

УДК 378.147:51

DOI https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-17

ПРИНЦИПИ БІЛІНГВАЛЬНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ В УМОВАХ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Сніжко Наталія Вікторівна,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

доцент кафедри математики

Національного університету «Запорізька політехніка»

ORCID ID: 0000-0003-4547-5934

Scopus-Author ID: 57194323878

Web of Science Researcher ID: AAE-4494-2019

Об'єктом дослідження даної роботи є навчальний процес підготовки інженерів у технічному університеті на білінгвальній основі, коли викладання фахових дисциплін проводиться іноземною (англійською) мовою. Розглядаються принципи білінгвального навчання вищої математики (дисциплін математичного циклу), як загальнодидактичні, так і специфічні.

Виділені наступні загальнодидактичні принципи сучасної особистісно-орієнтованої філософії освіти, релевантні до білінгвального навчання математики: діяльнісний характер навчання, активна взаємодія всіх суб'єктів навчальної діяльності, проблемність навчання, особистісно-орієнтована спрямованість навчання, продуктивність навчальної діяльності, професійна спрямованість навчання, полікультурність та гуманістичний розвиток у контексті діалогу культур.

З урахуванням особливостей білінгвального навчання математики в умовах технічного університету встановлені специфічні принципи навчання: спрямованість на досягнення мети оволодіння математикою – конкретною дисципліною немовного циклу; використання двох мов (рідної та іноземної) як способів пізнання; єдність мисленнєвої та мовленнєвої діяльності іноземною мовою; опора на рідну та іноземну мови; раціональне обмеження комунікативної достатності; міждисциплінарна взаємопов'язаність та взаємна обумовленість різних компонентів у системі підготовки інженера; оптимальність навчання; поступове якісне ускладнення змісту навчання; фундування базових шкільних математичних знань; розвиток мотивації до здатності та готовності використовувати іноземну мову у спеціальних цілях.

Пропоновані у цій роботі принципи білінгвального навчання математики у технічному університеті характеризують способи використання закономірностей, які виявляються при білінгвальному навчанні, відповідно до наміченої стратегічної мети – формування білінгвальної предметної компетенції з математики у майбутніх інженерів.

Ключові слова: ініомовна освіта, білінгвальна освіта, модель білінгвального навчання, дидактичні принципи, предметно-орієнтовані дидактичні моделі.

Snizhko Nataliia. Principles of bilingual teaching of mathematics in the training of engineers at a technical university

The object of research is the educational process of training engineers at a technical university on a bilingual basis, when the teaching of professional disciplines is conducted in a foreign (English) language. The principles of bilingual teaching of higher mathematics (disciplines of the mathematical cycle), both general didactic and specific, are considered.

The following general didactic principles of the modern person-oriented philosophy of education, relevant to bilingual mathematics education, are distinguished: activity-based nature of learning, active interaction of all subjects of learning activity, problematic nature of learning, personal-oriented learning, productivity of learning activities, professional orientation of learning, multiculturalism and humanistic development in the context of the dialogue of cultures.

Taking into account the peculiarities of bilingual mathematics teaching in the conditions of a technical university, specific principles of education are established: focus on achieving the goal of mastering mathematics (a specific discipline of the non-language cycle); the use of two languages (native and foreign) as ways of learning; unity of thinking and speech activity in a foreign language; reliance on native and foreign languages; rational limitation

of communicative sufficiency; interdisciplinary interconnection and mutual dependence of various components in the engineer training system; optimality of training; gradual qualitative complication of the content of education; founding on basic school mathematical knowledge; development of motivation to the ability and willingness to use a foreign language for special purposes.

The principles of bilingual teaching of mathematics at the technical university proposed in this work characterize the ways of using the regularities that are revealed in bilingual teaching/learning, in accordance with the intended strategic goal, namely, the formation of bilingual subject competence in mathematics of future engineers.

Key words: *foreign language education, bilingual education, model of bilingual teaching/learning, didactic principles, subject-oriented didactic models.*

Вступ. Глобалізаційні явища у міжнародному освітньому просторі, сучасні тенденції до полікультурної підготовки фахівців стали причиною модернізації вищої школи України [4; 5]. Зміни спрямовані на гармонізацію українських та зарубіжних освітніх програм, розвиток академічної мобільності студентів українських вишів, забезпечення конвертованості вітчизняної вищої освіти. У цих умовах значно посилюється творчий характер освіти. Його ключовим завданням є розвиток у людини таких якостей і здібностей, які дозволили б йому здійснювати професійну та соціальну діяльність у швидко змінюваних соціокультурних умовах.

