УДК 378.016:517

О. М. Кондратьєва
Черкаський державний технологічний університет

РЕАЛІЗАЦІЯ КОНТЕКСТНОГО НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ У ФОРМІ СЕМІНАРУ-ДИСКУСІЇ

В статті розглядаються деякі способи здійснення контекстного підходу у навчанні вищої математики студентів технічних спеціальностей. Запропоновано характеристику семінарів контекстного типу таких, як семінар-дослідження, семінар колективного типу та семінар-дискусія. Наводиться приклад семінару-дискусії як однієї з форм контекстного навчання на тему «Ланцюгова лінія і парабола в архітектурі», який проводився автором для студентів спеціальності 6.060101 «Цивільне та промислове будівництво». Автор робить висновок про те, що впровадження принципів контекстного навчання у процес математичної підготовки студентів технічних спеціальностей позитивно мотивує їх навчально-пізнавальну діяльність.

Ключові слова: *вища освіта, методика навчання вищої математики, контекстне навчання.*

Постановка проблеми. Одними з найважливіших проблем математичної підготовки майбутніх інженерів, фундаментом якої є курс вищої математики є, на наш погляд, наступні. По-перше, досить часто курс вищої математики викладають студентам відокремлено, без зв’язку з іншими дисциплінами. Внаслідок цього студент, закінчивши вивчення вищої математики, не має уявлення про її значимість для засвоєння загальноінженерних та спеціальних дисциплін. По-друге, в багатьох випадках студент не усвідомлює значимість математичних знань для його майбутньої професійної діяльності. Однак, безсумнівно, вирішення цих проблем значно підвищить ефективність навчання вищої математики, та і рівень підготовки майбутнього фахівця в цілому. Розв’язанню цієї задачі, на нашу думку, сприяє організація навчання вищої математики на засадах контекстного підходу.

Контекстній підхід – підкорення змісту і логіки вивчення навчального матеріалу, в першу чергу, загальноосвітніх дисциплін, виключно інтересам майбутньої професійної діяльності, в результаті чого навчання набуває усвідомлений, предметний, контекстний характер, сприяє посиленню пізнавального інтересу і пізнавальній активності [1].

При контекстному підході інформація, яку отримують студенти, з бази знань за допомогою спеціальних генеруючих програм є деяким параметром майбутнього, тобто студенту представляється можливість реально представити де і як вона може бути використана, тому інформація, що пропонується для засвоєння, легко набуває для студента особистісного змісту [3].

Аналіз актуальних досліджень. Розробниками концепції контекстного підходу до навчання є А. А. Вербицький, Н. А. Бакшаєва, М. П. Боброва, Н. В. Борисова, В. Н. Кругліков, А. А. Федорова та ін. В роботах А. Н. Картьожнікової, В. А. Далінгера принципи контекстного підходу спроектовані на математичну підготовку майбутніх економістів. В роботі О. В. Тумашевої розглянуті особливості застосування контекстного підходу у процесі підготовки майбутніх вчителів математики в педагогічному вузі.

Однак, питання застосування технології контекстного навчання в процесі математичної підготовки майбутніх інженерів залишаються, на наш погляд, недостатньо вивченими.

Контекстне навчання – форма активного навчання, призначена для застосування у вищій школі, орієнтована на професійну підготовку студентів, що реалізується за допомогою системного використання професійного контексту, поступового насичення навчального процесу елементами професійної діяльності [1].

В контекстному навчанні отримують втілення наступні принципи: послідовного моделювання в формах навчальної діяльності студентів цілісного змісту та умов професійної діяльності спеціалістів; зв’язку теорії і практики; сумісної діяльності; активності особистості; проблемності; єдності навчання і виховання [2].

Очевидним, на наш погляд, є факт того, що реалізація принципів контекстного навчання інженерів фундаментальним дисциплінам (якою є вища математика) має низку специфічних особливостей. Наприклад, це пов’язано з неможливістю належним чином організувати в рамках вивчення фундаментальної дисципліни такої базової діяльності студентів, як навчально-професійна. Для безпосереднього моделювання професійної діяльності студенти володіють ще недостатніми знаннями. Таким чином, основна перевага віддається навчальній діяльності академічного типу з провідною роллю лекції і практичного заняття та квазіпрофесійної діяльності з використанням методів активного навчання.

