного засобу при реалізації методів статистичної обробки даних [1, с. 114]. Таким чином, тема 1 першого розділу другої частини курсу передбачає включення наступних законів розподілу випадкових величин: поліноміального, нормального (з більш докладним, ніж у бакалавраті, вивченням), логарифмічно-нормального, розподілів Вейбулла і Коші. Тема 2 першого розділу містить розподіли «хи-квадрат» і Стьюдента (у більш детальному обговоренні), розподіл Фішера, Гамма- і Бета- розподіли ймовірностей.

Два наступних розділи другої частини програми охоплюють основні складові математичного апарату статистики: теорію статистичного оцінювання невідомих параметрів моделі, що аналізується, та теорію перевірки статистичних гіпотез про параметри (або природу) моделі, що аналізується [1, с. 232]. Розглядається нерівність Рао- Крамера- Фреше, що дає можливість вводу точки відліку шкали вимірювань ефективності оцінок невідомих параметрів [1, с. 244]. Передбачається вивчення методів максимальної правдоподібності та моментів побудови довірливих областей (більш обґрунтоване, ніж у курсі бакалаврату), розгляд байєсовського підходу до статистичного оцінювання.

Розділ «Методи прикладної статистики» включає вивчення основних етапів прикладного статистичного аналізу і основних задач статистичного дослідження залежностей. Апарат статистичного дослідження залежностей є складовою частиною багатовимірного статистичного аналізу. Загальна мета застосування цього апарату полягає у виявленні, на основі дослідження окремих результатів статистичного спостереження, стохастичних взаємозв'язків, що існують між показниками. До основних практичних задач, в яких доцільно використання апарату статистичного дослідження залежностей, відносять задачі прогнозу, планування та діагностики, оцінки важкодоступних для безпосереднього спостереження і виміру характеристик системи, що досліджується, оцінки ефективності функціонування систем тощо [1, с. 392-394].

Останні три розділи другої частини курсу фундаментальної та прикладної математичної підготовки майбутніх докторів філософії стосуються викладення головних проблем прикладної статистики. Розділ «Кореляційний аналіз багатовимірної генеральної сукупності» присвячений статистичному дослідженню структури та характеру взаємозв'язків, що існують між кількісними змінними. У наступному розділі розглядаються статистичні методи класифікації об'єктів і ознак. Задача класифікації полягає у розбитті сукупності об'єктів, що аналізується, на деяку кількість однорідних (у певному сенсі) груп або класів. Якщо додатково відомі так звані повчальні вибірки, то для розв'язання задач класифікації звертаються до методів дискримінантного аналізу. В умовах відсутності повчальних вибірок і наявності лише мізерної апріорної інформації використовують методи і моделі кластерного аналізу [1, с. 398, 516-517].

Заключний розділ курсу присвячений методам зниження розмірності ознакового простору, що досліджується. Заплановано розгляд методу головних компонент та ідеології методів факторного аналізу.

Отже, ми представили і обґрунтували зміст фундаментальної та прикладної математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю на освітньо-науковому рівні доктора філософії. Відповідний дво-семестровий курс вперше введений у обов'язкову програму підготовки третього циклу вищої освіти. Зміст курсу передбачений як узагальнення, поглиблення і значне розширення змісту традиційних дисциплін класичної математики, що викладаються у бакалавраті. У формуванні змісту курсу враховане значення математики як універсальної мови наук, потужного засобу розв'язання прикладних технічних задач, ефективного засобу формування креативного мислення, інтелектуального розвитку особистості та її загальної культури.