Одним із проявів такої модернізації є впровадження білінгвального навчання при професійній підготовці фахівців в університетах. Навчання на білінгвальній основі передбачає викладання фахових дисциплін іноземною мовою (як правило, англійською). У цьому випадку іноземна мова поряд з рідною мовою виступає як інструмент пізнання світу спеціальних знань і самоосвіти, міжкультурного спілкування та полікультурного виховання.

Для сучасного періоду розвитку українського суспільства особлива значимість білінгвального навчання полягає в прагненні нашого суспільства до загальнопланетарного обміну цінностями, ідеями та до діалогу культур. Крім того, в руслі Болонського процесу воно є надійною основою інтернаціоналізації української вищої освіти. Вона полягає в активізації міжнародної діяльності вищих навчальних закладів, підвищенні академічної мобільності студентів та викладачів, можливості участі українських студентів та науковців у міжнародних освітніх проєктах (IREX, ТЕМПУС-ТАСІС, Erasmus Mundus, DAAD та ін.), інформатизації освіти.

Іноземна мова під час білінгвального навчання виступає засобом вивчення різних предметних областей. У нашому дослідженні такою областю є вища математика (дисципліни математичного циклу), оскільки цей предмет є базовим для студентів інженерно-технічних спеціальностей.

Аналіз досліджень і публікацій. Білінгвальна освіта відкритого типу, мета якої є досягнення світу спеціальних знань засобами рідної та іноземної мов, досліджувалась багатьма відомими представниками європейської науково-педагогічної школи. Питання, пов'язані з викладанням немовних дисциплін англійською мовою, розглядалися в роботах дослідників Т. Дудлі-Еванса [11], Т. Морелла [15]. В роботі Т. Дудлі-Еванса [11] аналізувались особливості, які підвищують ступінь взаємодії між лектором та аудиторією, мають позитивний вплив на розуміння лекції неангломовними студентами та на вивчення змісту предмета. В роботі Т. Морелла [15] досліджувався стиль лекцій для неангломовної аудиторії; розглядалися питання застосування маркерів дискурсу; встановлено, що більш неформальний та розмовний стиль лекцій викликає вищий ступінь взаємодії між лектором та його неангломовною аудиторією. Академічні навички мовлення та аудіювання англійською мовою (за умови викладання немовних дисциплін неангломовній аудиторії) привернули увагу дослідника К. Хайланда [14]. Дослідження А. Хаусена [13] присвячено більш загальним питанням, а саме принципам і методам білінгвальної (і ширше – мультілінгвальної) освіти в європейських школах.

Окремі питання стосовно білінгвального навчання розглядалися також і вітчизняними науковцями. В роботі С. В. Іваненко [2] досліджуються деякі дидактичні аспекти і особливості

білінгвального навчання студентів немовних спеціальностей. С. М. Ситняківська [6] розглядає особливості впровадження білінгвальних курсів у процес підготовки студентів за спеціальностями «Радіотехніка», «Системна інженерія». Роботи О. О. Чорної [9] та М. В. Шевченко [10] присвячені більш вузьким питанням – проблемі формування іншомовної комунікативної компетентності студентів технічних спеціальностей. У роботі [16] сформульовані питання, теоретичне осмислення яких необхідне для успішної реалізації білінгвального навчання у виші.

Але слід зауважити, що наразі визначено лише певні аспекти проблеми двомовного навчання у вищій школі; на даний час цілісна концепція білінгвальної професійної освіти в Україні не побудована. Також зауважимо, що майже не розроблені методологічні та технологічні основи білінгвального навчання фахових дисциплін; не розроблені відповідні дидактичні моделі.

Мета роботи – встановлення принципів білінгвального навчання математики, які включають як загальнодидактичні принципи сучасної особистісно-орієнтованої філософії освіти, так і специфічні принципи білінгвального навчання математики майбутніх інженерів в умовах технічного університету.

Матеріали та метод. Для досягнення поставленої мети використовувались наступні методи: аналіз, порівняння, систематизація, узагальнення (під час огляду наукових публікацій за обраною тематикою дослідження); аналіз, синтез, дедукція, індукція, класифікація, узагальнення (під час дослідження принципів білінгвального навчання математики).

