

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-484-9-10>

*Snizhko Nataliia, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Mathematics, Zaporizhzhia Polytechnic National University, 64 Zhukovsky St., Zaporizhzhia, Zaporizhzhia region, Ukraine, postal code 69063, snizhko.nataliia@gmail.com
orcid.org/0000-0003-4547-5934
Web of Science ResearcherID: AAE-4494-2019
Scopus AuthorID: 57194323878*

*Снізко Наталія, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики, Національний університет «Запорізька політехніка», вул. Жуковського, 64, Запоріжжя, Запорізька область, Україна, індекс 69063, snizhko.nataliia@gmail.com
orcid.org/0000-0003-4547-5934
Web of Science ResearcherID: AAE-4494-2019
Scopus AuthorID: 57194323878*

PREREQUISITES AND THEORETICAL BASIS FOR MODELING OF BILINGUAL MATHEMATICS TEACHING OF FUTURE ENGINEERS

ПЕРЕДУМОВИ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ БІЛІНГВАЛЬНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

Abstract. The work considers issues related to the need to develop a model of bilingual mathematics (subjects of the mathematical cycle) teaching/learning for future engineers in the conditions of a technical university. The socio-pedagogical prerequisites that determine the need to develop a holistic concept of bilingual training of future specialists in the engineering and technical sphere have been identified. The role of globalization phenomena among such prerequisites is emphasized. The choice of mathematics as a subject for integrative bilingual teaching/learning is justified; in particular, the social significance of mathematical education tasks in the process of training modern specialists was noted. Theoretical basis (concepts of integrability, person-oriented

learning, activity approach, dialogue of cultures) of bilingual teaching of mathematics at the technical university is formulated. The definition of the concept of "bilingual teaching/learning of mathematics" in relation to future engineering specialists is given. The composition and structure of mathematical (educational) activity, which is considered as a cognitive activity of students to acquire mathematical knowledge using two languages, is analyzed. The psychological and pedagogical conditions of bilingual teaching/learning of mathematics in the technical university through native and foreign languages are considered in detail. The interdependence of the formation of speech and mathematical dynamic stereotypes in the process of bilingual teaching/learning is studied. It is noted that in the process of bilingual teaching/learning there are opportunities for positive transfer, which can take place at different levels (general educational strategies, speech-thinking activity, mathematical thinking, language, mathematics, personal qualities of the student). On the basis of the conducted study, the directions of further investigations are outlined in order to build a didactic model of bilingual mathematics teaching/learning of future engineers in the conditions of a technical university.

Key words: bilingual education, model of bilingual teaching/learning, higher mathematics, subject-oriented didactic models, learning activity.

Анотація. В роботі розглядаються питання, пов'язані з необхідністю розробки моделі білінгвального навчання математики (предметів математичного циклу) майбутніх інженерів в умовах технічного університету. Виявлено соціально-педагогічні передумови, які визначають необхідність розробки цілісної концепції білінгвального навчання майбутніх фахівців інженерно-технічної сфери. Підкреслена роль глобалізаційних явищ серед таких передумов. Обґрунтовано вибір математики як предмету для інтегративного білінгвального навчання; зокрема, відзначено соціальну значущість завдань математичної освіти в процесі підготовки сучасних фахівців. Сформульовані теоретичні основи білінгвального навчання математики в технічному університеті, (концепції інтегративності, особистісно-орієнтованого навчання, діяльнісного підходу, діалогу культур). Дано означення поняття «білінгвальне навчання математики» стосовно майбутніх фахівців-інженерів. Проаналізовано склад і структуру математичної (навчальної) діяльності, яка розглядається як пізнавальна діяльність студентів з оволодіння математичними знаннями з використанням

двох мов. Детально розглянуті психолого-педагогічні умови здійснення білінгвального навчання математики в технічному університеті засобами рідної та іноземної мов. Досліджено взаємообумовленість формування мовленнєвих та математичних динамічних стереотипів в процесі білінгвального навчання. Зазначено, що в процесі двомовного навчання виникають можливості для позитивного переносу, який може мати місце на різних рівнях (загальнонавчальних стратегій, мовленнєво-мисленнєвої діяльності, математичного мислення, мови, математики, особистісних якостей студента). На підставі проведеного дослідження окреслені напрямки подальших розвідок з метою побудови дидактичної моделі білінгвального навчання математики майбутніх інженерів в умовах технічного університету.

Ключові слова: білінгвальна освіта, модель білінгвального навчання, вища математика, предметно-орієнтовані дидактичні моделі, навчальна діяльність.

Вступ. Сучасний етап розвитку української системи освіти характеризується стрімким розгортанням інноваційних процесів, спричинених глобалізацією та вибором Україною європейського вектору розвитку. В Державній національній програмі «Освіта» («Україна XXI століття»)¹ і Національній доктрині розвитку освіти² зазначено, що одним із пріоритетних напрямків розвитку освіти є її інтеграція до європейського та світового освітніх просторів. Тому суттєві зміни, які відбуваються в педагогічній теорії та освітній практиці, спрямовані на гармонізацію українських та зарубіжних освітніх програм, розвиток академічної мобільності студентів українських вишів, забезпечення конвертованості вітчизняної вищої освіти. Однією з умов таких змін є володіння як викладачами, так і студентами однією або кількома мовами європейського співтовариства у професійному контексті для здійснення фахових комунікацій.

У зв'язку з цим актуальним стає звернення до білінгвального (двомовного) навчання, при якому іноземна мова поряд з рідною

¹ Про Державну національну програму «Освіта» («Україна XXI століття») : Постанова Кабінету Міністрів України від 03.11.1993 р. № 896. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-p#Text> (дата звернення: 09.10.2024).

² Про Національну доктрину розвитку освіти : Указ Президента України від 17.04.2002 р. № 347/2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (дата звернення: 09.10.2024).

мовою виступає як інструмент пізнання світу спеціальних знань і самоосвіти, міжкультурного спілкування та полікультурного виховання. Технологія професійної підготовки майбутніх фахівців на білінгвальній основі (тобто викладання студентам фахових дисциплін частково або повністю іноземною мовою) на даний час активно розробляється. Але слід відзначити, що наразі цілісна концепція білінгвальної професійної освіти в Україні не побудована; поки що визначено лише певні аспекти проблеми двомовного навчання у вищій школі.

Практика показує, що у сучасному технічному університеті іноземна мова як навчальна дисципліна продовжує залишатися ізольованою від змісту професійної освіти. Очевидна наявність протиріччя між традиційною практикою підготовки фахівців-інженерів в мономовному режимі та необхідністю розвитку навчального білінгвізму як інструменту інтеграції української освітньої системи у міжнародний освітній простір, актуальною потребою сучасного інформаційного суспільства у фахівцях, які не тільки володіють сучасними знаннями, але і здатні застосовувати їх на практиці в умовах глобалізації. Тому поряд із культурно-орієнтованими моделями, що передбачають опанування студентами лінгво-країнознавчих та соціокультурних знань, набувають актуальності предметно-орієнтовані дидактичні моделі, в яких іноземна мова виступає як засіб вивчення різних предметних областей (в нашому дослідженні такою областю є математика).