Вважаємо за доцільне продовження дослідження у напрямі виокремлення інваріантного ядра курсу та його доповнення варіативними частинами, зміст яких визначається конкретними технічними спеціальностями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айвазян С. А. Теория вероятностей и прикладная статистика / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – Москва: ЮНИТИ, 2001 – Том 1. – 656 с.
2. Адзериho С. Я. Введение в линейную алгебру, теорию поля и ряды Фурье: учебное пособие / С. Я. Адзериho, И. М. Полонский, Н. А. Стодольник. – Минск: Высшая школа. – 1968, 152 с.
3. Гвильдис Т. Ю. Аспирантура в структуре высшего образования / Т. Ю. Гвильдис // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014 – № 4 (54) – С. 169-178.
4. Гетманская Е. В. Личность: креативные характеристики / Е. В. Гетманская // Педагогика и психология: Вестник Московского гуманитарного университета им. М.А. Шолохова. – 2010. – № 1. – С. 25-32.
5. Грохольская О. Г. Дидактические возможности инновационного вуза в подготовке профессионалов / О. Г. Грохольская // Вестник Университета Российской академии образования. – 2012. – № 2. – С. 53-57.
6. Длин А.М. Математическая статистика в технике / А. М. Длин. – Москва: «Советская наука», 1958. – 466 с.
7. Закон України «Про вищу освіту» (2014 року). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
8. Математика как язык науки. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://libweb.kpfu.ru/z3950/full_fond/klass/014/151-175.pdf.
9. Гноенский Л. С. Математические основы теории управляемых систем / Л. С. Гноенский, Г. А. Каменский, Л. Э. Эльсгольц. – Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1969. – 512 с.
10. Моніторингове дослідження. Моніторинг інтеграції української системи вищої освіти в Європейський простір вищої освіти та наукового дослідження: аналітичний звіт / За заг. ред. Т.В. Фінікова, О. І. Шарова. – К.: Таксон, 2014. – 144 с.
11. Олейник О. А. Роль теории дифференциальных уравнений в современной математике и ее приложениях / О. А. Олейник // Соровский образовательный журнал. – 1996. – № 4. – С. 114-121.
12. Регейло І. Ю. Історіографічні аспекти підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації в Україні / І. Ю. Регейло // Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогіка. – 2011. – С. 271-281.
13. Симоненко О. Д. Математика и технические науки. Из истории развития технических наук. [Электронный ресурс] / О. Д. Симоненко. – Режим доступу: <http://www.portal-slov.ru>.
14. Спірін О. М. Досвід підготовки наукових кадрів з інформаційно-комунікативних технологій в освіті / О. М. Спірін, А. В. Яцишина // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2014. – № 2. – С. 3-8.
15. Тихомиров В. М. О некоторых проблемах математического образования / В. М. Тихомиров // Всероссийская конференция «Математика и общество». Математическое образование на рубеже веков. – М.: МЦНМО, 2000. – С. 3-15.
16. Torrance E. The nature of creativity as manifest in the testing / E. Torrance // The nature of creativity. – 1988. – P.43-75.
17. Черноус Віра. Креативне мислення у творчих пошуках особистості: літературний огляд / Віра Черноус // Нова педагогічна думка: науково-методичний журнал. – 2014. – № 1. – С. 38-41.
18. Ярхо Т. О. Математична підготовка майбутніх фахівців технічного профілю в інтегрованому процесі фундаменталізації професійної технічної підготовки у ВНЗ / Т. О. Ярхо // Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди». Додаток 1 до Вип. 36, Том VIII (68) : Тематичний випуск: «Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – 2016. – С. 345-353.
19. Ярхо Т. А. Основные дидактические принципы математической подготовки в современном техническом университете / Т. А. Ярхо // Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди», Додаток 1 до Вип. 5, Том V (56) : Тематичний випуск «Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – 2014. – С. 514-521.
20. Ярхо Т. О. Спадкоємність різновидів математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю в процесі її фундаменталізації у ВНЗ / Т. О. Ярхо // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2016. – Вип. 9. – С. 123-127.
21. Ярхо Т. О. Формування математичної компетентності майбутніх науково-педагогічних кадрів у системі неперервної професійної підготовки магістрів і аспірантів сучасного технічного університету / Т. О. Ярхо, Т. В. Ємельянова // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету: зб. наук. праць. – 2015. – Вип. 3. – С. 417-424.