Результати. Під час розробки принципів білінгвального навчання математики ми виходили з відомого положення, що принципи навчання (дидактичні принципи) поєднують теоретичні уявлення з педагогічною практикою та, спрямовуючи діяльність педагогів, реалізують нормативну функцію дидактики, визначають зміст, організаційні форми та методи навчального процесу згідно з його цілями та закономірностями [1]. І. П. Підласий принципи навчання також називає дидактичними принципами і дає таке означення: «Дидактичні принципи (принципи дидактики) – це основні положення, що визначають зміст, організаційні форми і методи навчального процесу у відповідності з його загальними цілями і закономірностями. В принципах навчання виражаються нормативні основи навчання, взятого в конкретно-історичному вигляді. Будучи дидактичними категоріями, принципи навчання характеризують способи використання законів і закономірностей у відповідності з визначеними завданнями» [3, с. 440].

Під впливом соціального прогресу та наукових досягнень, у міру накопичення досвіду роботи викладачів вони видозмінюються, удосконалюються. При виділенні принципів навчання у вищій школі багато дослідників уточнюють і розширюють формулювання принципів загальної дидактики. Дійсно, дидактика вищої школи покликана допомогти педагогові знайти оптимальні відповіді на запитання: навіщо вчити, як вчити, чого вчити?

При виділенні системи принципів навчання у вищій школі враховуються його характерні риси, наприклад, те, що у вищій школі вивчаються не основи наук, а самі науки у розвитку; спостерігається єдність наукових та навчальних засад у діяльності викладача вищої школи; яскраво виражені ідеї професіоналізації та ін.

Як бачимо, в педагогічній науці на сьогодні ще не вироблене однозначне означення поняття принципу навчання, проблема принципів не отримала остаточного розв'язання, хоч нею протягом багатьох століть займались кращі педагоги. Ми погоджуємось із думкою І. В. Зайченка про те, що «сьогодні не визначені основи розробки номенклатури принципів навчання; не розроблені наукові основи системи принципів навчання, їх підпорядкованості, ієрархії. Саме тому в посібниках з дидактики і педагогіки кількість принципів і їх формулювання різні. Пояснюється це тим, що джерелом формулювання принципів в одному випадку слугує досвід навчання, у другому – філософія, теорія пізнання, у третьому – закономірності розвитку психіки дітей» [1, с. 145]. Багато вчених, які працюють у сфері дидактики вищої школи, вважають за потрібне викласти свою точку зору, тому останнім часом висловлюються ідеї про виділення групи прин-

ципів навчання у вищій школі, які синтезували б їх різноманіття:

- орієнтованість вищої освіти на розвиток особистості майбутнього фахівця;
- відповідність змісту університетської освіти сучасним та прогнозованим тенденціям розвитку науки (техніки) та виробництва (технологій);
- оптимальне поєднання загальних, групових та індивідуальних форм організації освітнього процесу у закладі вищої освіти;
- раціональне застосування сучасних методів та засобів навчання на різних етапах підготовки спеціалістів;
- відповідність результатів підготовки фахівців вимогам, які пред'являються конкретною сферою їхньої професійної діяльності, забезпечення їх конкурентоспроможності.

Пропоновані у цій роботі принципи білінгвального навчання математики у технічному університеті характеризують способи використання закономірностей, які виявляються в процесі білінгвального навчання, відповідно до наміченої стратегічної мети – формування білінгвальної предметної компетенції з математики у майбутніх інженерів [8]. Білінгвальне навчання математики в технічному університеті будується на загальнодидактичних принципах сучасної особистісно-орієнтованої філософії вищої освіти. Як провідні ми виділяємо наступні дидактичні принципи:

1) Принцип *особистісно-орієнтованої спрямованості* білінгвального навчання математики. Здійснення цього принципу означає врахування реальних потреб студентів та проектування їх на мету, зміст білінгвального навчання; актуалізацію мотивів діяльності студентів, включаючи їх інтереси, когнітивні потреби, прагнення до самореалізації та самовизначення.

2) Навчання має *діяльнісний* характер. Цей принцип передбачає моделювання у навчальному процесі видів діяльності, професійних та предметних ситуацій, максимально наближених до природної (автентичної) предметно-комунікативної та фахової діяльності. Включення студента до процесу засвоєння предметного математичного знання та досліджуваної іноземної мови сприяє актуалізації особистісних сенсоутворювальних мотивів діяльності студента, спрямованих на задоволення його пізнавальних потреб, а також формуванню його професійної ролі інженера. Крім того, даний принцип передбачає, що математика у вищі має розглядатися не як завершена математика, а як вид діяльності. Цю тезу підкреслював відомий математик та педагог Г. Фройденталь [12]. Причому діяльнісна природа математичних знань повинна охоплювати не тільки процесуальну сторону навчання, а й змістовну.