1. Необхідність розробки концепції білінгвального навчання майбутніх фахівців-інженерів

На сучасному етапі розвитку суспільства ускладнюється структура інженерних технологій і пов'язаних з ними суспільних відносин, що мають багато в чому інтернаціональний характер. Це призводить до збільшення потреби суспільства у висококваліфікованих інженерних кадрах, готових і здатних здійснювати іншомовну комунікацію в професійній галузі, постійно вдосконалювати професійну компетентність. Навчання на білінгвальній основі (з використанням як рідної, так і іноземної мов) має очевидну мету формування іншомовної складової комунікативної компетентності майбутнього інженера. Проте навчання такого роду має також великий потенціал як засіб розвитку професійної особистості, що володіє комплексом якостей,

затребуваних на сучасному, складному ринку праці, який висуває до працівника високі вимоги.

Лінгвокомунікативний аспект білінгвального навчання пов'язаний із породженням текстів та усних висловлювань, здійсненням комунікативних актів в умовах, що визначаються професійною необхідністю. На даний час у навчальних планах як бакалаврських, так і магістерських програм практично відсутні дисципліни, спрямовані на навчання комунікації в ситуаціях професійного спілкування. У поєднанні з невисоким рівнем загальної культури студентів це призводить до утруднення письмової та усної комунікації навіть рідною мовою. Очевидно, що якщо людина не може зв'язно описати свою діяльність і представити її результати рідною мовою, то вона не зможе це зробити і іноземною.

Наступним аспектом білінгвального навчання є когнітивний. З одного боку, заосвоєння іноземної професійно значущої інформації важливо саме по собі у плані удосконалення професійної компетентності. Однак ще важливішим є те, що при навчанні спеціальності за допомогою іноземної мови відбувається співвіднесення (іноді більше глибоке, ніж при навчанні рідною мовою – оскільки це важче) нових концептів, пропозицій, знаків та символів з когнітивною структурою особистості та включення їх у цю структуру.

При білінгвальному навчанні важливим є психологічний аспект, який виражається наявністю у студентів бар'єрів спілкування та навчальної діяльності, мовних бар'єрів, спричинених труднощами вивчення іноземної мови та навчання нею основ професійної діяльності, етносоціокультурних та інших бар'єрів. Подолання студентами психологічних бар'єрів у процесі навчання під час створення адекватних дидактичних, організаційних, психологічних умов розвиває такі необхідні для інженера емоційно-вольові якості особистості, як готовність до подолання труднощів, стійкість до стресу, здатність зрозуміти та прийняти іншу точку зору, здатність працювати у колективі, позитивну самооцінку.

Важливою сутнісною особливістю іноземної мови як навчальної дисципліни є те, що вона може бути заповнена предметним змістом будь-якої інженерної або гуманітарної дисципліни. Таким чином, іноземна мова може розглядатись як основа для створення інтегративних навчальних курсів, різновидом яких і є білінгвальні курси.

Навчання на білінгвальній основі орієнтовано на соціалізацію особистості в руслі гуманістичного та культурологічного підходів до освіти, спрямоване на розвиток внутрішнього потенціалу студента, його соціалізацію та адаптацію, розвиток діалогічного мислення та усвідомлення культурних смислів. Варто зауважити, що у світі останніми роками великого впливу та поширення набули ідеї полікультурної освіти. Важливою соціально-політичною детермінантою формування полікультурної освіти є розвиток інтеграційних процесів як важливої складової розвитку сучасного світу, а також прагнення України інтегруватися у світовий та європейський соціально-культурний та освітній простір, зберігши при цьому національну своєрідність. З відкриттям кордонів між державами посилюється мобільність людей, їхня мотивація до вивчення іноземних мов, а також до встановлення та підтримки контактів всередині своєї країни та за кордоном. Разом з тим посилюється проблема збереження національно-культурної своєрідності.

Найбільш поширеним у сучасній педагогіці підходом до розуміння сутності полікультурної освіти є діалоговий підхід. Діалог у культурі як наукова проблема вперше виникла на початку ХХ століття у роботах К. Ясперса, О. Шпенглера, М. Бубера, М. Бахтіна. Діалоговий підхід ґрунтується на ідеях відкритості, міжкультурної комунікації, культурного плюралізму. Суть цього підходу полягає в розгляді полікультурної освіти як способу залучення студентів до різних культур з метою формування загальнопланетарної свідомості, що дозволяє тісно взаємодіяти з представниками різних країн та народів та інтегруватися у світовий та загальноєвропейський культурно-освітній простір. Важливою складовою полікультурної освіти є білінгвальне навчання засобами рідної та іноземної мов.

Як вже згадувалось, іноземна мова як навчальний предмет залишається ізольованою від змісту професійної освіти. У зв'язку з цим білінгвальне навчання виступає одним з альтернативних шляхів вивчення іноземної мови. Педагогічна альтернатива розуміється нами як теорія, концепція, система чи модель, що представляють нове, відмінне від нормативного, бачення проблеми, засноване на нестандартних способах її вирішення. Як зазначають Е. Оттен і Е. Тюрманн³, за альтернативного підходу студенти «можуть

³ Otten E., Thürmann E. Bilinguales Lernen in Nordrhein-Westfalen: ein Werkstattbericht-Konzepte, Probleme und Lösungsversuche. *Die Neueren Sprachen*. 1993. № 1-2 (92). S. 69-94.

використовувати нову мову як інструмент для розширення загального кругозору методами спеціальної дисципліни. При цьому навчальний процес визначатиметься не дотриманням фонетичних чи лексичних правил, не грою в правильні граматичні форми, а змістом, передусім предметним, і навіть методами його організації. Чим більше студенти занурюватимуться в предметний зміст, чим ширше виявиться коло їх знань з білінгвального предмета, тим успішніше проходитиме процес засвоєння мови, розуміння її основоположних соціальних та евристичних функцій».

Звернення до білінгвального навчання та білінгвальної освіти обумовлено загальносвітовими тенденціями розвитку освіти, пов'язаними з інтернаціоналізацією життя різних народів, рішенням глобальних проблем людства, переходом до постіндустріального суспільства, яке висуває особливі вимоги до мовних, інформаційно-комунікативних та міжкультурних компетенцій фахівців. «Молодим європейцям іноземна мова необхідна в якості робочої для взаємного спілкування, насамперед на професійному рівні»⁴.

2. Обґрунтування вибору математики для білінгвального навчання студентів інженерно-технічних спеціальностей

Чому в якості дисципліни для білінгвального навчання нами було обрано саме математику? Це пов'язано, по-перше, з математизацією сучасного наукового пізнання, по-друге, зі специфічними особливостями, характерними для цієї науки, і нарешті, з тим фактом, що математика і предмети математичного циклу є базовими, фундаментальними при підготовці фахівців інженерно-технічних спеціальностей.

Математизація – визначальна риса сучасної науки, техніки та технології. Знання в галузі природничих, а на сучасному етапі – і в галузі гуманітарних наук, робиться точним тоді, коли для його опису вдається використати математичну модель. У сучасній науці в зв'язку із цифровізацією, застосуванням у дослідженнях комп'ютерних технологій з'явилися нові результати в процесі використання математичних методів. Безумовно, не втратили своєї цінності та методи класичної математики, зокрема, якісні математичні дослідження. За допомогою подібних методів виконується правильна

⁴ Thürmann E. Bilinguales Lernen. Wege zur Mehrsprachigkeit. *Neue deutsche Schule*. 1994. № 9 (46). S. 34-36.

постановка математичних задач, створення математичних моделей, розробка нових обчислювальних методів.

