Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Корнійчук О.Е. Особливості впровадження науково-технічних досліджень у процес навчання математичних дисциплін. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 4(26). С. 56-60.

Korniichuk O. Features of introduction of scientific and technical research into the mathematical disciplines` learning process. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 4(26). P. 56-60.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-026-4-010
УДК 51-74:621

О.Е. Корнійчук
Житомирський агротехнічний коледж, Україна
elena.k.02@i.ua
ORCID: 0000-0002-5300-6508

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ПРОЦЕС НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Важливим компонентом професійної підготовки майбутнього інженера є навчання математичному моделюванню природничих, технологічних, економічних процесів і явищ, пов'язаних з проектуванням, конструюванням, виробництвом і експлуатацією технічних об'єктів та механічних систем. Таке навчання з необхідністю передбачає використання науково-технічних досліджень в опануванні математичних дисциплін.*

Матеріали і методи. *Для отримання результатів використано теоретичні (аналіз наукових джерел в галузі математичного моделювання фізичних процесів для розв'язання науково-технічних задач) та емпіричні (спостереження за освітнім процесом підготовки майбутніх інженерів для визначення позитивного впливу науково-технічних досліджень на рівень опанування математичних дисциплін) методи наукового пошуку.*

Результати. *Обґрунтовано, що математичне моделювання виступає впливовим засобом активізації дослідницької діяльності майбутніх інженерів. На прикладі дослідження явища резонансу надано методичні рекомендації щодо супроводу науково-технічного дослідження, які спираються на оволодіння студентами законів фізики, теорії диференціальних рівнянь та використання комп'ютерної графічної інтерпретації розв'язку.*

Висновки. *Для успішного опанування майбутніми інженерами вищої та прикладної математики ефективним є постановка і розв'язання завдання, які мають характер науково-технічного дослідження. Математичне моделювання фізичних процесів посилює їх усвідомлення, а тому є ефективним інструментом професійної підготовки майбутніх інженерів. Розв'язування прикладних задач, побудова математичних моделей та їх динамічна візуалізація є основою в організації проблемного навчання та науково-дослідної роботи студентів.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *математичне моделювання, дослідницька діяльність, інженер, професійний розвиток, механічна система, незагасаючі коливання, резонанс.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Основним завданням інженерної освіти є забезпечення гарантованого рівня підготовки фахівців, що відповідає вимогам сучасної світової економіки та міжнародним стандартам. Скорочення часу на вивчення фундаментальних дисциплін, недостатній рівень професійної спрямованості навчання та організації науково-дослідної і творчої діяльності студентів продовжують спонукати до пошуку нових підходів, ідей, форм і методів навчання, здатних покращити зміст освіти і рівень підготовки випускників. Інженер для успішної роботи за фахом повинен володіти ґрунтовними знаннями з математики, фізики, технічної механіки і знати області їх застосувань у професійній діяльності. Без знання математичних методів і законів фізики діяльність в різноманітних галузях техніки неможлива.

Математичне моделювання описує природничі, технологічні процеси і явища, зокрема механічні конструкції, у вигляді математичних виразів, логічно пов'язаних між собою, наприклад, у формі диференціальних або алгебраїчних рівнянь та нерівностей. Як показує практика, більшість студентів технічних спеціальностей, навіть таких, хто демонструє вміння працювати з математичним апаратом, відчувають труднощі у використанні математичних знань при розв'язуванні конкретних прикладних задач.

Очевидною є необхідність орієнтувати студентів на таку навчальну діяльність, яка б дозволила суттєво вплинути на їх професійний інтелект в цілому. Використання елементів математичного моделювання в процесі навчання вищої та прикладної математики є впливовим засобом активізації дослідницької діяльності та основою формування професійних компетентностей майбутніх інженерів. Зазначене актуалізує дослідження особливостей упровадження науково-технічних досліджень у процес вивчення математичних дисциплін.

Аналіз актуальних досліджень. Питанням мотивації вивчення математичних дисциплін, проблемам формування професійних компетентностей студентів технічних та економічних спеціальностей присвячено велику кількість робіт, зокрема, роботи автора (Корнійчук, 2008, 2004, 2014, 2017). Важливим в контексті дослідження бачимо наукові розвідки щодо моделювання процесів на макро- і мікро- рівнях у спеціалізованих віртуальних середовищах, на якому наголошують В. Шамоня (Шамоня 2019), О. Семеніхіна (Semenikhina, 2020 (1), 2020(2)). Також перспективним вбачається використання акмеологічного підходу, який використовується для професійного розвитку конкретної особистості. Зазначимо, що «акме» в особистісно-професійному зростанні (професійне «акме») – це психологічний стан, який є вищим рівнем у професійному становленні людини на даний проміжок часу. Як зазначають С. Калаур та О. Сорока (Калаур, 2020), якість освітніх послуг як універсальна категорія комплексної оцінки діяльності ЗВО, повинна розглядатися у контексті акмеології.