REFERENCES

1. Ayvazyan, S.A. & Mkhitaryan, V.S. (2001). *Teoriya veroyatnostey i prikladnaya statistika [The theory of probability and applied statistics]*. Moscow: YuNITI [in Russian].
2. Stodolnik, S.Ya. (1968). *Vvedenie v lineynuyu algebru, teoriyu polya i ryady Fur'e: uchebnoe posobie [Introduction into linear algebra, field theory and Fourier*

series: a teaching aid]. Minsk: Vysshaya shkola [in Russian].

3. Gvildis, T. Yu. (2014). Aspirantura v strukture vysshego obrazovaniya [Post-graduate studies in the framework of higher education]. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo – Issues of Contemporary Science and Applied Science. V. I. Vernadsky University*, 4 (54), 169-178 [in Russian].

4. Getmanskaya, E.V. (2010). Lichnost: kreativnye kharakteristiki [Personality: creative characteristics]. *Pedagogika i psikhologiya: Vestnik Moskovskogo gumanitarnogo universiteta im. M.A. Sholokhova – Pedagogy and Psychology: Issue of Sholokhov Moscow University for Humanities*, 1, 25-32 [in Russian].

5. Grokholskaya, O.G. (2012). Didakticheskie vozmozhnosti innovatsionnogo vuza v podgotovke professionalov. [Didactic possibilities of an innovative higher educational establishment in the preparation of professionals]. *Vestnik Universiteta Rossiyskoy akademii obrazovaniya – Bulletin of University of Russian Academy of Education*, 2, 53-57 [in Russian].

6. Dlin A.M. (1958). *Matematicheskaya statistika v tekhnike*. [Mathematical statistics in technology]. Moskva: «Sovetskaya nauka». [in Russian].

7. Zakon Ukraini «Pro vishhu osvitu» [The Law of Ukraine “On Higher Education”]. (2014). Retrieved from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> [in Ukrainian].

8. *Matematika kak yazyk nauki [Mathematics as a language of science]*. Retrieved from: http://libweb.kpfu.ru/z3950/full_fond/klass/014/151-175.pdf. [in Russian].

9. Gnoenskiy, L.S., Kamenskiy, G.A. & Elsgolts, L.E. (1969). *Matematicheskie osnovy teorii upravlyaemykh sistem [Mathematical grounds of the theory of operated systems]*. Moscow: Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury [in Russian].

10. Finikova, T. & Sharova, O. (2014). *Monitorynhove doslidzhennia. Monitorynh intehratsii ukrainskoi systemy vyshhoi osvity v Yevropeyskyi prostir vyshhoi osvity ta naukovoho doslidzhennia: analitychnyi zvit [Monitoring-based research. The monitoring of integration of Ukrainian system of higher education into European framework of higher education and scientific research: analytical report]*. Kyiv: Takson [in Ukrainian].

11. Oleynik, O. A. (1996). Rol teorii differentsialnykh uravneniy v sovremennoy matematike i ee prilozheniyakh [The role of the theory of differential equations in contemporary mathematics and its applications]. *Sorovskiy obrazovatelnyy zhurnal – Sorovsky Educational Journal*, 4, 114-121 [in Russian].

12. Reheilo, I. Yu. (2011). Istoriohrafichni aspekty pidhotovky naukovykh i naukovo-pedahohichnykh kadrov vyshchoi kvalifikatsii v Ukraini [Historiographic issues of training highly-qualified scientific and scientific-pedagogical staff in Ukraine]. *Naukovyi visnyk Melitopolskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho – Scientific Bulletin of Melitopol*

State Pedagogical University, Seriya: Pedahohika, 271-281 [in Ukrainian].

13. Simonenko, O. D. (n. d.). *Matematika i tekhnicheskie nauki. Iz istorii razvitiya tekhnicheskikh nauk [Mathematics and engineering sciences. From the history of development of engineering sciences]*. Retrieved from: <http://www.portal-slov.ru> [in Russian].