В процесі нашого дослідження ми прийшли до висновку, що основними шляхами здійснення принципів контекстного навчання вищої математики майбутніх інженерів є:

1) здійснення відповідності змісту встановленим цілям вивчення курсу вищої математики, які, в свою чергу, продиктовані потребами професійної діяльності майбутніх інженерів;

2) систематизація і інтеграція знань та умінь, одержаних студентами в процесі навчання;

3) реалізація принципу проблемності з цілеспрямованим і систематичним використанням в начальному процесі активних методів навчання.

Стосовно навчання вищої математики ми вважаємо доцільним використання таких форм активного навчання, як: діалогова проблемна лекція; інтегрована лекція; лекція – прес-конференція; лекція з організацією діяльності по виявленню наперед запланованих викладачем помилок; семінари контекстного типу; заняття з математичного моделювання з використанням ЕОМ; різноманітні форми науково-дослідної роботи студентів та ін.

Метою даної статті є розгляд особливостей підготовки та організації практичних занять з вищої математики у формі семінару контекстного типу, а конкретно у формі семінару-дискусії.

Виклад основного матеріалу. Семінар контекстного типу – один із видів занять, головна мета якого полягає у тому, щоб забезпечити студентам можливості практичного використання теоретичних знань в умовах, що моделюють форми діяльності наукових працівників, предметний і соціальний контексти цієї діяльності [3]. Таким чином, семінарські заняття є гнучкою формою навчання, яка передбачає поряд з напрямною роллю викладача інтенсивну роботу студентів – майбутніх фахівців. На такого роду семінарські заняття варто виносити вузлові теми курсу, засвоєння яких визначає якість професійної підготовки; питання, найбільш важкі для розуміння і засвоєння. Обов'язковою умовою проведення семінару контекстного типу є забезпечення умов колективної роботи студентів, активна участь в ній кожного студента. Приймаючи участь в колективній діяльності, предметом якої є проблемно представлений зміст дисципліни, і знаходячись в діалогічній по відношенню до інших учасників семінару і викладача позиції, кожен студент засвоює норми компетентних професійних дій і норм відношень в професійному суспільстві.

Вербицький А. А. виділяє такі види семінарів контекстного типу: семінари дослідження; семінари колективного типу; семінари-дискусії [2].

На наш погляд, семінари кожного з цих видів можуть використовуватись у процесі навчання вищої математики.

Розглянемо детально семінар-дискусію. Варто зауважити, що семінар-дискусія організується як процес діалогічного спілкування учасників, в ході якого відбувається формування практичного досвіду сумісної участі в обговоренні і розв’язанні теоретичних проблем, теоретико-практичного мислення майбутнього фахівця [2]. Особливістю семінару-дискусії є можливість рівноправної і активної участі кожного студента в обговоренні теоретичних позицій, запропонованих рішень, в оцінці їх правильності і обґрунтованості. Необхідною умовою розгортання продуктивної дискусії є особистісні знання, які студенти набувають на попередніх лекціях і в процесі самостійної роботи з навчальним матеріалом, а також зі спеціальною літературою. Під час такого семінару викладач задає питання, робить окремі зауваження, уточнює основні положення доповіді студента, фіксує протиріччя в міркуваннях.

Розглянемо один із прикладів семінару-дискусії, який проводився автором статті наприкінці другого семестру і призначений для студентів спеціальності 6.060101 «Цивільне та промислове будівництво».

Тема семінару: «Ланцюгова лінія і парабола в архітектурі».

Основні задачі, які вирішує викладач за допомогою такого заняття:

– формування позитивної мотивації навчання вищої математики за допомогою проблемного викладу навчального матеріалу і використання активних методів навчання;

– систематизація навчального матеріалу з вивчених раніше розділів вищої математики, встановлення внутрішньопредметних зв’язків;

– реалізація міжпредметних зв’язків вищої математики з такими дисциплінами, як: «Архітектура будівель і споруд», «Теоретична механіка», «Опір матеріалів»;

– формування у студентів навичок діалогового спілкування, колективного обговорення проблеми та пошуків її рішення.

На початку семінару викладач формулює *проблему*.