Разом із збільшенням обсягу прикладних застосувань математики продовжує розвиватися і вона сама, причому її розвиток стимулюється як зовнішніми, так і внутрішніми чинниками. Як писав видатний математик, академік Л.С.Понтрягін, математика «мас свою внутрішню логіку розвитку, за якою математики створюють поняття і навіть цілі розділи, які є продуктом суто розумової діяльності, вони ніяк не пов'язані з навколишньою матеріальною дійсністю і не мають наразі жодних прикладних застосувань. Неможливо, однак, стверджувати, що розділи математики, які мають внутрішню стійкість, але позбавлені прикладних застосувань, – такі розділи математики не мають права на існування. Вони становлять внутрішню тканину науки, вилучення якої могло би призвести до порушення всього організму загалом. Крім того, виявляється, що деякі розділи математики, позбавлені прикладних застосувань упродовж багатьох століть, пізніше знаходять ці застосування»⁵.

Прикладом може слугувати теорія груп, що зародилася наприкінці XVIII століття в надрах самої математики, і знайшла своє плідне застосування лише наприкінці XIX століття в кристалографії, а пізніше в теоретичній фізиці.

Не можна не відзначити внутрішнє виникнення у математиці «уявної геометрії» М. І. Лобачевського, яка відіграла важливу роль як у розвитку самої математики, так і в еволюції наших уявлень про навколишній простір. Відомий математик, професор Л. Д. Кудрявцев вважав, що «сучасна математика – це наука про спеціальні логічні структури, які називаються математичними структурами і в яких описані певні відношення між їхніми елементами. <...> Деякі з математичних структур можуть бути безпосередніми моделями реальних явищ, інші – пов'язані з реальними явищами лише за допомогою ланцюга понять і логічних структур. Цей ланцюг може складатися з багатьох ланок. Математичні структури другого типу є продуктом внутрішнього розвитку математики»⁶.

Математика виконує також роль мови, тому що дає зручні та плідні способи опису найрізноманітніших явищ реального світу. Цю роль математики усвідомлював ще Галілей, який у трактаті "The

⁵ Понтрягин Л. С. Оптимизация и дифференциальные игры. *Успехи математических наук*, 1978. Т. 33. Вып. 6. С. 22-28.

⁶ Кудрявцев Л. Д. Современная математика и ее преподавание. М. : Наука, 1980. 143 с.

Assayer" писав: «Філософія написана в грандіозній книзі – Всесвіті, яка відкрита нашому пильному погляду. Але зрозуміти цю книгу може лише той, хто навчився розуміти її мову та знаки, якими вона викладена. Написана ж вона мовою математики...»⁷.

Математика вивчає математичні структури, які можуть бути моделями реальних фізичних, хімічних, біологічних, економічних, соціальних та інших явищ, тому, вивчаючи ці моделі, ми тим самим вивчаємо зазначені реальні явища. При цьому можливо, що одна і та ж сама математична модель може відповідати зовсім різним реальним явищам. Так, наприклад, рівняння Лапласа описує стаціонарний розподіл тепла у твердому тілі, закон фільтрації у пористому середовищі, стан електростатичної рівноваги та ін. Ця властивість математичних структур виражає абстрактність математики. З цього приводу досить відомим є висловлювання А. Пуанкаре, який вважав, що математика – це мистецтво давати різним речам одне найменування, навіть більше того – вивчати різні речі одним методом.

З одного боку, абстрактність математики породжує певну складність її застосування в описі конкретних завдань, але у той же час абстрактність математики надає їй силу, універсальність та загальність. При цьому слід пам'ятати, що «не можна навчити застосувань математики, не навчивши самої математики»⁸.

Характерною рисою математичних істин є їх абсолютний і вічний характер, отже, вони не змінюються і не можуть змінитися з розвитком наших знань. Так, за останні дві тисячі років наші уявлення про навколишній світ, про закономірності, які ним керують, зазнали істотних змін, проте теорема Піфагора залишилася такою ж, якою була у Стародавній Греції. Це, звичайно, не виключає того, що в процесі історичного розвитку багато математичних понять і тверджень не відразу набувають своєї логічно закінченої форми; в процесі розвитку одні й ті самі об'єкти, які вивчаються в математиці, сприймаються з різних точок зору, що призводить до розкриття їх нових властивостей, наповнює їх новим змістом.

⁷ Drake S. Discoveries and opinions of Galileo. New York : Anchor Books, 1957. 302 p.

⁸ Хинчин А. Я. О воспитательном эффекте уроков математики. URL: https://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Culture/Hinchin/Hinchin_MatemObrazov.php (дата звернення 09.10.2024)

Процеси, що відбуваються в математичній науці, впливають на математичну освіту, яку можна назвати дидактичним еквівалентом науки.

В даний час, коли, з одного боку, має місце інформаційний бум, викликаний бурхливим розвитком науки і техніки, а з іншого – відбуваються глибокі суспільні та економічні перетворення в нашій країні, перед математичною освітою стоять важливі і складні завдання. Соціальна значимість завдань математичної освіти обумовлена необхідністю підтримки традиційно високого рівня вивчення математики, який склався у вітчизняній вищій школі, формування майбутнього кадрового науково-технічного, технологічного та гуманітарного потенціалу українського суспільства.

Проблеми математичної підготовки сучасних фахівців завжди цікавили як математиків, так і педагогів-дослідників у сфері математичної освіти. Як вітчизняні, так і зарубіжні дослідники відзначають необхідність створення інтегративних математичних курсів (математика+фахова дисципліна, математика+інформатика, математика+іноземна мова)^{9,10}.

Питання про те, чому і як навчати в математиці, гостро обговорюється в даний час у зв'язку з підвищенням ролі використання математичних методів як під час вирішення конкретних практичних завдань, так і під час проведення найрізноманітніших теоретичних досліджень. Для представників різних професій потрібен різний рівень математичних знань. Однак головне – це надбання студентами математичної культури, міцного фундаменту знань з математики, розвиток у собі вміння та здатності самостійно поповнювати свою освіту. В цьому випадку, володіючи основними поняттями, які лежать в основі тієї чи іншої теорії, маючи необхідну базу, людина легко осягне цю теорію та набуде додаткових знань, необхідних у професійній діяльності.

Зміни, які відбуваються в університетах щодо постановки математичної освіти, зводяться до необхідності посилення прикладної спрямованості курсу математики та підвищення рівня фундаментальної математичної підготовки. Математична підготовка

⁹ Собко Я. М. Теоретико-методичні основи впровадження інтегративних курсів у професійно-технічній освіті. Львів : Норма, 2014. 136 с.

¹⁰ Blum A. The development of an Integrated Science Curriculum Information Scheme. European Journal of Science Education. 1981. Vol. 3. Iss. 1. P. 1-15.

має бути безперервною і проводитися з урахуванням комп'ютеризації.

Інформатизація математичної освіти є її характерною рисою. Кінець ХХ століття характеризується бурхливим розвитком нових інформаційних технологій та їх впровадженням у навчальний процес. Комп'ютери використовуються для візуального представлення математичних знань та динамічного моделювання навчальних проблем і практичних ситуацій; можливості глобальної мережі Інтернет застосовуються для пошуку, обміну математичною інформацією та для дистанційного навчання. Прогресивні педагоги у різних країнах світу цілком обґрунтовано вважають, що впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій у процес навчання математики в жодному разі не має принижувати роль традиційних методик розвитку обчислювальних умінь студентів, прийомів «безмашинного» розвитку візуальної уяви та просторового мислення студентів, використання мисленого експерименту в процесі моделювання та вирішення навчальних проблем.

