

ПРО ВИКЛАДАННЯ ДЕЯКИХ ПИТАНЬ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ АНГЛОМОВНИМ СТУДЕНТАМ

Розглянуто проблеми викладання математичного аналізу англійською мовою іноземним та українським студентам в Національному авіаційному університеті. Досліджено специфічні особливості, що виникають при викладанні теорії границь, диференціального та інтегрального числення функцій однієї та кількох змінних, теорії звичайних диференціальних рівнянь та теорії рядів студентам, які не є носіями мови.

Ключові слова: математичний аналіз, вища математика, викладання математики.

Постановка проблеми. Національний авіаційний університет (НАУ) є авторитетним міжнародним центром підготовки спеціалістів для авіаційної та інших галузей. Підготовка іноземних студентів з різних країн світу в нашому університеті здійснюється більше шістдесят років. Саме тому вирішенню різноманітних організаційних та методичних питань, пов'язаних з навчанням іноземних студентів, тут традиційно приділяють велику увагу. Зокрема, з 1999 року на окремих напрямках впроваджується Проект англомовної освіти.

Оскільки для студентів технічних спеціальностей передбачається досить значна підготовка з математики, то перед викладачами кафедри вищої та обчислювальної математики постає проблема методичного забезпечення викладання математичних дисциплін, зокрема дисципліни "Математичний аналіз". Ця проблема має свою специфіку в роботі з іноземними студентами і є особливо гострою при викладанні англійською мовою.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації), тому можливість отримання професійної освіти англійською мовою є дуже важливою для майбутніх фахівців в галузі авіації. Кафедра вищої та обчислювальної математики забезпечує викладання англійською мовою низки математичних дисциплін для студентів різних технічних спеціальностей.

Починаючи з 2007 року ми проводимо дослідження з методики викладання математичних дисциплін іноземним та українським студентам в рамках англомовної освіти. Зокрема, ми досліджували особливості викладання англійською мовою дисципліни "Математичний аналіз" і відповідних модулів дисципліни "Вища математика" студентам Аерокосмічного інституту, Інституту комп'ютерних інформаційних технологій, Інституту інформаційно-діагностичних систем і Інституту аеронавігації [1-4].

Відмітимо, що в зв'язку з впровадженням англомовної освіти також постала нагальна потреба щодо забезпечення навчального процесу навчально-методичною літературою, написаною англійською мовою для студентів, що не є носіями цієї мови. Іноземні студенти, як правило, дуже активно працюють з підручниками, особливо цінують посібники з прикладами розв'язаних задач. В останні роки групою викладачів кафедри вищої та обчислювальної математики створено навчальний посібник англійською мовою в чотирьох частинах, який повністю забезпечує супровід курсу вищої математики для навчання за кредитно-модульною системою студентів усіх технічних спеціальностей [6-9]). Крім того, для супроводу навчання за деякими спеціальностями створено навчальний посібник з математичного аналізу [10].

Мета статті. Метою даної роботи є дослідження специфіки викладання дисципліни "Математичний аналіз", особливостей засвоєння окремих питань цієї дисципліни та відповідних модулів курсу вищої математики англійською мовою студентами, які не є носіями цієї мови, і рекомендації щодо практики їх викладання цим студентам.

Виклад основного матеріалу. В Національному авіаційному університеті іноземні студенти можуть навчатися українською, російською та англійською мовами. Вибір мови навчання здійснюється іноземними студентами в залежності від їх мовної підготовки та планів на майбутнє працевлаштування. Оскільки мовну підготовку іноземні студенти проходять під час навчання на підготовчому відділенні, то існування Проекту англомовної освіти НАУ надає можливість іноземним студентам скоротити термін навчання в університеті.

Крім того, оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації), для майбутніх фахівців в галузі авіації дуже важливою є можливість отримання професійної освіти англійською мовою. В навчанні в англомовних групах зацікавлені як іноземні, так і українські студенти, що добре знають англійську мову і зорієнтовані на наступне працевлаштування в авіаційних компаніях, що здійснюють міжнародні перевезення. Крім того, володіння професійною англійською розширює можливості працевлаштування також і в інших міжнародних компаніях і продовження навчання в інших країнах.