14. Spirin, O.M. & Yatsyshyna, A.V. (2014). Dosvid pidhotovky naukovykh kadrov z informatsiino-komutativnykh tekhnolohii v osviti [The experience of training scientific staff in the domain of informational-commutative technologies in education]. *Kompiuter u shkoli ta simi – Computer at School and at Home*, 2, 3-8 [in Ukrainian].

15. Tikhomirov, V. M. (2000). O nekotorykh problemakh matematicheskogo obrazovaniya [On some problematic issues of mathematical education]. *Vserossiyskaya konferentsiya «Matematika i obshchestvo». Matematicheskoe obrazovanie na rubezhe vekov – All-Russian Conference “Mathematics and Society”. Mathematical education at the turn of centuries*. (pp. 3-15). Moscow: MTsNMO [in Russian].

16. Torrance, E. (1988). *The nature of creativity as manifest in the testing*. The nature of creativity (pp. 43-75). [in English]

17. Chornous, V. (2014). Kreatyvne myslennia u tvorchykh poshukakh osobystosti: literaturnyi ohliad [Creative thinking in creative search of a personality: literary survey]. *Nova pedagogichna dumka: naukovo-metodichnyi zhurnal – New Pedagogical Thinking: scientific-methodological journal*, 1, 38-41 [in Ukrainian].

18. Yarkho, T. (2016). Matematychna pidhotovka maibutnykh fakhivtsiv tehnicnogo profilu v intehrovanomu protsesi fundamentalizatsii profesiinoi tehnicnoi pidhotovky u VNZ [Mathematical preparation of the future specialists of a technical profile in the integrated process of fundamentalization of professional technical preparation at a higher educational establishment]. *Humanitarnyi visnyk DVNZ «Pereiaslav-Hmelnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody – Humanitarian Bulletin of “Gregory Skovoroda Pereiaslav-Khmelnytskyi State Pedagogical University”*, (pp. 345-353) [in Ukrainian].

19. Yarkho, T. A. (2014). Osnovnye didakticheskie printsipy matematicheskoy podgotovki v sovremennom tekhnicheskom universitete [The principal didactic principles of mathematical preparation at a modern technical university]. *Humanitarnyi visnyk DVNZ «Pereiaslav-Khmelnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody» – Humanitarian Bulletin of “Gregory Skovoroda Pereiaslav-Khmelnytskyi State Pedagogical University”*, (pp. 514-521) [in Russian].

20. Yarkho, T. (2016). *Matematychna pidhotovka maibutnykh fakhivtsiv tehnicnogo profilu v intehrovanomu protsesi fundamentalizatsii profesiinoi tehnicnoi pidhotovky u VNZ* [The mathematical training of future specialists majoring in technical sciences in the integrated process of its fundamentalization at a higher educational

institution]. *Naukovi zapysky – Scientific essays*, 9, 123-127 [in Ukrainian].

21. Yarkho, T. O. & Yemelianova, T.V. (2015). Formuvannya matematychnoi kompetentnosti maibutnikh naukovо-pedahohichnykh kadriv u systemi nepererвної profesiinoy pidhotovky mahistriv i aspirantiv suchasnoho tekhnichnoho universytetu [The formation of mathemati-

cal competence of future scientific-pedagogical staff within the system of life-long professional training of masters and post-graduates at a modern technical university] *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu: zb. nauk. Prats – Scientific Issues of Berdyansk State Pedagogical University: Collection of Papers*, 3, 417-424 [in Ukrainian].