На сучасному етапі значно зріс інтерес вчених-педагогів та практиків до дослідження проблем подання математичних знань у контексті використання нових технологій у процесі навчання математики. Викладачі на інтуїтивному рівні застосовують різні наочні моделі у прагненні допомогти студентам перевести зовнішню інформацію у внутрішній план. Вирішити цю проблему стало можливо з появою концепції інженерії знань – спеціальної галузі в теорії штучного інтелекту, яка розглядає різні моделі представлення знань (логічні, продукційні, фреймові, мережеві тощо)¹¹. Актуальність цієї проблеми стрімко зростає паралельно із розвитком нових інформаційних технологій. Оскільки разом з появою нових інформаційних засобів (мультимедійних програм, комп'ютерної графіки тощо), в яких не останню роль відіграє наочне та динамічне подання навчальної інформації, виникає проблема оцінки їхньої якості та ефективності.

Вивчення математики відіграє важливу роль при формуванні загальної культури людини, удосконалює культуру мислення, дисциплінує її, привчає людину міркувати логічно, виховує у неї точність та ґрунтовність аргументації. Серед інтелектуальних властивостей, що розвиваються математикою, найчастіше

¹¹ Литвин В. В. Методи та засоби інженерії даних та знань.-Львів : Магнолія 2006, 2012. 241 с.

згадуються ті, що належать до логічного мислення: здатність до дедуктивного міркування, абстрагування, узагальнення, спеціалізації, здатність мислити, аналізувати, критикувати. Вправа в математиці сприяє надбанню раціональних якостей мислення та його вираження: порядок, точність, ясність, стислість. Математична вправа вимагає уяви та інтуїції, дає чуття об'єктивності, інтелектуальну чесність, смак до дослідження і цим сприяє утворенню наукового розуму. Вивчення математики вимагає постійної напруги, уваги, здатності зосередитись; воно вимагає наполегливості та закріплює хороші навички роботи. Таким чином, математика виконує важливу роль як у розвитку інтелекту, так і у формуванні характеру.

Математика здатна давати каркас, структуру сутності досліджуваного явища; для цілкового розуміння сутності необхідні паралельні дослідження, що відповідають природі даного явища. Математичні структури мають величезні пізнавальні можливості, вони повні життя, логічного динамізму, евристичного прогнозування.

Роль математики у сучасному світі двоїста. З одного боку, математика бере участь безпосередньо у виконанні наукою передбачувальної функції, суть якої полягає у можливості вийти за межі безпосереднього досвіду. З іншого боку, роль математики змінюється істотно, коли метою науки є подальше поглиблення знання про природу. Ця двоїста роль математики зазвичай сприймається як єдиний, складний, багатогранний процес математизації сучасного наукового пізнання.

Математизація пов'язана з новим етапом розвитку математизованої науки, з її переходом від описового вивчення до точного дослідження, до побудови математичних моделей досліджуваного явища дійсності. Розробка таких моделей займає центральне місце у процесі математизації науки. Особливе значення має моделювання в інженерній сфері.

Дослідження реального об'єкта дійсності починається з його формалізації, тобто виділяються найбільш суттєві риси та властивості з усього різноманіття рис і якостей, властивих даному об'єкту або явищу. Далі обирають основні закони з тієї галузі природознавства, де розглядається досліджуваний об'єкт чи явище, та записують їх у математичній формі. За підсумками законів і обраних якостей виводяться математичні рівняння та додаткові (граничні) умови, які характеризують даний об'єкт чи явище. Після

того як збудовано математичну модель, користуються для її дослідження математичними методами.

Побудова математичної моделі – один з найскладніших і найважливіших етапів пізнання. Цей етап вимагає поєднання математичних та спеціальних (інженерно-технічних) знань. На наступному етапі відбувається математичне дослідження побудованої моделі, мета якого – вивести наслідки, а потім – етап тлумачення отриманих результатів та застосування їх на практиці. Тільки другий етап є суто математичним, тому що тут розв'язується математична задача. Створення ж моделі та інтерпретація результатів не є математичною проблемою, це відноситься до компетенції фахівця з конкретних наук (механіки, хімії, фізики, геології, інженерної справи тощо), який володіє математичними знаннями.

Насправді зазначений поділ праці при моделюванні не дотримується, саме математики часто є ініціаторами розробки математичної моделі.

Створення математичних моделей послужило імпульсом для подальшого розвитку багатьох галузей математики, таких як математична фізика, математична біологія, теорія оптимального керування, теорія інформації, теорія випадкових процесів, теорія дослідження операцій, математична лінгвістика тощо. Відомо, що біологічні та соціальні, у тому числі педагогічні, процеси винятково складні у вивченні, тому вони особливо потребують математичного моделювання.

Підсумовуючи, можемо сказати, що математика – це область людського знання, де вивчаються математичні структури, які в свою чергу можуть служити моделями різних технічних фізичних, хімічних, біологічних, економічних та соціальних явищ. При цьому одна і та сама модель може відповідати різним явищам чи об'єктам. У цьому полягає величезна прогноуюча та пізнавальна сила математики. Математична мова є зручною для опису реальних явищ, а математичні методи – плідними методами вивчення. Характерною рисою математичних істин є їх абсолютний і вічний характер, абстрактність математики надає їй сили, універсалізму та загальності. Математика завжди була невід'ємною та суттєвою складовою частиною культури людства, вона є ключем до пізнання навколишнього світу, базою науково-технічного прогресу та важливим компонентом розвитку особистості, зокрема майбутнього фахівця-інженера.

Апарат математики та відповідні лінгвістичні стереотипи рідною та іноземною мовами проникають у всі точні науки, у загальнотехнічні та деякі загальнонаукові та спеціальні дисципліни. Крім того, термінологічна основа математики, її символіка, методика вивчення інтернаціональні. Студент, який навчився сприймати та використовувати матеріал з математики, є підготовленим для вивчення на білінгвальній основі загальнонаукових, загальнотехнічних, економічних та спеціальних дисциплін. Інженер, який володіє «математичною» іноземною мовою, підготовлений до спілкування цією іноземною мовою у своїй професійній сфері, до використання сучасних інформаційних технологій, зокрема систем комп'ютерної математики та іншомовних інформаційних ресурсів у своїй професійній діяльності.

3. Теоретичні основи білінгвального навчання математики в технічному університеті

В процесі розробки моделі білінгвального навчання математики в технічному університеті ми спиралися на філософські методологічні принципи, що вимагають виходити з об'єктивності та детермінованості педагогічних явищ (оскільки ці явища існують і розвиваються через дію внутрішніх об'єктивних законів, протиріч, причинно-наслідкових зв'язків). Такого роду принципи забезпечують цілісний підхід; вивчають явище у його розвитку, його зв'язках та взаємодії з іншими явищами; розглядають процес розвитку як саморух і саморозвиток, обумовлений властивими йому внутрішніми протиріччями.

В якості методологічної та загальнотеоретичної основ нашої концепції виступають:

- 1) особистісно орієнтована парадигма сучасної освіти^{12,13,14};

¹² Бех І. Д. Особистісно зорієнтоване виховання : науково-метод. посібник. Київ : ІЗМН, 1998. 204 с.

¹³ Професійна педагогічна освіта: особистісно орієнтований підхід : монографія / О. С. Антонова та ін. ; за ред. О. А. Дубасенюк. Житомир : Житомир. держ. ун-т ім. І. Франка, 2012. 435 с.

¹⁴ Гривнак Б. Парадигма особистісно-орієнтованого навчання на початку нового століття. *Гуманітарний вісник ЗДІА*. 2010. Вип. 42. С. 138-144.