Для того, щоб бути у тренді сучасних науково-технічних розробок у галузі математичного моделювання, разом із студентами було опрацьовано задачу про заспокоєння багатоланцюгової коливальної системи в умовах невизначених збурень (Востріков, 2006) та створення математичної моделі розрахунку просторового потоку у гідромашинах і перегляд результатів розрахунку у графічній формі та чисельному вигляді (Крупа, 2019).

Мета статті: на прикладі математичної моделі явища резонансу описати особливості впровадження науково-технічних досліджень в процесі навчання вищої та прикладної математики; розширити діапазон реальних застосувань математики, спрямованих на поглиблення теоретичних знань з теорії диференційних рівнянь, на пошуково-дослідну роботу студентів, що сприятиме підвищенню рівня професійної підготовки фахівців у галузі автомобільного транспорту та агроінженерії.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для отримання результатів використано теоретичні (аналіз наукових джерел в галузі математичного моделювання фізичних процесів для розв'язання науково-технічних задач) та емпіричні (спостереження за освітнім процесом підготовки майбутніх інженерів для визначення позитивного впливу науково-технічних досліджень на рівень опанування математичних дисциплін) методи наукового пошуку.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведемо математичне дослідження явища резонансу, до якого призводять вимушені незгасаючі коливання. Модель побудовано на основі законів фізики, теорії диференціальних рівнянь з використанням комп'ютерної графічної інтерпретації розв'язку.

Важливим аспектом у моделюванні механічних конструкцій і систем є диференціальні рівняння. Простим прикладом коливань, що виникають у більш складних механічних системах, є рух фізичного тіла, яке з'єднане з пружиною. Для багатьох подібних систем задача дослідження коливань зводиться до розв'язування лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.

Першочерговим завданням у проектуванні та конструюванні технічних об'єктів усіх видів є запобігання руйнівної дії резонансних коливань (рис. 1). Резонанс – це явище стрімкого зростання амплітуди вимушених незагасаючих коливань системи. Причиною резонансу є збіг зовнішньої частоти із внутрішньою (власною) частотою коливальної системи. Це явище зустрічається в астрофізиці, електроніці, оптиці, акустиці. Проте найчастіше резонанс відбувається у класичній будівельній механіці, а також у гідро- та аеромеханіці. На жаль, у багатьох випадках це явище виникає саме тоді, коли воно є абсолютно небажаним.

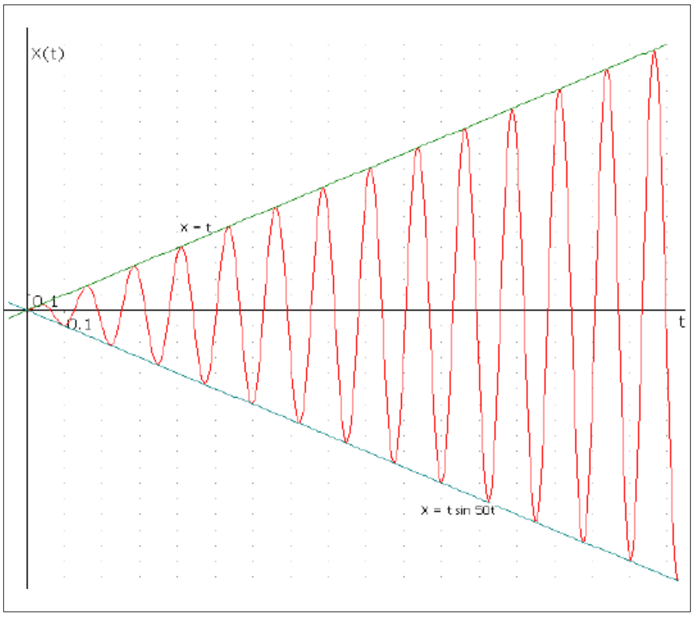

Рис. 1. Явище резонансу

Одним із кроків вирішення цієї проблеми є розв'язання задачі щодо визначення власної частоти коливань системи за допомогою складання диференціальних рівнянь цих коливань.

Розглянемо диференціальне рівняння, яке описує загасаючі коливання і було отримане у дослідженні диференційних моделей механічних систем (Корнійчук, 2018):

$$mx'' + cx' + kx = F(t). \quad (1)$$

Це рівняння описує рух тіла масою ***m***, що закріплене до пружини (жорсткості ***k***) та з'єднане з амортизатором (із коефіцієнтом поглинання ***c***), на яке діє зовнішня сила $F(t)$. Якщо амортизатор відсутній (або ми нехтуємо силами опору), то у рівнянні (1) коефіцієнт $c = 0$ – коливання *незагасаючі*. При $c > 0$ – коливання *загасаючі*. Якщо на систему зовнішні сили не діють, то вважаємо $F(t) = 0$, а коливання *вільними*. У випадку $F(t) \neq 0$ – коливання *вимушені*.

Механізми з обертовими частинами зазвичай містять системи, які складаються з тіла, закріпленого на пружині з амортизатором, і зовнішня сила в яких є гармонійною: $F = F_0 cos\omega t$ або $F = F_0 sin\omega t$, де стала F_0 – амплітуда періодичної сили, а $\boldsymbol{\omega}$ – її кругова частота.