Ярхо Татьяна Александровна,

кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой высшей математики, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, ул. Ярослава Мудрого, 25, г. Харьков, Украина

ФОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БАЗОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-НАУЧНОМ УРОВНЕ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ

В соответствии с новым Законом Украины «О высшем образовании», в высших учебных заведениях III-IV уровней аккредитации осуществлен переход к многоступенчатой системе высшего образования, которой соответствуют степени бакалавра, магистра и доктора философии. В обязательную образовательную программу третьего цикла многими ВУЗами впервые введен курс фундаментальной и прикладной базовой математической подготовки. В статье представлено и обосновано содержание предлагаемого курса для будущих докторов философии технических специальностей. Содержание первой части курса «Дополнительные разделы классической математики и их практические применения» обусловлено широким спектром современных технических приложений, включенных в него аспектов. Разделы первой части посвящены общей теории множеств, специальным вопросам линейной алгебры, классическим методам оптимизации, дополнительным разделам интегрального исчисления, специальным вопросам теории дифференциальных уравнений, элементам гармонического анализа. Целью второй части курса «Стохастическая методология в прикладных задачах» является овладение вероятностно-статистическим инструментарием исследований в технических областях. Два раздела второй части включают основные составляющие математического аппарата статистики: теорию статистического оценивания неизвестных параметров анализируемой модели и теорию проверки статистических гипотез о параметрах или природе анализируемой модели. В последних трех разделах второй части изложены ключевые проблемы прикладной статистики. В формировании содержания базовой математической подготовки учтено значение математики как универсального языка наук, мощного средства решения прикладных задач, а также становления креативного мышления и интеллектуального развития личности.

Ключевые слова: многоступенчатая система высшего образования, третий цикл высшего образования, доктор философии, образовательная программа, базовая математическая подготовка, фундаментальная и прикладная математическая подготовка, креативное мышление, дополнительные аспекты классической математики, стохастическая методология.

Tetiana Yarkho,

PhD (Candidate of Engineering Sciences), associate professor, Head of the Department of Higher Mathematics, Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudroho Str., Kharkiv, Ukraine

FORMATION OF THE CONTENT OF BASIC MATHEMATICS TRAINING FOR FUTURE TECHNICIANS AT THE EDUCATIONAL-SCIENTIFIC LEVEL OF DOCTOR OF PHILOSOPHY

According to the new law of Ukraine “On Higher Education”, at higher educational establishments of III-IV levels of accreditation, a transfer to the multi-level system of higher education has been put into practice, which is represented by the Bachelor’s degree, Master’s degree and PhD degree. Numerous higher educational establishments have introduced a course of fundamental and applied mathematics training into the compulsory educational-scientific curriculum of the third cycle of higher education for the first time. This paper substantiates and presents the content of the suggested course for future Doctors of Philosophy in the sphere of engineering sciences. The content of Part One of the course entitled “Additional Aspects of Classical Mathematics and their Practical Applications” is preconditioned by a wide spectrum of modern technical applications and related aspects. The sections of the Part One are devoted to the general theory of sets, special issues of linear algebra, classical methods of optimisation, additional sections of integral calculus, special issues of differential equations, elements of harmonic analysis. The aim of Part Two of the course entitled “Stochastic Methodology in Applied Problems” is mastering the probability-statistical research instruments in technical

fields. The two sections of the Part Two include the principal constituents of the mathematical apparatus of statistics: the theory of statistical evaluation of unknown parameters of the model under analysis and the theory of testing statistical hypotheses about the parameters or nature of the analysed model. In the three last sections of the Part Two, the key problems of applied statistics are outlined. The significance of mathematics as the universal language of sciences, as a powerful tool of solving applied problems, as well as forming creative thinking and intellectual development of a personality is taken into account in the formation of the content of the basic training in mathematics.

Keywords: multi-level system of higher education, the third cycle of higher education, Doctor of Philosophy, educational-scientific curriculum, fundamental and applied training in mathematics, creative thinking, additional aspects of classical mathematics, stochastic methodology.