- 2) діяльнісний підхід як базова психологічна концепція навчання^{15,16};
- 3) концепція «діалогу культур»^{17,18};
- 4) концепція гуманізації та гуманітаризації навчання математики^{19,20};
- 5) міжмовна гіпотетична модель оволодіння іноземною мовою^{21,22};
- 6) модель математичної (навчальної) діяльності^{23,24}.

У рамках психолінгвістичного підходу до класифікації білінгвізму як міждисциплінарного феномену, що базується на критерії співвіднесеності мовних систем індивіда (співпідпорядкування, взаємонакладення, автономне співіснування)^{25,26}, ми можемо стверджувати, що метою білінгвального навчання майбутніх інженерів є перехід від субординативного до суміщеного білінгвізму, а далі до білінгвізму координативного типу. У наших попередніх дослідженнях²⁷ ми навели дефініцію поняття «білінгвальне навчання». Обсяг цього

¹⁵ Шмир М. Ф. Дидактичні основи реалізації діяльнісного підходу в процесі підготовки вчителя іноземної мови: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.09, Тернопіль, 2020. 496 с.

¹⁶ Зубцова Ю. С. Генеза методології діяльнісного підходу в освіті. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 48. Т. 1. С. 27-31.

¹⁷ Лупак Н. М. Концепція діалогу культур у сучасній системі освіти. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім.і М. П. Драгоманова. Сер. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2010. Вип. 22. С. 246-251.

¹⁸ Библер В. С. Культура. Диалог культур. *Вопросы философии*. 1989. № 6. С. 31-42.

¹⁹ Моторіна В. Г., Яловега І. Г. Проблема гуманітаризації математичної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 2 (20). С. 114–118.

²⁰ Сінько Ю. І. Гуманізація і гуманітаризація математичної освіти та роль математичної логіки в цих процесах. *Збірник наукових праць "Information Technologies in Education" (ITE)*. 2011. № 10. С. 122-127.

²¹ Гальскова Н. Д., Гез Н. И. Теория обучения иностранным языкам: Лингводидактика и методика. М. : Академия, 2004. 336 с.

²² Krashen S. D. Principles and practice in second language acquisition. Oxford: Pergamon Press, 1982. 202 p.

²³ Семенець С. П. Концепція моделі навчально-математичної діяльності учнів. *Педагогіка вищої та середньої школи*. 2017. № 1 (50). С. 136-147.

²⁴ Столяр А. А. Педагогіка математики. Минск : Вышэйшая школа, 1986. 414 с.

²⁵ Ervins S. M., Osgood C. E. Second language learning and bilingualism. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*. 1954, № 49. P. 139-145.

²⁶ Bell R. T. Sociolinguistics – Goals, Approaches and Problems. London : B.T. Batsford LTD, 1976. 252 p.

²⁷ Сніжко Н. В. Теорія білінгвальної освіти: ретроспектива понятійного апарату. *Modern educational strategies under the influence of the development of the information society and European integration* : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. P. 417-439.

поняття становлять безліч існуючих моделей білінгвального навчання окремих дисциплін або предметних областей, яким притаманна загальна характеристична властивість (процес вивчення предметів здійснюється засобами рідної та іноземної мов), що становить зміст цього поняття. Відомо, що зміст поняття розкривається за допомогою визначення, а його обсяг – за допомогою класифікації. За допомогою визначення та класифікації окремі поняття організуються в систему. Поняття «білінгвальне навчання математики» є видовим по відношенню до поняття «білінгвальне навчання».

Тому визначимо білінгвальне навчання математики в технічному університеті як взаємопов'язану діяльність викладача та студента у процесі вивчення математики засобами рідної та іноземної мов, у результаті якої досягається синтез компетенцій, що забезпечують глибоке засвоєння предметного математичного змісту, розвиток математичної мови, формування культури математичного мислення, а також високий рівень володіння іноземною мовою для спеціальних цілей.

4. Склад і структура математичної (навчальної) діяльності

Процес вивчення математики засобами рідної та іноземної мов розуміється нами як пізнавальна діяльність студентів з оволодіння математичними знаннями з використанням двох мов. Цю діяльність для стислості, слід за А. А. Столяром²⁸, називатимемо математичною (навчальною) діяльністю.

Для здійснення математичної діяльності, перш за все, необхідно з'ясувати її склад та структуру, щоб потім розробити методiku навчання цій діяльності.

Проведений психологами аналіз пізнавальної діяльності виявляє три компоненти цієї діяльності:

- 1) набір загальних логічних прийомів мислення (*L*);
- 2) набір специфічних для певної галузі знань (у нашому випадку для математики) прийомів мислення (*M*);
- 3) систему знань (*S*).

Для побудови теорії та методики білінгвального навчання математики необхідно прийняти певну модель математичної (навчальної) діяльності, що відображає основні сторони реальної математичної діяльності та надає великі можливості для

²⁸ Столяр А. А. Педагогика математики. Минск : Вышэйшая школа, 1986. 414 с.

приспосовування її до навчання. За основу приймемо модель А. А. Столяра, що виділяє три аспекти математичної діяльності (*М*):

1) математичний опис конкретних ситуацій, або діяльність з математизації емпіричного матеріалу (*МЕМ*);

2) логічна організація математичного матеріалу (*ЛОММ*), отриманого в результаті першого аспекту діяльності, або дослідження класу моделей, до якого належить отримана в результаті першого аспекту діяльності модель конкретної ситуації;

3) застосування математичної теорії (*ЗМТ*), отриманої в результаті другого аспекту діяльності.

Три сторони єдиного процесу пізнання відображено у трьох взаємопов'язаних аспектах математичної діяльності (*МЕМ*, *ЛОММ*, *ЗМТ*). Ці аспекти діяльності представляють специфічні для математики прийоми мислення (*М*), які використовують у певних поєднаннях загальнологічні прийоми (*Л*). Найчастіші застосування загальнологічних прийомів у різних аспектах математичної діяльності представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Застосування загальнологічних прийомів
у різних аспектах математичної діяльності**

Набір логічних прийомів мислення (<i>Л</i>)	Аспекти математичної діяльності		
	<i>МЕМ</i>	<i>ЛОММ</i>	<i>ЗМТ</i>
Індукція	+		+
Дедукція		+	+
Аналіз	+	+	+
Синтез	+	+	+
Порівняння	+		+
Співставлення	+		+
Класифікація	+	+	
Узагальнення	+	+	
Абстрагування	+	+	
Конкретизація			+

Функцію двомовності ми бачимо не лише у можливості реалізації комунікації між народами та культурами, але й у значному розширенні потенціалу та засобів вербалізації мислення, зокрема математичного. Загалом, вербалізація однієї й тієї ж самої думки можлива на основі різних мов.

Таким чином, виходячи з того положення, що мова та мислення єдині, а мислення – це оперування поняттями тією чи іншою мовою,

можна за наведеною вище схемою пізнавальної діяльності виділити ще два компонента знання: знання мовного вираження математичних понять та мовних описів способів оперування ними рідною (N , Native) та іноземною (F , Foreign) мовами.

Підкреслимо, що система знань (S , N , F) грає подвійну роль у процесі навчання математики засобами рідної та іноземної мов, оскільки вона є одночасно і результатом, і важливим компонентом пізнавальної діяльності. Справа в тому, що в процесі навчальної (пізнавальної) діяльності за допомогою загальнологічних та специфічних прийомів мислення формування та розвиток системи знань відбувається поступово, базуючись на раніш сформованій частині системи знань. Без наявності бази, тобто наявності будь-яких знань, ніяка пізнавальна діяльність, у сфері математики особливо, неможлива.