3) Навчання має характер переважно *продуктивної навчальної діяльності*. Цей принцип означає спрямованість діяльності студента в процесі засвоєння математики та мови, що вивчається, на набування особистісно значущого професійного досвіду, створення особистісного освітнього продукту. Цей підхід забезпечує розвиток творчих здібностей студентів, які навчаються на білінгвальній основі.

4) Навчання орієнтоване на *активну взаємодію* всіх суб'єктів навчальної діяльності, що виявляється в активній взаємодії з викладачем та іншими студентами у процесі вирішення предметнодіяльнісних, математичних, мовознавчих завдань та задоволення своїх пізнавальних потреб. Реалізація цього принципу дозволяє розвинути у студента соціально значущі цінності і якості особистості.

5) Принцип *проблемності*. Ми вважаємо його одним з основних дидактичних принципів при установці на білінгвістичний розвиток студентів. Реалізація цього принципу в практиці білінгвального навчання математики передбачає підключення пізнавально-пошукових, комунікативно-пошукових, пізнавально-дослідницьких завдань, що являють собою систему взаємопов'язаних проблем, причому їх мовленнєва, інтелектуальна та комунікативна складність повинна збільшуватись і бути спрямованою на стимулювання творчої діяльності студентів.

б) Принцип *професійної спрямованості*. Він відіграє важливу роль в процесі білінгвального навчання математики майбутніх інженерів. Аналіз науково-методичної літератури показує, що питання професійно-спрямованого навчання у дидактиці мають давні традиції (Я. А. Коменський, К. Г. Песталоцці, Ф. А. Дістервег, Д. Ж. Локк, К. Д. Ушинський. Ю. І. Пассов та ін.). Справді, навчання предмету та оволодіння студентом предметним знанням у певній галузі на основі взаємопов'язаного використання двох мов як засобів освітньої діяльності покликане разом з іншими науками формувати професійну освіту майбутнього інженера. Професійна спрямованість білінгвального навчання сприяє створенню та розвитку пізнавального інтересу, що зрештою робить навчання більш ефективним.

8) Принцип *полікультурності та гуманістичного розвитку в контексті діалогу культур*. Цей принцип, на думку багатьох українських дослідників, у сучасній педагогіці вже набуває статусу загальнодидактичного принципу. Справді, якщо українське суспільство має на меті усунення та запобігання, наскільки це можливо за допомогою освіти, ксенофобії, антиетнічних переконань, расистських поглядів, встановлення рівності та справедливості у відносинах між людьми, розвиток культурної толерантності між представниками різних соціокультурних верств, то необхідно навчити майбутніх фахівців поважати конструктивну культуру будь-якого члена будь-якої соціокультурної групи; вміти приймати її такою, якою вона є; реагувати на культурні відмінності колег та партнерів не так емоційно-імпульсивно, як раціонально; стимулювати бажання пізнавати різні культури і терпимо ставитись до тих, хто не такий, як усі. Змістовна сутність дидактичного принципу полікультурності велика. У рамках нашого дослідження суттєво, що даний принцип виходить з того, що не існує хорошої чи поганої, кращої чи гіршої, цивілізованої чи примітивної культури. Методологічним керівництвом для цього принципу служить гуманістичне положення, яке стверджує, що культури відрізняються одна від одної своїм змістом і в кожній них є свої плюси та мінуси, а значення та значущість культури визначаються самими індивідами. Полікультурність має стати невід'ємною частиною професіоналізму кожного фахівця. Як дидактичний принцип у контексті білінгвального навчання він передбачає ретельне та збалансоване відображення у змісті освіти елементів наукових та навчальних культур різних країн.

Мова – це спосіб мислення, тіло думки, саме тому оволодіння іноземною мовою нерозривно пов'язане з оволодінням іншомовною культурою, частиною якої є особливий, національний спосіб мислення. Це означає необхідність створення умов для формування у студентів здібності та готовності сприймати особливості розумових процесів своїх іншомовних партнерів та вміння використовувати ці особливості у своїй майбутній іншомовній предметно-комунікативній діяльності. Інтеграція технологій викладання, що відображають способи мислення, властиві тому чи іншому народу (оскільки саме способи мислення визначають зміст і напрямок розвитку будь-якої науки), є найбільш оптимальною під час білінгвального навчання. Наприклад, для французької наукової думки характерна перевага індуктивних та експериментальних методик, а дедуктивний спосіб мислення, що функціонує тільки в жорстко обмежених рамках початкового постулату, є способом підтвердження отриманих висновків. На відміну від дедуктивної думки, індуктивна – є евристичним засобом та відкриває шлях для винаходу, узагальнення. Саме індуктивний метод найбільш широко застосовується в педагогіці та дидактиці в американських освітніх закладах, де учням дається можливість вивести історичні поняття на основі вивченої документації, механічний закон – на основі низки експериментальних робіт та спостережень, математичну формулу чи правило – після вирішення низки завдань, граматичне правило – після серії порівняльних вправ. Знання та застосування цих методик сприяє не тільки кращому розумінню іноземної мови, а й розвитку творчих можливостей, уяви, фантазії, гнучкості та оригінальності мислення. У мовній комунікації це дозволяє швидко знайти порівняння, метафори, свіжі образи, а в предметній діяльності здійснювати перенос. На думку