В статтях з історії архітектури ланцюгова лінія і парабола досить часто змішуються. Є певна плутанина з цими лініями і у випадку з підвісними мостами. Параболічні форми архітектори і мистецтвознавці знаходять у витворах Гауді. Давайте дамо відповідь на питання на скільки це правомірно. Де ж насправді можна зустріти ланцюгову лінію, а де параболу.

На початку звернемося до творчості А. Гауді. В музеї церкви Святого Сімейства в Барселоні можна бачити конструкцію з ланцюгів і вантажів. За допомогою цієї конструкції архітектор знаходив правильну форму для склепінь церкви. При проектуванні своїх шедеврів А. Гауді застосовував оригінальний спосіб: його будівлі монтувалися вверх ногами, а представлення про їх істинний вигляд можна було отримати за допомогою дзеркала. Таким чином, Гауді шукав потрібну йому форму в дзеркалі, де віддзеркалювались з’єднані один з одним ланцюжки і вантажики, підбираючи їх так, щоб загальний вигляд відповідав естетичній задачі, вважаючи, що механічна частина проблеми розв’язується автоматично.

Питання: на скільки прав Гауді, використовуючи подібну конструкцію при проектування споруд, і що ж за форма у арок, склепінь і куполів в його творіннях.

Студентам вже відоме означення ланцюгової лінії: ланцюговою лінією називається плоска крива, форма якої відповідає однорідній гнучкій нерозтягненій важкій нитці, яка закріплена в обох кінцях і провисає під дією сили тяжіння (варто зауважити, що довгий час вважали, що форма ланцюга, що висить під дією сили тяжіння є параболою).

Знайдемо рівняння ланцюгової лінії.

Для цього розглянемо важку однорідну нитку (ланцюг), підвішену в точках *A* і *B*, які можуть знаходитись на різній висоті [4].

Розглянемо рівновагу довільного малого елемента нитки довжиною Δs. На цей елемент діє розподілена сила тяжіння $\Delta P = \rho g A \Delta s$.

При цьому $T(x)$ і $T(x+\Delta x)$ – сили натягу відповідно в точках x і $x+\Delta x$, A – площа поперечного перерізу нитки (рис. 1).

Умови рівноваги довільно малого елемента довжиною Δs в проекціях на осі Ox і Oy записуються так:

$$-T(x)\cos\alpha(x)+T(x+\Delta x)\cos\alpha(x+\Delta x)=0,$$
$$-T(x)\sin\alpha(x)+T(x+\Delta x)\sin\alpha(x+\Delta x)-\Delta P=0.$$

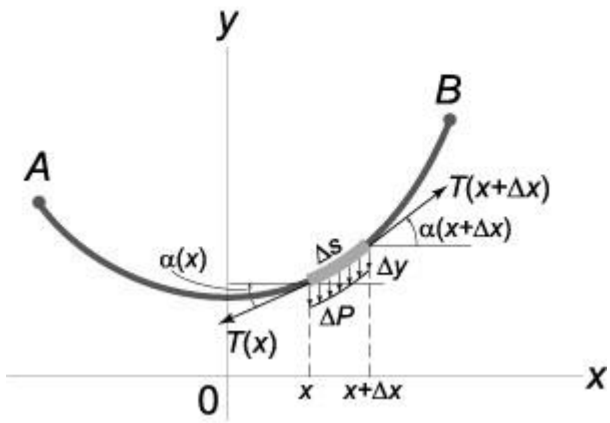

Рис. 1

З першого рівняння слідує, що горизонтальна складова сили натягу $T(x)$ завжди стала, тобто $T(x)\cos\alpha(x)=T_0=const.$

Переходячи в другому рівнянні до диференціалів, можна записати його у вигляді $d(T(x)\sin\alpha(x))=dP(x)$. Оскільки $T(x)=\dfrac{T_0}{\cos\alpha(x)}$, то отримаємо

$$T_0 d(tg\alpha(x))=dP(x).$$

Враховуючи, що $tg\alpha(x)=y'$, запишемо рівняння рівноваги у вигляді

$$T_0 d(y')=\rho gAds.$$

Студентам вже відомо, що $ds=\sqrt{1+(y')^2}dx$. Тоді отримаємо диференціальне рівняння другого порядку $T_0 y''=\rho gA\sqrt{1+(y')^2}$.

Студенти аналізують отримане рівняння і приходять до висновку, що це рівняння допускає пониження порядку за допомогою підстановки $y'=z$.