Наявність в університеті повного циклу навчального процесу англійською мовою разом з узгодженням змісту кредитів в навчальних планах і програмах сприятиме в майбутньому входженню

університету до Єдиного європейського освітнього простору в рамках Болонського процесу, що передбачає, зокрема, можливість вільного руху викладачів і студентів між університетами різних країн.

В процесі нашої роботи виникає ціла низка питань щодо викладання математичних дисциплін англійською мовою. Слід відмітити, що рівень знань і обсяг інформації, набутий студентами в школах та коледжах своїх країн, є дуже неоднорідним.

Зауважимо, що в деяких академічних групах частина студентів отримала шкільну освіту англійською мовою, а частина студентів отримала шкільну освіту рідною для них (і невідомою викладачу) мовою. Тому в таких академічних групах разом навчаються студенти з різним рівнем знань англійської мови, частина з яких не завжди добре володіє англійською математичною термінологією. При цьому єдиною мовою професійного спілкування між собою і з викладачем для них є англійська. Тому перед початком вивчення кожної нової теми прийнято надавати в письмовому вигляді перелік нових математичних термінів англійською мовою, пояснювати їх зміст, звертаючи увагу на вимову та написання.

Аналізуючи особливості контингенту іноземних студентів НАУ, ми бачимо, що вони є представниками різних систем освіти, внаслідок чого рівень пізнавальної діяльності, який студенти отримують на батьківщині, є неоднорідним і іноді суттєво відрізняється від рівня випускників середніх шкіл України. Певні розділи елементарної математики або невідомі цим студентам взагалі або відомі в недостатньому обсязі. При цьому ці ж студенти з інших розділів можуть мати рівень суттєво вищий. Частина іноземних студентів має також певні знання з розділів, що традиційно відносяться до вищої математики. Особливо суттєві відмінності рівня знань і обсягу інформації, якими володіють іноземні студенти, стосуються тригонометрії і комбінаторики. При цьому рівень знань з тригонометрії, як правило, нижчий, а з комбінаторики – вищий, ніж в українських студентів. Тому при викладанні математичних дисциплін таким студентам необхідно звернути увагу на особливості мовної та математичної підготовки вищезгаданих студентів.

Розглянемо основні, на наш погляд, проблеми, що постають при викладанні дисципліни "Математичний аналіз" та відповідних розділів дисципліни "Вища математика".

Відмітимо певну відмінність в підході викладачів, яка практикувалися ще в середній школі, до оцінки значущості різних тем та їх взаємозв'язків і недостатню теоретичну і практичну підготовку окремих студентів з деяких питань. Для багатьох іноземних студентів традиційними є низький рівень знань і навичок з тригонометрії, погане вміння будувати графіки (особливо тригонометричних і складних функцій), майже повна відсутність знань про обернені тригонометричні функції. При цьому більшість іноземних студентів має певний рівень навичок застосування систем комп'ютерної математики. Тому ми вважаємо доцільним при розгляді вступу до математичного аналізу надавати таким студентам конкретні рекомендації використання цих систем як допоміжного апарату при спрощенні тригонометричних та алгебраїчних виразів, розв'язуванні рівнянь та побудові графіків.

Важливою є також недостатність навичок значної частини іноземних студентів з техніки диференціювання і особливо з техніки інтегрування і, що є найбільш неприємним, недостатнє бажання опанувати ці навички. В багатьох підручниках, призначених для технічних університетів і популярних серед іноземних студентів, виклад матеріалу здійснюється в такій послідовності: похідна, первісна і невизначений інтеграл, визначений інтеграл та його властивості, основна формула інтегрального числення, застосування визначеного інтеграла, техніка інтегрування. Це створює ілюзію того, що останнє питання є менш важливим. Одночасно відмітимо більшу готовність іноземних студентів до використання систем комп'ютерної математики. Тому для часткової компенсації недоліків загальної підготовки цих студентів з техніки диференціювання і техніки інтегрування ми рекомендуємо активне використання систем комп'ютерної математики (не підміняючи при цьому повністю їх власну роботу).