одного з основоположників психолінгвістики О. О. Леонтьєва, цей принцип націлює майбутніх фахівців на позитивну комунікативну соціалізацію, сприяє формуванню у них цінностей гуманістично мислячої особистості, системи соціальних та професійних ідеалів міжнародно-орієнтованої особи, які впливають на ступінь їхньої готовності до творчої діяльності у суспільстві.

Білінгвальне навчання математики у технічному університеті має свої особливості, що потребує формулювання специфічних принципів, окрім вже перелічених загальнодидактичних.

1) *Білінгвальне навчання спрямоване на досягнення мети оволодіння математикою – конкретною дисципліною немовного циклу*, на якісне засвоєння студентами змісту цього предмета – програмних знань, що відповідають державним вимогам, на поглиблення предметних знань та розширення сфери їх застосування за рахунок використання іноземної мови.

2) *У процесі опанування предметними математичними знаннями бажано здійснювати використання студентом двох мов (рідної та іноземної) як способів пізнання, самопізнання та саморозвитку*. При цьому допускається, що у студентів може бути різний рівень володіння мовами, що дозволяє їм, однак, користуватися кожною як комунікативним інструментом, засобом удосконалення своєї предметної математичної компетенції та іншомовної компетенції у галузі математики.

3) *Принцип єдності мисленнєвої та мовленнєвої діяльності іноземною мовою*. Як ми вже відзначали [7], основною причиною, що породжує відрив мисленнєвої діяльності від мовленнєвої при вивченні іноземної мови, є відсутність немовного об'єкта пізнання. При білінгвальному навчанні математики ця проблема усувається, оскільки об'єктами пізнання є математичні структури. Для об'єднання математичної та мовленнєвої діяльності під час білінгвального навчання математики передбачається використання спеціальних вправ у вигляді мовленнєво-мисленнєвих завдань (математичних, лексичних та ситуативних), у процесі вирішення яких мисленнєва діяльність студента спрямована на реальний предмет мислення (елементи завдання та їх взаємозв'язок), а не на іншомовні мовні форми. Таким чином, прийом вирішення мовленнєво-мисленнєвих завдань активізує розумову діяльність студентів та формує мовленнєві навички іноземною мовою.

4) *Принцип дуальності – опори на рідну та іноземну мови*. Якщо білінгвальне навчання проводиться не в багатомовній аудиторії, цей принцип може бути використаний повною мірою. Рідна мова повинна враховуватися при відборі змісту навчання – навчального матеріалу, його організації та в самому навчальному процесі. Саме в цьому – у відборі матеріалу для засвоєння – ми вбачаємо опору на рідну мову. Врахування рідної мови та опора на предметні знання рідною мовою повинні мати місце і в організації відібраного матеріалу. Для кращого засвоєння студентами матеріал повинен бути організований ситуативно-тематично, тобто при білінгвальному навчанні майбутніх інженерів матеріал повинен включати теми з математики, які активно використовуються при викладанні спеціальних фахових дисциплін. Наприклад, з математики для білінгвального навчання можна обрати теми «Розрахунок електричних кіл операційним методом», «Застосування кратних інтегралів для знаходження механічних характеристик тіл» і т.д. І, нарешті, врахування рідної мови має простежуватися у самому навчальному процесі при формуванні лексичних, граматичних, орфографічних, спелінгових навичок, а також при формуванні та розвитку комунікативних якостей математичної мови.

Під час навчання математики також необхідно спиратись і на іноземну мову. Проілюструємо цю тезу на прикладах. Так, під час вивчення теми «Основи диференціального та інтегрального числення» студенти часто не розуміють сенсу цих математичних операцій, і під час вирішення дослідницьких завдань з цієї теми у них виникають труднощі. У цьому разі можна звернутись до етимології термінів та позначень, до історії їх походження. Згідно з означенням,

похідною функції f у точці x_0 називається число, до якого прямує різницеве відношення $\frac{\Delta f}{\Delta x} = \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$ за умови, що Δx прямує до нуля. Прирости виду Δx , Δf , які є різни-

цями, відіграють помітну роль при роботі з похідними. Тому природною є поява англійського слова *difference* (різниця) в назві операції диференціювання. Термін «похідна» є букввальним перекладом на українську мову французького слова *dérive*, яке запровадив 1797 р. Ж. Лагранж.