Якщо на початковому етапі білінгвального навчання математики пізнавальна діяльність визначається упорядкованою сукупністю елементів (L , M , S , N), то через деякий час за допомогою пізнавальної діяльності у процесі навчання математики засобами рідної та іноземної мов утворюється ланцюжок (рис. 1), де S'_i – збагачене математичне знання за рахунок використання засобів іноземної мови.

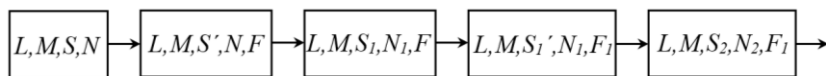


Рис. 1. Збагачення системи знань в сферах математики, рідної та іноземної мов в процесі білінгвального навчання

Маємо:

$$\begin{aligned}
 S &\subset S' \subset S_1 \subset S'_1 \subset S_2 \subset S'_2 \subset S_3 \subset \dots ; \\
 N &\subset N_1 \subset N_2 \subset N_3 \subset \dots ; \\
 F &\subset F_1 \subset F_2 \subset F_3 \subset \dots ,
 \end{aligned}$$

тобто відбувається поступове розширення і збагачення системи знань в усіх сферах: і в області математики, і в мовній області.

Дослідники зазначають, що якщо білінгвізм сприяє різнобічності мислення, підвищує передумови його евристичності, то, очевидно, білінгвістичне середовище потребує цілеспрямованого формування.

У кожній конкретній галузі математики можна мислити на різних «рівнях». Рівень мислення в конкретній галузі – це складне поняття, що включає певний рівень загальності, абстракції та строгості обґрунтування математичного матеріалу, що вивчається, певні

логічні структури. Кожному рівню мислення відповідає своя мова, що складається зі спеціальних математичних та логічних термінів, слів природної (загальнолітературної) мови (української чи англійської). При переході від одного рівня до іншого, більш високого, ця мова розширюється. Розвиток, що веде до вищого рівня, відбувається у процесі навчання, тому метод викладання може прискорити перехід від одного рівня до наступного. Отже, необхідно знати рівень мислення студента та рівень математичної діяльності, якої ми хочемо його навчити. Це потрібно для того, щоб визначити, чи зможе студент здійснювати деяку математичну діяльність рідною мовою, а потім і іноземною мовою, і в чому має полягати навчання діяльність викладача. Зіставлення цих рівнів допоможе визначити, яка саме допомога потрібна, щоб підняти рівень мисленнєвої діяльності студента. або ж покаже, що відмінність рівнів дуже велика, і на даному етапі навчання має бути знижений рівень запропонованої математичної діяльності.

У сфері геометрії та алгебри можна назвати, наслідуючи П.-Х. ван Хіле²⁹, п'ять рівнів мислення.

Таблиця 2

Рівні мислення в області геометрії та алгебри

Рівні мислення	В області геометрії	В області алгебри
1	Геометричні фігури розглядаються як цілісні і розрізняються лише за своєю формою.	Число невіддільне від множини конкретних предметів, яке воно характеризує, а операції проводяться безпосередньо над множинами предметів.
2	Проводиться аналіз сприйнятих форм, внаслідок якого виявляються їх властивості. На цьому рівні геометричні фігури виступають як носії своїх властивостей і за ними розпізнаються, але властивості фігур ще не впорядковані, вони встановлюються експериментально. Самі фігури також не впорядковані, оскільки вони лише описуються, але не визначаються. Цей рівень мислення не включає в себе структуру логічного слідування.	Числа (натуральні, цілі, раціональні) відокремлені від тих конкретних об'єктів, які вони характеризують. На цьому рівні оперують числами, записаними у певній (десятковій) системі числення, а властивості операцій встановлюються індуктивно.

²⁹ Fuys D., Geddes D., Tischler R. The van Hiele Model of Thinking in Geometry among Adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1988, Monograph 3, NCTM, Reston, VA, USA. 195 p.

Продовження таблиці 2

3	Здійснюється логічне впорядкування властивостей фігур та самих фігур. Одна або кілька властивостей приймаються за такі, що визначають фігуру, інші встановлюються логічним шляхом. Геометричні фігури вже виступають у певному логічному зв'язку, що виявляється за допомогою означень, але значення дедукції як такої ще не досягається учнями на цьому рівні.	Здійснюється перехід від конкретних чисел, які виражаються цифрами, до абстрактних буквених виразів, що позначають конкретні числа лише за певного тлумачення букв. Здійснюється «локальне» логічне впорядкування властивостей.
4	Осягається значення дедукції в цілому, тобто переходять від розуміння в її «малому» до розуміння її значення як способу побудови та розвитку всієї геометричної теорії. Цьому переходу сприяє роз'яснення сутності аксіом, визначень, теорем, логічної структури доведень, логічного зв'язку понять та тверджень.	З'яовується можливість дедуктивної побудови всієї алгебри в заданій конкретній інтерпретації, тобто коли букви, якими позначені об'єкти числення, застосовуються в якості імен змінних для чисел із деякої заданої множини (натуральних, цілих, раціональних чи дійсних чисел), а операції мають звичайний зміст.
5	На цьому рівні відволікаються від конкретної природи об'єктів і конкретного сенсу відношень між ними, тобто розвивають теорію поза всякою її конкретною інтерпретацією. На цьому рівні геометрична теорія будується як абстрактна дедуктивна система.	Відволікаються від конкретної природи об'єктів числення, від конкретного змісту операцій і будують алгебру як абстрактну дедуктивну систему поза будь-якою інтерпретацією. На цьому рівні здійснюється перехід від відомих конкретних моделей до абстрактної теорії та від неї до інших її моделей, усвідомлюється можливість існування різних алгебр, що відрізняються формальними властивостями операцій

Сучасні психолого-педагогічні дослідження в області методики викладання математики підтверджують висновок А. А. Столяра про те, що у вітчизняній середній школі традиційне викладання геометрії ведеться в основному на третьому рівні, подекуди сягаючи четвертого; викладання алгебри не піднімається вище третього рівня. Університетський курс вищої математики (особливо в процесі підготовки спеціалістів інженерно-технічного профілю), очевидно, повинен викладатись на п'ятому рівні, забезпечуючи виховання відповідного рівня математичного (зокрема) та логічного (загалом) мислення майбутнього фахівця. Ці факти повинні бути враховані при проектуванні моделі білінгвального навчання математики в

технічному університеті, його процесуального та змістовного компонентів.

5. Психолого-педагогічні умови здійснення білінгвального навчання математики в технічному університеті

Перелічимо основні психолого-педагогічні умови здійснення білінгвального навчання математики. Процес білінгвального навчання математики засобами рідної та іноземної мов в навчальних умовах штучного іншомовного мовного середовища буде успішним при виконанні наступних умов.

1) Процес білінгвального навчання *спрямований на особистість студента*, його реальні потреби, мотиви, пізнавальні інтереси. З цієї причини процес білінгвального навчання повинен здійснюватися не тільки з позиції логіки та системності математики як предмета засвоєння, а також і з урахуванням розвитку особистості студента, його суб'єктивного внутрішнього стану.

2) Білінгвальне навчання *стимулює прояв власної активності студентів* та усвідомлюється ними як індивідуальний процес, що залежить в першу чергу від них самих.

3) Білінгвальне навчання має *творчий, діяльнісний та когнітивний характер*, тобто використання мови є творчим, а не імітаційним. Білінгвальне навчання математики пов'язане з розвитком мислення та фантазії студентів; воно активізує наявні у студента інтелектуальні, зокрема математичні, здібності, знання та мовленнєвий досвід, його емоції та настрої.