Відмітимо також існування цілої низки проблем, пов'язаних з засвоєнням іноземними студентами загальних питань диференціального та інтегрального числення, оскільки ці розділи є достатньо складними для сприйняття, особливо в технічних вузах. Визначений інтеграл, як правило, вводиться в школах як приріст первісної. В зв'язку з цим ускладнюється сприйняття визначеного інтеграла як границі інтегральних сум, що знижує розуміння застосувань визначеного інтеграла.

Зазначимо також, що у більшості іноземних студентів виникають проблеми при застосуванні визначених та кратних інтегралів, пов'язаних з певною поверховістю шкільної підготовки цих студентів саме з геометрії, особливо стереометрії. Зауважимо також, що хоча рівень сприйняття більшістю іноземних студентів абстрактних питань, як правило, є достатньо низьким, більшість цих студентів непогано знають векторну алгебру, вмють оперувати з матрицями, більше вивчали методи наближених обчислень.

Також слід відмітити існування проблем з розв'язуванням прикладних задач іноземними студентами технічних спеціальностей. Для цих студентів особливу увагу потрібно звертати на задачі технічного змісту. В той же час при навчанні їх в середній школі вдома основна увага приділялась застосуванню похідної та інтеграла до розв'язування економічних задач.

При вивченні іноземними студентами функцій кількох змінних та кратних інтегралів даються ознаки недоліки засвоєння попередніх тем математичного аналізу, а саме техніки диференціювання і техніки інтегрування. До них додаються проблеми, пов'язані з недоліками засвоєння певних тем аналітичної геометрії, а саме "Площина і пряма в просторі" і "Криві та поверхні другого порядку". Як результат, дуже часто нездоланною проблемою для цих студентів стає побудова потрібної області, особливо просторової. Тому для іноземних студентів (і для українських також) слід приділяти особливу

увагу алгоритмізації процесу розпізнавання рівнянь кривих і поверхонь. Крім того, корисно надавати певні рекомендації по використанню систем комп'ютерної математики при розв'язуванні відповідних допоміжних задач.

Відносно добрим є засвоєння матеріалу іноземними студентами при вивченні звичайних диференціальних рівнянь. Особливо це стосується лінійних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, що пов'язано з наявністю простих алгоритмів і відсутністю необхідності інтегрування. Ними відносно легко засвоюються практичні навички по розрізненню резонансного і нерезонансного випадків для рівнянь зі сталими коефіцієнтами і правою частиною спеціального вигляду. На наш погляд, значну увагу також потрібно приділяти виробленню навичок розпізнавання основних типів диференціальних рівнянь, що інтегруються в квадратурах (підкреслюючи при цьому, що розглянутий їх перелік не вичерпує всього їх різноманіття і в майбутньому, при необхідності, можна звертатися до довідників). Відмітимо, що при чіткому викладі викладачем алгоритму розпізнавання найпростіших типів значна частина іноземних студентів достатньо добре засвоює ці навички. Відмітимо також, що для різних контингентів студентів кращими для засвоєння є різні форми опорних матеріалів. Складнішим для засвоєння більшістю іноземних студентів є алгоритм розпізнавання найпростіших типів рівнянь вищих порядків, що допускають пониження порядку. Відносно ефективним засвоєння цього алгоритму є лише у випадку рівнянь другого порядку.

Зауважимо також, що детальна алгоритмізація процесу розпізнавання типів задач є дуже важливою також при навчанні розв'язуванню задач на дослідження збіжності числових рядів. Проте, крім проблеми вибору ознаки збіжності, перед студентом постає також і не менш складна проблема знаходження відповідних границь. Тому саме на цьому етапі вивчення математичного аналізу і вищої математики (а не раніше) ми вважаємо доцільним надати студентам рекомендації по використанню систем комп'ютерної математики до обчислення границь. Ці навички студенти можуть використовувати також і при знаходженні радіуса збіжності степеневого ряду.