Звідси походить і позначення похідної $\frac{df}{dx}$. Така назва відображає зміст поняття: функція f'

походить від f , тобто є похідною від f . Щодо інтегрування, то цей термін походить від слова *integrate*, яке перекладається як «складати ціле», «відновлювати». Дійсно, операція інтегрування відновлює функцію, диференціюванням якої отримана підінтегральна функція. Символ \int для позначення інтеграла введений Лейбніцем, і цей знак є зміненою літерою S – першою літерою англійського слова *sum* (сума). Якщо говорити про системи символічної математики Maple, Matcad та ін., то їхні інтерфейси є англійськими, і для того, щоб користуватися їх засобами у процесі навчання математичних дисциплін, необхідно знати англійську мову.

5) Принцип *раціонального обмеження та комунікативної достатності*. Він полягає у відборі такого мовного мінімуму іноземною мовою, який відповідає меті та завданням білінгвального навчання математики на конкретному етапі навчання у технічному виші. Даний принцип передбачає раціональне обмеження як вимог, що висуваються до володіння іноземною субмовою спеціальності, так і до зусиль з її вивчення. Постановка нереальних завдань шкодить справі. Мірилом розумного обмеження є принцип комунікативної достатності під час викладання математики іноземною мовою. Звичайно, комунікативна достатність – поняття неоднозначне, її рівень змінюється в залежності від того, чи йдеться про спілкування в рамках туристичної поїздки, або побутових контактів, або спілкування за умов професійної діяльності. Рівень комунікативної достатності для майбутнього інженера має визначатися його контактами з колегами та партнерами (бесіди на професійні теми, спілкування безпосередньо в процесі виконання службових обов'язків, повідомлення, обговорення, доповіді на конференціях, обмін досвідом). Коли до рівня володіння іноземною мовою ставляться реальні завдання, педагогічний процес стає більш цілеспрямованим та ефективним.

6) Принцип *міждисциплінарної взаємопов'язаності та взаємної обумовленості* різних компонентів у системі підготовки інженера. Він відображає міждисциплінарні інтеграційні процеси, які стають характерними для всіх типів навчальних закладів на сучасному етапі. Цей принцип передбачає міждисциплінарне збагачення навчально-комунікативної практики студентів на основі врахування міждисциплінарних зв'язків між іноземною мовою та іншими дисциплінами, і навіть дидактичне зрощування курсу іноземної мови з іншими предметами. Білінгвальне викладання математики вимагає високого рівня професійної кваліфікації викладачів, які повинні мати як предметну компетенцію, так і знання іноземної мови, при цьому можлива робота викладачів-предметників у режимі трансдисциплінарності. Необхідним є науково-методичне, навчально-методичне та організаційно-методичне співробітництво викладачів у міждисциплінарному наповненні різних білінгвальних математичних курсів, а також розробка спільних міждисциплінарних курсів білінгвального навчання, наскрізних міждисциплінарних освітніх програм, міждисциплінарних форм контролю білінгвального навчання.

7) Принцип *оптимальності*. Білінгвальне навчання математики має бути по можливості простим, ясным, природним і базуватися на рівні розумної строгості викладання, яка відповідає рівню розвитку математичного мислення студентів. Цей принцип повинен поширюватися і на застосовувані методи, прийоми, форми та засоби білінгвального навчання. На початковому етапі білінгвального навчання математики як предмету необхідно надавати перевагу індуктив-

ному методу, поступово готуючи студентів до використання дедуктивного методу. Переважною формою навчання засобами іноземної мови на початковому етапі є текстова інформаційна діяльність: рецептивна (аудіювання повідомлень та робота з матеріалами для читання), продуктивна (усні та письмові роботи різного характеру). Ця діяльність базується на спеціальному понятійному та термінологічному мінімумі з математики, а також на використанні автентичних матеріалів (можливо, адаптованих). На наступному етапі переважаючою формою є мовленнєво-мисленнєва діяльність, що здійснюється в ході рішення різного роду мисленнєвих завдань та виконання самостійних робіт та проєктів.