Тоді $T_0 z'=\rho gA\sqrt{1+z^2}$.

Студенти розв'язують це рівняння як рівняння з відокремлюваними змінними. Відокремлюючи змінні вони отримують

$$\frac{dz}{\sqrt{1+z^2}}=\frac{\rho gA}{T_0}dx.$$

Після інтегрування: $\ln\left(z+\sqrt{1+z^2}\right)=\dfrac{\rho gA}{T_0}x+C_1.$

На цьому етапі викладачу варто знову втрутитися в обговорення студентів і задати питання про початкові умови цієї задачі. Після колективного обговорення студенти прийдуть до висновку, що варто використати такі початкові умови $z(x=0)=y'(x=0)=0$ (дотична до лінії в нижній точці паралельна осі Ox).

Позначимо $\frac{\rho g A}{T_0} = \frac{1}{a}$. Тоді $C_1 = 0$ і $z + \sqrt{1+z^2} = \exp\left(\frac{x}{a}\right)$.

Викладач може (у разі необхідності) підказати студентам помножити обидві частини цього рівняння на спряжений вираз $z - \sqrt{1+z^2}$ і отримане рівняння додати до попереднього.

Тоді $z = y' = \dfrac{\exp\left(\frac{x}{a}\right) - \exp\left(-\frac{x}{a}\right)}{2} = sh\frac{x}{a}$.

Інтегруючи студенти одержують $y = ach\frac{x}{a}$ – рівняння ланцюгової лінії.

Отже, арки, склепіння, купола в спорудах Гауді – це ланцюгові лінії, а ні параболи, і поверхні, утворені обертання ланцюгової лінії навколо своєї осі.

Іншими прикладами застосування ланцюгової лінії в архітектурі є купол собора Святого Павла в Лондоні, монумент «Ворота Заходу» в Сент-Луїсі, теплиці «Sheffield Winter Garden», «Зверев мост» в Москві та ін.

Подальші міркування можна організувати в такому напрямі (маючи на меті встановлення міжпредметних зв'язків з теоретичною механікою та опором матеріалів). З точки зору механіки є дві важливі причини використовувати ланцюгові лінії в архітектурі. Перша конструктивна полягає в тому, що це ідеальна форма для арок, склепінь та куполів, оскільки ланцюг, що провисає, знаходиться в рівновазі і на кожну ланку ланцюга діє тільки одна сила – розтяг. Якщо перевернути конструкцію, зберігаючи форму ланцюгової лінії, то діючі на кожну ланку сили залишаться такими ж за модулем, але їх напрям стане протилежним. Це означає, що система все рівно буде знаходитись в рівновазі і на кожну ланку буде діяти тільки одна сила – стискування. Не буде зусиль на злом і на зсув. Друга причина – естетична: оскільки ланцюгові форми виникають внаслідок гравітації, дивлячись на таку форму, ми відчуваємо напрям і силу цієї гравітації. Побачивши ланцюгову арку або купол, підсвідомо ми відчуваємо, що гравітація діє вгору, візуально нам здається, що у ланцюгової конструкції від'ємна вага і на опори вона не тисне.

Ідея Гауді правильна: на кожну окрему частину ланцюга діють три сили: сила тяжіння і сили пружних деформацій з боку двох найближчих сусідів. Рівновага досягається в тому випадку, коли сума всіх трьох сил дорівнює нулю. Пружні сили на кінцях кожної частини лише розтягують його, тобто завжди напрямлені по дотичній до лінії. При зменшенні розмірів частини сила тяжіння прямує до нуля, а сили натягу стають паралельними одна до одної. Нічого не зміниться, якщо замість ланцюга підвісити тверду арку тієї ж форми: напруги, що виникають в ній під дією сили тяжіння, будуть розподілені так, що сили завжди будуть діяти по дотичній. Вони будуть розтягувати арку, але ніде не будуть намагатися її зруйнувати. Якщо тепер арку перевернути, то знову нічого не зміниться. Лише розтяг заміниться стискуванням, однак діяти він в кожній точці буде тільки по дотичній.

Далі викладач формулює нову *проблему*.