Значні труднощі у іноземних (а також і у багатьох українських) студентів, навіть з непоганою математичною підготовкою, виникають при вивченні рядів Фур'є та інтеграла Фур'є. Особливо складним для студентів є розв'язування задач на побудову амплітудно-частотних та фазово-частотних характеристик, оскільки студенти недостатньо добре розрізняють різні випадки розвинення функцій в ряд Фур'є та інтеграл Фур'є, плутають випадки дискретного і неперервного дискретизованого спектру. При цьому слід зауважити, що для студентів багатьох технічних спеціальностей необхідність розв'язування задач спектрального аналізу періодичних і неперіодичних сигналів є дуже важливою в процесі вивчення багатьох спеціальних дисциплін, зокрема при виконанні курсових та кваліфікаційних робіт. Набір рекомендацій по використанню символічного ядра системи комп'ютерної математики MATHCAD при розв'язуванні задач по розвиненню функцій в ряд Фур'є, по представленню функцій інтегралом Фур'є та реалізація прямого і оберненого перетворення Фур'є наведено в [5].

Відмітимо, що для майбутніх фахівців є дуже важливим вміння застосовувати як аналітичні, так і чисельні методи і розрізняти ситуації доцільності їх використання. Ми вважаємо доцільним розглядати ідеї та техніку наближених обчислень, хоча б у мінімальному обсязі, під час вивчення диференціального та інтегрального числення функцій однієї та кількох змінних, теорії звичайних диференціальних рівнянь та теорії рядів.

Слід також відмітити, що іноземні студенти, які навчаються за напрямками "Комп'ютерна інженерія" та "Програмна а інженерія" краще сприймають опорні матеріали, що включають блок-схеми відповідних алгоритмів. Для студентів, які навчаються за напрямками "Обслуговування повітряних суден", "Енергомашинобудування", "Авіоніка", "Радіотехніка", "Електронні пристрої та системи", опорні матеріали у вигляді таблиць є більш ефективними. Ця відмінність спостерігається і для українських студентів англійськомовних груп.

Дослідження ефективності різних методів викладу навчального матеріалу та організації навчального процесу під час лекцій, практичних занять, індивідуальної роботи студентів проводиться традиційними методами, тобто шляхом порівняння поточної та семестрової успішності різних груп та аналізом суб'єктивних оцінок студентів, отриманих за допомогою анкетування.

Керівництво виконанням і прийманням захисту індивідуальних домашніх завдань, які є важливою складовою кредитно-модульної системи навчання, при роботі з іноземними студентами мають певні особливості. Потрібно звертати увагу на особливості викладу студентами їхніх знань у письмовій та усній формі, враховувати як мовну специфіку певних груп студентів, так і специфіку їх менталітету. Крім того, ми вважаємо потрібним допомагати іноземним студентам в налагодженні спілкування з іншими студентами. В цілому, спільне навчання іноземних та українських студентів має, в основному, позитивні риси. При цьому українські студенти дістають можливість спілкування англійською мовою з іноземними студентами, що отримали мовну підготовку в інших країнах. В майбутньому це значно полегшить професійне спілкування англійською мовою нашим випускникам, які будуть працювати в специфічному інтернаціональному англійськомовному середовищі, де більшість учасників не є носіями англійської мови.

Висновки. В зв'язку з розвитком в НАУ англійськомовної освіти постає низка проблем щодо викладання математичних дисциплін, зокрема математичного аналізу, англійською мовою іноземним та українським студентам. Проведено аналіз особливостей мовної та математичної підготовки студентів з різних країн. Наведено рекомендації по роботі викладача при викладі окремих розділів дисципліни "Математичний аналіз", що спираються на досвід участі в роботі Проекту англійськомовної освіти НАУ.

Дослідження ефективності різних методів викладу навчального матеріалу та організації навчального процесу проводилося шляхом порівняння поточної та семестрової успішності різних груп та аналізом суб'єктивних оцінок студентів, отриманих за допомогою анкетування.