Подано до редакції 25.10.2016

Рецензент: д. пед. н., проф. М. І. Лазарєв

УДК: 37.015:572+141.333

Олена Іванівна Мезенцева,
аспірант лабораторії соціальної педагогіки, Інститут проблем виховання НАПН України,
співголова ВГО «Асоціація вальдорфських ініціатив в Україні»,
вул. М. Берлінського, 9, м. Київ, Україна

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ІДЕЇ ДУХОВНО-НАУКОВОЇ АНТРОПОЛОГІЇ РУДОЛЬФА ШТАЙНЕРА

У статті узагальнено концептуальні ідеї педагогічної антропології Рудольфа Штайнера (1861-1925), автора духовної науки антропософії, що стала світоглядною базою педагогічної системи «Вальдорфська школа». Духовно-наукове людинознавство Р. Штайнера розглядає людину в аспектах її становлення, виховання, освіти і включає: загальне вчення про людину як тілесно-душевно-духовну істоту; розгляд людини в єдності розумової діяльності, емоційної та вольової сфер; концепцію про чуттєву організацію людини; орієнтацію на вікову періодизацію з позицій фізичних, душевних і духовних процесів, що формують особистість; а педагогіку, яка базується на вивченні людини та глибокому її розумінні, називає «мистецтвом виховання».

Ключові слова: антропологія, антропософія, Рудольф Штайнер, вальдорфська педагогіка.

Глобалізація, зміна демографічної ситуації та технологічні досягнення є одними з основних рушійних сил майбутнього. Майбутнє покоління має бути готовим зіткнутись з цими проблемами і скористатись можливостями, викликаними цими силами. Ці зовнішні чинники привели за собою цілий комплекс явищ, що розпочали процес «олюднення» освіти.

У період кінця 80-х – початку 90-х років ХХ століття формулюються ідеали нової освіти, нової школи. В Державній національній програмі «Освіта» («Україна ХХІ століття») [5] наголошується на необхідності повороту школи до дитини та суспільства, вказується на важливість реалізації принципів демократизації та деідеологізації освіти, відкритості та плюралізму, гуманізації та гуманітаризації освіти тощо. Зміни педагогічних орієнтирів, які відображає і новий проект «Закону про освіту», що наразі знаходиться на громадському обговоренні, поставили в центр педагогічної системи особистість дитини, її реальні потреби та можливості для самопізнання, саморозвитку, самовиховання, самореалізації в різних сферах життя.

Ідея дитиноцентризму не нова. На зламі ХІХ – ХХ століть на тлі протиставлення людської свободи та самовизначення людини щодо авторитарних, монархічних, капіталістичних, раціонально-прагматичних

політичних систем, що функціонували в багатьох країнах світу, виникають багато альтернативних, або, як їх зазначають західні вчені, реформаторських педагогічних систем: шкіл М. Монтесорі (1810–1952, Італія), С. Френе (1896–1966, Франція), Д. Дьюї (1859–1952, США), «Трудові школи» Г. Кершенштайнера (1854–1932, Німеччина), О. Декролі (1871–1932, Бельгія), «Школа гри» К. Пратт (1867–1954, США), «Дитяча школа» М. Наумбург (1890–1983, США), «Йена-план школи» П. Петерсен (1884–1952, Німеччина), Е. Кей (1849–1926, Швеція), О. Ніл (1883–1973, Англія) та ще багато інших.

Однією з таких освітніх моделей стала вальдорфська педагогічна система Рудольфа Штайнера (1861–1925, Німеччина), в основу якої покладено цілісний погляд на людину, що ґрунтується на засадах духовної науки антропософії (від грец. *antropos* – людина і *sophia* – мудрість).

Аналіз літератури показав, що дослідження проблем вальдорфської педагогіки на сьогодні широко здійснюється закордонними авторами (Т. Вейс, К. Поуп, К. Віхерт, К. Гейдебрандт, Р. Гроссе, А. Ентен, Г. Кюлевид, Т. Ріхтер, Е. Краніх, Б. Лівехуд, М. Цех, А. Бітова, О. Вишнякова, Б. Гречін, В. Загвоз-