8) Одним із базових дидактико-методичних принципів білінгвального навчання математики є принцип *поступового якісного ускладнення змісту*, який на різних етапах навчання може бути представлений такими одиницями: дидактичними елементами на іноземній мові, які включаються у процес викладання математичної дисципліни рідною мовою; білінгвальними предметно-тематичними модулями; навчальними предметами, які вивчаються іноземною мовою. Послідовне розгортання змісту білінгвального навчання, якісне ускладнення його одиниць забезпечується спіральною білінгвальною побудовою освітньої програми.

9) Принцип *фундування базових шкільних математичних знань*. Білінгвальне навчання математики інтегрується в загальну структуру та зміст інженерної освіти, основною метою якого є підготовка фахівця, здатного вирішувати поставлені перед ним завдання у всіх сферах його професійної діяльності, в тому числі і в умовах іншомовного полікультурного середовища. Реалізація навчання з опорою на держстандарт дозволяє (у своїй варіативній частині) здійснювати білінгвальне навчання математичним дисциплінам та створювати умови для формування та розвитку білінгвальної предметної компетенції під час підготовки майбутніх інженерів.

10) Обов'язковою умовою успішності білінгвального навчання математики є *розвиток мотивації* до здатності та готовності використовувати іноземну мову у спеціальних цілях, удосконалювати рівень володіння іноземною мовою з метою повсякденної комунікації, розширювати сфери міжкультурного спілкування. Очікуваними результатами, що визначають потребу у білінгвальному навчанні математики, є забезпечення студентам можливостей участі у міжнародних освітніх проєктах, продовження освіти з використанням іноземної мови, отримання додаткової інформації у професійній та предметній галузях, задоволення індивідуальних потреб у використанні засобів інформації, інформаційних технологій, розширення освітнього кругозору та можливостей кар'єрного зростання.

Висновки. Пропонований вище перелік основних принципів білінгвального навчання математики у технічному університеті не претендує на повноту, і ми лише говоримо про відносну повноту, розглядаючи ці принципи як концептуальні. Принципи білінгвального навчання, реалізуючи нормативну функцію білінгвальної дидактики, визначають методи і форми організації двомовного навчання. Саме тому подальші перспективи досліджень ми вбачаємо у вивченні проблеми методів і форм організації білінгвального навчання предметів математичного циклу в технічному університеті.

Література:

1. Зайченко І. В. Педагогіка : підручник. 3-тє видання, перероблене та доповнене. К. : Ліра-К, 2016. 608 с.
2. Іваненко С. В. Білінгвальне навчання як інструмент опанування спеціальних знань студентами немовних спеціальностей. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2019. № 67. Т. 1. С. 39–43.
3. Підласий І. П. Педагогіка. Новий курс. Книга 1. Загальні основи. Процес навчання. 2010. URL: https://ibib.ltd.ua/pedagogika-noviyiy-kurs-kniga-obschie-osnovyi.html#google_vignette (дата звернення: 27.08.2024).

4. Про Державну національну програму «Освіта» («Україна XXI століття»). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п#Text> (дата звернення: 27.08.2024).
5. Про Національну доктрину розвитку освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (дата звернення: 27.08.2024).
6. Ситняківська С. М., Хливнюк М. Г. Особливості впровадження білінгвального навчання у технічних навчальних закладах України. *Вісник Житомирського державного університету*. 2014. Вип. 6(78). С. 167–172.
7. Сніжко Н. В. Про деякі аспекти білінгвального навчання в технічному виші в контексті євроінтеграції. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2022. Спецвипуск. Т.2. С. 125–129.
8. Сніжко Н. В. Білінгвальна предметна компетенція з математики студентів інженерно-технічних спеціальностей. *Наукові інновації та передові технології. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 8(36). С. 1418–1426.
9. Чорна О. О. Особливості та практика формування іншомовної комунікативної компетентності студентів технічних спеціальностей. *Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти*. 2013. Вип. 22. С. 230–237.
10. Шевченко М. В. Особливості навчання студентів технічних спеціальностей англomовного усного мовлення. *Молодий вчений*. 2015. № 2(17). С. 329–332.
11. Dudley-Evans T. Variations in the discourse patterns favoured by different disciplines and the pedagogical implications. *J. Flowerdew (Ed.), Academic listening*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1994. P. 146–158.
12. Freudenthal H. *Mathematics as an Educational Task*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland, 1973. 692 p.
13. Housen A. Process and Outcomes in the European Schools. Model of Multilingual Education. *Bilingual Research Journal*. 2002, № 26. P. 1–5.
14. Hyland K., Bondi M. *Academic discourse across disciplines*. Frankfurt : Peter Lang AG, 2006. 330 p.
15. Morell T. Interactive lecture discourse for university EFL students. *English for Specific Purposes*. 2004. № 23(3). P. 325–338.
16. Snizhko N. Implementation of bilingual education in Ukrainian institutions of higher education. *Viae Educationis: Studies of Education and Didactics*. 2023. Vol. 2. № 3. P. 35–39.