Використані джерела

1. Карупу О.В. Про викладання математичного аналізу іноземним студентам в рамках англомовного проекту НАУ / О.В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Міжнародна науково-практична конференція "Математика в сучасному технічному університеті", 19–20 квітня 2013 р., Київ. Матеріали конференції. – Київ: Вид. НТУУ "КПІ", 2013. – С. 274-277.
2. Карупу Е.В. Об опыте использования систем компьютерной математики в процессе преподавания высшей математики англоязычным иностранным студентам НАУ [Электронный ресурс] / Е.В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Материалы XXI-ой Международной конференции серии "Математика. Компьютер. Образование", 3 – 8 февраля 2014, Дубна. Тезисы. – 2014. Режим доступа до ресурсу: <http://www.mce.su./rus/archive/abstracts/mce21/sect57226/doc185104/>
3. Карупу О.В. З досвіду викладання деяких питань математичного аналізу іноземним студентам в рамках англомовного проекту НАУ / О.В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // III Міжнародна науково-практична конференція "Математика в сучасному технічному університеті", 25–26 грудня 2014 року, Київ: Матеріали конференції. – Київ: Вид. НТУУ "КПІ", 2015. – С.184-187.
4. Карупу О.В. Про деякі методичні аспекти викладання математичного аналізу в Національному авіаційному університеті / О.В. Карупу, Т.А. Олешко, В.В. Пахненко // Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. – 2015. – V. III (20), Issue 40. – P. 36-39.
5. Спеціальні глави математики: інтегральні і дискретні перетворення та їх застосування з використанням комп'ютерних технологій: Навчальний посібник / Н.Д. Борошенко, А.С. Горюнов, О.В. Карупу, Н.М. Шибицька. – Київ: Вид-во Нац. авіац. ун-ту "НАУ-друк", 2013. – 240 с.
6. Higher mathematics. Part 1: Manual / V.P. Denisiuk, L.I. Grishina, O.V. Karupu, T.A. Oleshko, V.V. Pakhnenko, V.K. Repeta. – Kyiv: NAU, 2006. – 268 p.
7. Higher mathematics. Part 3: Manual / V.P. Denisiuk, L.I. Grishina, O.V. Karupu, T.A. Oleshko, V.V. Pakhnenko, V.K. Repeta. – Kyiv: NAU, 2006. – 232 p.
8. Higher mathematics. Part 2: Manual / V.P. Denisiuk, V.G. Demydko., V.K. Repeta. – Kyiv: NAU, 2009. – 248 p.
9. Higher mathematics. Part 4: Manual. Theory of Probability and Elements of Mathematical Statistics / V.P. Denisiuk, V.M. Bobkov, L.I. Grishina, V.G. Demydko, O.V. Karupu, T.A. Oleshko, V.V. Pakhnenko, T.O. Pogrebetska, V.K. Repeta. – Kyiv: NAU, 2013. – 248 p.
10. Mathematical analysis: Manual / V.P. Denisiuk, V.G. Demydko., O.V. Karupu, T.A. Oleshko, V.V. Pakhnenko, V.K. Repeta. – Kyiv: NAU, 2013. – 396 p.

Karupu O., Oleshko T., Pakhnenko V.

ON TEACHING OF SOME TOPICS OF MATHEMATICAL ANALYSIS TO ENGLISH SPEAKING STUDENTS

We present some results of our experience of teaching mathematical disciplines in English to foreign and Ukrainian students in National Aviation University. We consider some problems of teaching Mathematical Analysis and corresponding topics of Higher Mathematics in English-speaking groups. The modular technology of studying which is one of the main components of the ECTS is applied. This discipline is completely covered with textbooks and manuals published in our university. Syllabus of this course in English compliant with ECTS is fully developed.

Foreign students in National Aviation University may choose to study in English, Russian or Ukrainian. English is one of the official languages of ICAO, this trend of education is urgent and favors the further improvement of professional skills of the university graduates. Beside this, foreign applicants may study without a preparatory course of Ukrainian or Russian.

We study problems of methodical, didactic and organizational nature which arise while teaching to basic topics of Mathematical Analysis in English. Some of these problems arise because our students are not native speakers and therefore they studied mathematics in their native languages in secondary school. Other problems arise as a result of different approach to teaching mathematics in secondary schools in Ukraine and countries native for our students.

We analyze the specific features of linguistic and organizational grounding of students from different countries studying in NAU and give our recommendations for dealing with them. We discuss general issues of planning and giving lectures and practical trainings to such students.

We study the specific issues that arise while teaching theory of limits, differential and integral calculus of functions of one and several variables, theory of ordinary differential equations and theory of series (numerical series, power series and Fourier series) in English-speaking groups.

Key words: *mathematical analysis, higher mathematics, teaching mathematics.*

Стаття надійшла до редакції 02.09.2015