4) Процес білінгвального навчання математики забезпечений вміннями викладача, який його здійснює, щодо *стимулювання мотивації* та направлення її на успішне оволодіння як рідною та іноземною мовами, так і предметними математичними знаннями.

5) *Полікультурна освіта та виховання*, які реалізуються через білінгвальне навчання математики, мають широку інтерпретацію. Це означає, що в якості об'єкта освіти, навчання, дослідження, турботи та уваги виступає соціокультурна група студентів у низці численних інших соціокультурних груп (класових, родових, статевих, релігійних, політичних, професійних, вікових, мовних, людей з альтернативним фізичним та розумовим розвитком).

6) При реалізації білінгвального навчання викладач враховує і намагається запобігти тим закономірностям білінгвального навчання, які пов'язані з *проблемами інтерференції*. Ці проблеми

неминуче виникають внаслідок негативного впливу рідної мови на іноземну, який охоплює всі лінгвістичні рівні мови (фонетичний, лексичний, граматичний, орфографічний). Проблеми інтерференції впливають на розвиток мовленнєвої діяльності як рідною, так і іноземною мовами, позначаються на позамовленнєвій поведінці.

7) У процесі білінгвального навчання математики враховується **взаємообумовленість формування мовленнєвих та математичних динамічних стереотипів**. Пояснимо цю закономірність, з цією метою розглянемо психолінгвістичний механізм процесу формування навчального білінгвізму.

На початковому етапі білінгвального навчання потрібен певний час та додаткові зусилля, щоб співвіднести нові мовні позначення іноземною мовою з уже відомими поняттями, за якими у мовленнєво-мисленнєвому апараті студента закріпилися мовні одиниці рідної лінгвістичної системи. За такого подвоєння мовних кодів за одним поняттям закріплюються два найменування – рідною мовою та іноземною мовою (рис. 2).



Рис. 2. Подвоєння мовних кодів за умови білінгвального навчання математики

Основою запам'ятовування, образно кажучи, точкою опори при розпізнаванні і запам'ятовуванні комунікативного посилання служить певний сегмент індивідуальної картини світу студента, в нашому випадку – поняття, яке закріпилося в певному семантичному контексті. Іншими словами, при отриманні інформації людина спирається на щось добре йому відоме, наприклад, на ті базові предметні знання з математики, якими вона володіє перед початком білінгвального навчання в університеті. У проєктованій нами моделі білінгвального навчання на початковому етапі роль такого розпізнавального каркасу відіграє наявний у студентів запас знань, умінь та навичок з математики, отриманий раніше під час навчання рідною мовою (в закладах середньої чи передфахової вищої освіти). При послідовному повторенні вивченого раніше предметного

матеріалу студенти систематично співвідносять добре відомі їм поняття у взаємозв'язку з новими мовними «ярликами» – іншомовною термінологією. У міру повторення у студентів в межах предметної області «математика» повинен виробитись подвійний мовний код (S, N, F).

Після того, як другий мовний код буде засвоєно на відомому понятійному апараті, а вживання іноземних термінів досягне певного рівня частотності, можна говорити про сформоване до автоматизму співвіднесення відомого поняття з новим лінгвістичним кодом. При більш глибокому аналізі можна виділити рівні засвоєння нової лексики та лексико-граматичних моделей в залежності від складності використовуваних наукових понять та логічних міркувань, але ці проблеми виходять за межі нашого дослідження.

З лінгвістичної точки зору найбільш простою для вивчення є мова математики, оскільки мова математики не така багата і різноманітна, як мови інших фундаментальних наук, наприклад, фізики (не кажучи вже про прикладні та описові науки, що рясніють термінологією та оказіональними слововживаннями, наприклад, географія, біологія, історія і т. д.)³⁰ Крім того, синтаксична структура математичної мови дуже формалізована, а граматична структура спрощена³¹. Назви багатьох математичних термінів запозичені з латинської мови, що полегшує навчання даному предмету іноземною мовою (англійською або французькою).

У міру дорослішання та навчання у людини збільшується частина усвідомлюваних розумових процесів, в тому числі і при розширенні індивідуального тезаурусу рідною та іноземною мовами. З позиції психології можна говорити про динамічні стереотипи в їхньому класичному розумінні, які походять ще від досліджень І. М. Сеченова та І. П. Павлова. При білінгвальному навчанні динамічні стереотипи множаться та ускладнюються. Наприклад, у результаті вивчення математики виробляється комплекс динамічних стереотипів вищого порядку (недарма математику називають «гімнастикою розуму» та «царицею всіх наук»: математичні вправи та завдання тренують розум, створюючи на основі випадкових асоціацій специфічну ієрархічну систему динамічних стереотипів).

³⁰ Сніжко Н. В. Білінгвальне навчання в закладах вищої освіти: цінності, мета, специфіка. *Проблеми освіти*. 2023. № 2 (99). С. 89-100.

³¹ Сніжко Н. В. Підготовка інженерів на білінгвальному основі: специфіка англійської математичної мови. *Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти на сучасному етапі. Міжпредметні зв'язки*. 2023. № 43. С. 115-127.

Мовленнєві динамічні стереотипи є неодмінними супутниками немовленнєвих, оскільки передача досвіду багато в чому відбувається через мову, реалізовану у мовленні. Звідси – вторинність мовного коду при системі математичних знань, яка склалась у студентів. Це пояснюється тим, що послідовність розумових операцій вже вироблено та доведено до автоматизму (наприклад, коли математичні завдання вирішуються лише на рівні навички, це свідчить про існування певного набору динамічних стереотипів).

Отже, комплекс динамічних стереотипів, який склався раніше рідною мовою, у студентів залишається, а додається лише система нових мовних знаків, які тепер також використовуються у наявних мовних стереотипах.

На вищому ступені білінгвального навчання (паритетна модель, коли предметне навчання математичним дисциплінам здійснюється тільки іноземною мовою), базові мовні динамічні стереотипи іноземною мовою, доведені до автоматизму, залишаються незмінними, а змінною частиною стають динамічні стереотипи предметної області, що вивчається. Збільшення, ускладнення, трансформація динамічних стереотипів предметної області тягне за собою створення нових мовних динамічних стереотипів; таким чином, цей процес стає взаємообумовленим.

8) У процесі білінгвального навчання математики використовуються можливості для **позитивного переносу**, який може мати місце на наступних рівнях:

а) на рівні загальнонавчальних стратегій (когнітивних/інтелектуальних, інформаційних, навчально-інформаційних та стратегій навчальної колаборації): когнітивні та інформаційні стратегії забезпечують загальні процеси розумової активності та процеси інформаційно-пізнавальної текстової діяльності, спрямовані на задоволення потреб студента в отриманні/повідомленні інформації у білінгвальному режимі; навчально-інформаційні стратегії є інтегративними видами навчально-інформаційної діяльності, які необхідні при роботі з різною навчальною літературою та додатковими інформаційними та довідковими матеріалами, а також при формулюванні, викладі, оформленні та поданні власної навчальної продукції, навчально-інформаційні стратегії мають загальний характер у різних предметних областях; стратегії навчальної колаборації забезпечують актуалізацію колективного суб'єкта навчальної діяльності,

розвивають здатність до взаємодії та співробітництва у процесі вирішення навчальних завдань, передачу індивідуального досвіду товаришам у групі;

б) *на рівні мовленнєво-мисленнєвої діяльності*: чим більшою кількістю мов володіє людина, тим більше розвинені її мовленнєво-мисленнєві механізми, такі, наприклад, як короткочасна пам'ять, механізми зорового сприйняття і сприйняття на слух, механізми запам'ятовування матеріалу, його впорядкування та організації, комбінування, механізми продукування в процесі говоріння, письма та інші;