References:

1. Zaichenko, I.V. (2016). *Pedahohika : pidruchnyk. 3-tie vydannia, pereroblene ta dopovnene – Pedagogy : textbook. 3rd edition, revised and augmented*. Kyiv : Lira-K. [in Ukrainian].
2. Ivanenko, S.V. (2019). Bilinhvalne navchannia yak instrument opanuvannia spetsialnykh znan studentamy nemovnykh spetsialnostei. [Bilingual education as a tool for mastering special knowledge by students of non-language majors]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh – Pedagogy of creative personality formation in higher and secondary schools*, 67(1), 39–43 [in Ukrainian].
3. Pidlasyi, I.P. (2010) *Pedahohika. Novyi kurs. Knyha 1. Zahalni osnovy. Protse navchannia [Pedagogy. New course. Book 1. General basics. Learning process]*. Retrieved from: https://ibib.ltd.ua/pedagogika-novyiy-kurs-kniga-obschie-osnovyi.html#google_vignette (accessed: 27.08.2024) [in Ukrainian].
4. Pro Derzhavnu nazionalnu programu «Osvita» («Ukraina XXI stolittia») [About the State National Program «Education» («Ukraine of the 21st Century»)]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п#Text> (accessed: 27.08.2024). [in Ukrainian]
5. Pro nazionalnu doktrynu rozvytku osvity [About the National Doctrine of Education Development]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (accessed: 27.08.2024). [in Ukrainian].
6. Sytniakivska, S.M., & Khlyvniuk, M. H. (2014). Osoblyvosti vprovadzhennia bilinhvalnoho navchannia u tekhnichnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy [Features of Implementation the Bilingual Education in the Technical Educational Institutions of Ukraine]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu – Zhytomyr Ivan Franko State University Journal*, 6(78), 167–172 [in Ukrainian].
7. Snizhko, N.V. (2022). Pro deiaki aspekty bilinhvalnoho navchannia v tekhnichnomu vyshi v konteksti yevrointehratsii [About some aspects of bilingual education in the technical higher school in the context of european integration]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. M.P. Drahomanova. Seria 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy – Scientific journal of M.P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 5. Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives*, Special Issue, Vol. 2, 125–129 [in Ukrainian].

8. Snizhko, N.V. (2024). Bilinhvalna predmetna kompetentsiia z matematyky studentiv Inzhenerno-tekhnichnykh spetsialnosti [Bilingual subject competence in mathematics of students of engineering and technical majorities]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii. Seriiia «Pedagogika» – Scientific innovations and advanced technologies. Series «Pedagogy»*, 8(36), 1418–1426 [in Ukrainian].
9. Chorna, O.O. (2013). Osoblyvosti ta praktyka formuvannia inshomovnoi komunikatyvnoi kompetentnosti studentiv tekhnichnykh spetsialnosti [Peculiarities and practice of formation of foreign language communicative competence of students of technical specialties]. *Vykladannia mov u vyshchyykh navchalnykh zakladakh osvity – Teaching Languages at Higher Educational Establishments at the Present Stage. Intersubject Relations*, 22, 230–237 [in Ukrainian].
10. Shevchenko, M.V. (2015). Osoblyvosti navchannia studentiv tekhnichnykh spetsialnosti anhlo-movnoho usnoho movlennia. [Peculiarities of teaching students of technical specialties in English speaking]. *Molodyi vchenyi – Young scientist*, 2(17), 329–332 [in Ukrainian].
11. Dudley-Evans, T. (1994). Variations in the discourse patterns favoured by different disciplines and the pedagogical implications. In *J. Flowerdew (Ed.), Academic listening* (p. 146–158). Cambridge, England: Cambridge University Press [in English].
12. Freudenthal, H. (1973) *Mathematics as an Educational Task*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland [in English].
13. Housen, A. (2002) Process and Outcomes in the European Schools. Model of Multilingual Education. *Bilingual Research Journal*, 26, 1–5 [in English].
14. Hyland, K., & Bondi, M. (2006) *Academic discourse across disciplines*. Frankfurt: Peter Lang AG [in English].
15. Morell, T. (2004) Interactive lecture discourse for university EFL students. *English for Specific Purposes*, 23(3), 325–338 [in English].
16. Snizhko, N. (2023) Implementation of bilingual education in Ukrainian institutions of higher education. *Viae Educationis: Studies of Education and Didactics*, 2(3), 35–39 [in English].