Отже, тепер нам відомо, що ланцюг, підвішений у двох точках, під дією сили тяжіння прийме форму ланцюгової лінії. Тепер підвісимо у самій нижній точці вантаж, тоді ланцюг витягнеться і прийме форму трикутника. А що буде, якщо замість вантажу буде довга горизонтальна балка, яку треба підвісити на ланцюгу не в одній точці, а так, щоб навантаження було рівномірно розподілене не тільки в ланцюгу, але і в балці? Описане не що інше, як підвісний міст. Визначимо форму канату підвісного моста.

Студенти після колективного обговорення приходять до висновку: відміна від попередньої задачі полягає у тому, що сила тяжіння, яка діє на частину Δs, не буде пропорційна його довжині, а буде рівна вазі відповідної частини моста довжиною Δx, тобто $\Delta P = \mu \Delta x$, де μ - коефіцієнт пропорційності. Тоді умову рівноваги диференціального елементу каната ds можна записати у вигляді

$$T_0 d(y') = dP(x) = \mu dx \text{ або } y'' = \frac{\mu}{T_0}.$$

Після дворазового інтегрування даного диференціального рівняння, студенти знаходять форму каната підвісного моста:

$$y' = \frac{\mu}{T_0} x + C_1, \; y = \frac{\mu}{2T_0} x^2 + C_1 x + C_2.$$

Отже, канат підвісного моста приймає форму ні ланцюгової лінії, а параболи. Для наочності доцільно продемонструвати фотографії будівництва Манхеттенського мосту. Поки дорожнє полотно повністю не укладене, основні троси за формою ближче до ланцюгової лінії, але в процесі укладання дорожнього полотна ланцюгова лінія перетворюється на параболу.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Як показує наш досвід, впровадження принципів контекстного навчання у процес математичної підготовки студентів технічних спеціальностей позитивно мотивує їх навчально-пізнавальну діяльність, робить цю діяльність усвідомленою, активною та ініціативною.

Подальші дослідження у напрямі даної тематики можуть бути пов’язані з розвитком форми семінару-дискусії за допомогою використання елементів «мозкового штурму» та діалогової гри. В першому випадку учасники семінару прагнуть висунути якомога більше ідей, не піддаючи їх критиці, а потім виділяються головні, обговорюються і розвиваються, оцінюються можливості їх доведення або спростування. В другому випадку семінар-дискусія получає рольову «інструментовку», яка віддзеркалює реальні позиції людей, що приймають участь в наукових або інших дискусіях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Википедия, Свободная энциклопедия. – Електронний ресурс. – Режим доступу: http://ru.wikipedia.org/wiki/.
2. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: Контекстный подход: Метод. пособие. – М.: Высшая школа, 1991. – 208 с.
3. Вербицкий А. А. Новая образовательная парадигма и контекстное обучение. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1999. – 75 с.
4. Уравнение цепной линии, http://www.math24.ru/equation-of-catenary.html.

РЕЗЮМЕ

Кондратьева О. М. Реализация контекстного обучения высшей математике в форме семинара-дискуссии.

В статье рассматриваются некоторые способы осуществления контекстного подхода к обучению высшей математике студентов технических специальностей. Предложена характеристика семинаров контекстного типа таких, как семинар-исследование, семинар коллективного типа и семинар-дискуссия. Приводится пример семинара-дискуссии как одной из форм контекстного обучения на тему «Цепная линия и парабола в архитектуре», который проводился автором для студентов специальности 6.060101 «Гражданское и промышленное строительство». Автор делает вывод о том, что реализация принципов контекстного обучения в процесс математической подготовки студентов технических специальностей положительно мотивирует их учебно-познавательную деятельность.

Ключевые слова: *высшее образование, методика обучения высшей математике, контекстное обучение.*

SUMMARY

Kondratyeva O. The realization of context studies of higher mathematics in a form of a seminar-discussion.

The article discusses certain ways to implement contextual approach in teaching higher mathematics to students of technical specialties. A description of the context type seminars such as seminar-research, collective type seminar and seminar discussion is given. An example of seminar discussions as a form of contextual learning on «catenary and *parabola in architecture», which was conducted by the author for the students specialty 6.060101 «Civil and industrial construction» is given. The author concludes that the principles' of contextual learning implementation in the process of mathematical training of students of technical specialties positively motivates their educational and cognitive activity.*

Key words: *higher education, teaching methods of higher mathematics, context-sensitive education.*