с) *на рівні мови*: подібні лінгвістичні явища в рідній мові переносяться студентами на іноземну мову і полегшують тим самим її засвоєння;

д) *на рівні математичної мисленнєвої діяльності (математичного мислення)*: у процесі білінгвального навчання математики необхідно приділяти увагу вихованню культури мислення студентів, яке характеризується такими якостями, як строгість, ясність, точність мислення, а також формуванню діалектичних навичок процесу мислення. Математика є благодатним ґрунтом з великими потенційними можливостями для виховання культури мислення. Це обумовлено специфічним для математики стилем мислення, для якого характерне доведене до абсолюту домінування логічної схеми міркування над його змістом, лаконізм, чітка розчленованість ходу міркувань, строгість доведень та ретельна точність вираження засобами символічної мови. Лаконізм, точність та ясність (однозначність змісту) математичної мови сприяють вихованню аналогічних якостей мислення та висловлювання думок, тобто впливають на виховання культури мови загалом та математичної мови у тому числі. Іншими словами, людина, яка оволоділа математичним стилем мислення, переносить його на будь-яку сферу своєї діяльності, що приносить їй велику користь;

е) *на рівні предметної області, тобто математики*: як уже було сказано, на початкових етапах білінгвального навчання математики потрібен певний час та додаткові зусилля, щоб співвіднести нові мовні позначення іноземною мовою з уже відомими математичними поняттями, за якими в мовному апараті студента закріпилися мовні одиниці рідної лінгвістичної системи. Основою запам'ятовування є предметні знання студента з математики, тому на початковому етапі білінгвальне навчання математики має відбуватися на знайомому

предметному матеріалі. Крім того, математичні знання студента є базою для:

– використання контекстуальної здогадки (щодо значення нових слів, уточнення контекстуального значення, адекватного розуміння багатозначних слів, виділення нових значень);

– застосування лінгвістичної здогадки (за словотворчими елементами, структурою слова, за ознаками інтернаціональних термінів);

– пошуку опор в іншомовному математичному тексті (виділення графічних опор, виділення структурних та логічних частин тексту, ключових фраз/речень/слів, опора на заголовки, на тему, на широкий контекст).

Більш детально питання спеціальних стратегій та прийомів навчальної діяльності при білінгвальному навчанні математики розглядалось у наших попередніх роботах³²;

ґ) *на рівні особистісних якостей студента*: очевидно, що робота над засвоєнням математичної науки неминує виховує в молодій людині цілу низку рис характеру, що мають моральне забарвлення, таких як чесність, правдивість, наполегливість, мужність і творчість, а також формує діалектичний світогляд. Кожному студенту відомо, що ніякі хитрощі не допоможуть йому видати в області математики незнання за знання, неповноцінну аргументацію за повноцінну. В процесі навчання математики студент намагається навчитися поважати об'єктивну правильність аргументації як найвищу духовну та культурну цінність і жертвувати заради неї своїми особистими амбіціями. Ця риса є нічим іншим, як чесністю і правдивістю; а вони, в свою чергу, є одними з найкращих свідоцтв моральності особистості. Стимулюючий вплив на виховання завзятості, наполегливості надає чітка визначеність поставленої мети, бажаного та необхідного результату кожного математичного завдання: задача має бути розв'язана правильно, теорема повинна бути доведена вірно, так само і якість роботи тут оцінюється з однозначною визначеністю. (На відміну від дисциплін гуманітарного спрямування: наприклад, якщо завданням є твір історичного чи літературного змісту, то не можна точно вказати момент, коли таке завдання закінчено виконанням, оскільки можливості доповнення та

³² Сніжко Н. В. Спеціальні стратегії та прийоми навчальної діяльності при підготовці фахівців інженерних спеціальностей на білінгвальній основі. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2024. № 6.

удосконалення тут безмежні.) Ще одна важлива риса математичних завдань полягає у властивому їм, у більшості випадків, творчому характері, оскільки «розв'язання математичної задачі, як правило, передбачає винайдення спеціального міркування, яке веде саме до поставленої мети, і цим самим стає – нехай дуже скромним – творчим актом»³³. Отже, моральні навички, набуті під час занять математикою, певною мірою переносяться і на інші сфери мислення і практичної діяльності. «Теоретична чесність, що стала для математика незаперечним законом його наукового мислення та професійної (і зокрема, педагогічної) діяльності, тяжіє над ним у всіх його життєвих функціях – від абстрактних міркувань до практичної поведінки», – пише у своїй статті «Про виховний ефект уроків математики» відатний математик академік О. Я. Хінчін³⁴.

9) Білінгвальне навчання математики ґрунтується на відображенні в математичній освіті *діяльній природи математичних знань*, на дидактично доцільному поєднанні навчання готовим знанням, способам діяльності щодо їх застосування, а також використанню іноземної мови, поряд з рідною, як засобу для отримання позамовної математичної інформації з різних сфер автентичного функціонування іноземної мови.

Висновки. Нами виявлені соціально-педагогічні передумови, які визначають необхідність розробки цілісної концепції білінгвального навчання математики майбутніх фахівців інженерно-технічної сфери. В інженерній освіті об'єктивно існують умови для використання розвиваючого потенціалу іноземної мови. Білінгвальне навчання, у якому іноземна мова виступає як засіб викладання і вивчення загальнотехнічних і фахових дисциплін, слід розглядати як перспективний напрямок взаємопов'язаного розвитку когнітивної та комунікативної компетентностей майбутнього фахівця. Головною метою білінгвальної освіти є досягнення студентами високого рівня професійної, іншомовної та міжкультурної компетенцій. Розробка дидактичної системи білінгвального навчання у технічному університеті має ґрунтуватися на положеннях підходів: інтегративного, особистісно-орієнтованого, діяльнісного, діалогу

³³ Хинчин А. Я. О воспитательном эффекте уроков математики. URL: https://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Culture/Hinchin/Hinchin_MatemObrazov.php (дата звернення 09.10.2024)

³⁴ Ibid.

культур. Виходячи з критеріїв, що виявляють специфіку білінгвального навчання майбутніх інженерів, визначено фактори та психолого-педагогічні закономірності, що підлягають врахуванню при розробці дидактико-методичних засад концепції білінгвального навчання математики. На підставі теоретичного осмислення поняття математичної (навчальної) діяльності встановлені її склад і структура при навчанні на білінгвальній основі (засобами рідної та іноземної мов). Виявлені та проаналізовані психолого-педагогічні умови здійснення білінгвального навчання математики в технічному університеті.

Проведене дослідження слугує основою для побудови дидактичної моделі білінгвального навчання математики студентів інженерно-технічних спеціальностей. Подальша побудова вказаної предметно-орієнтованої моделі передбачає дослідження наступних питань:

- мета, задачі та зміст двомовної освіти;
- організаційно-педагогічні умови білінгвального навчання в технічному університеті;
- принципи, методи і форми білінгвального навчання математики;
- інтегративні зв'язки між компонентами білінгвальної предметної комунікативної компетенції;
- засоби контролю, оцінки результатів білінгвального навчання математики;
- специфічні фактори та методичних особливості навчання математики засобами рідної та іноземної мов, релевантні до майбутньої інженерної спеціальності студентів.

Рішення цих завдань в межах побудови моделі білінгвального навчання математики майбутніх інженерів є перспективою наших подальших досліджень.