Для вивчення вимушених коливань ($F \neq 0$), тобто незагасаючих коливань під дією зовнішньої сили $F_0 cos\omega t$, покладемо у рівнянні (1) коефіцієнт поглинання $c = 0$. Отримаємо неоднорідне диференціальне рівняння:

$$mx'' + kx = F_0 cos\omega t. \quad (2)$$

Загальний розв'язок неоднорідного рівняння дорівнює сумі загального розв'язку однорідного рівняння x_1 та частинного розв'язку неоднорідного рівняння x_2: $x = x_1 + x_2$.

Загальний розв'язок відповідного однорідного рівняння $mx'' + kx = 0$ має вигляд: $x_1 = c_1 cos\omega_0 t + c_2 sin\omega_0 t$, де $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ – (кругова) власна частота коливань системи, яка складається з тіла, закріпленого на пружині.

Припустимо спочатку, що зовнішня і власна частоти не рівні: $\omega \neq \omega_0$. Частинний розв'язок x_2 подаємо у вигляді $x_2 = Acos\omega t$, знаходимо похідні: $x'_2 = -A\omega sin\omega t, x''_2 = A\omega^2 cos\omega t$, які підставляємо у рівняння (2). Отримаємо:

$$-m\omega^2 Acos\omega t + kAcos\omega t = F_0 cos\omega t,$$

звідки виражаємо невідомий параметр *A:*

$$A = \frac{F_0}{k - m\omega^2} = \frac{\frac{F_0}{m}}{\frac{k}{m} - \frac{m\omega^2}{m}} = \frac{F_0/m}{\omega_0^2 - \omega^2}. \quad (3)$$

Тому $x_2 = \frac{F_0/m}{\boldsymbol{\omega_0^2 - \omega^2}} cos\omega t$. Отже, загальний розв'язок рівняння (2) має вигляд:

$$x(t) = c_1 cos\omega_0 t + c_2 sin\omega_0 t + \frac{F_0/m}{\boldsymbol{\omega_0^2 - \omega^2}} cos\omega t. \quad (4)$$

Сталі c_1 і c_2 визначаємо за початкових умов $x(0)$ і $x'(0)$.

Виконуючі математичні перетворення з введенням співвідношень у прямокутному трикутнику для *C, cosα, sinα* ($C = \sqrt{A^2 + B^2}$, $cos\alpha = \frac{A}{C}$, $sin\alpha = \frac{B}{C}$) , де α – фаза коливань, та з використанням формули косинуса суми кутів, загальний розв'язок (4) набуває вигляду:

$$x(t) = Ccos(\omega_0 t - \alpha) + \frac{F_0/m}{\boldsymbol{\omega_0^2 - \omega^2}} cos\omega t. \quad (5)$$

Як бачимо, результуючий рух є суперпозицією двох коливань: одного – з власною частотою ω_0, а другого – з частотою зовнішньої сили ω.

Якщо припустити, що власна частота ω_0 наближено дорівнює зовнішній частоті ω ($\omega \approx \omega_0$), то амплітуда A буде нескінченно великою ($A \to \infty$) – формула (3). Іноді корисно подавати тотожність (3) у такому вигляді:

$$A = \frac{F_0}{k - m\omega^2} = \frac{F_0/k}{1 - (\boldsymbol{\omega/\omega_0})^2} = \pm\frac{\rho F_0}{k}.$$

Тут $\frac{F_0}{k}$ називається статичним зміщенням пружини з жорсткістю k під дією сталої сили F_0, а $\rho -$ коефіцієнт посилення: $\rho = \frac{1}{|1 - (\boldsymbol{\omega/\omega_0})^2|}$.

Очевидно, що $\rho \to +\infty$ якщо $\omega \to \omega_0$. В цьому і полягає явище резонансу – необмежене зростання амплітуди коливання *A* (за відсутністю сил опору) при наближенні *ω* до ω_0.

Ми припускали, що $\omega \neq \omega_0$. Якої ж катастрофи слід очікувати, якщо ω і ω_0 точно збігаються ($\omega = \omega_0$)?

При цьому рівняння (2), після поділу всіх доданків на *m*, набуває вигляду:

$$x'' + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} cos\omega_0 t. \quad (6)$$

Розв'язок неоднорідного диференціального рівняння (6) знаходимо методом невизначених коефіцієнтів, у результаті чого отримаємо:

$$x(t) = \frac{F_0}{2m\omega_0} tsin\omega_0 t. \quad (7)$$

Якщо в розв'язку (7) задати початкові умови $m = 1$, $F_0 = 100, \omega_0 = 50$, то отримаємо функцію:

$$x_p(t) = tsin50t. \quad (8)$$

Геометричну інтерпретацію розв'язку (8) проведено за допомогою пакету GRAN1 (рис. 1). Резонансна крива обмежена прямими *x = t, x = -t*. Графік ілюструє, як необмежено зростає амплітуда коливань у разі чистого резонансу при $\omega = \omega_0$. Це явище можна розглядати, як посилення власних коливань системи під дією зовнішніх коливань тієї ж частоти.

На практиці механічна система з дуже малим загасанням під дією резонансних коливань може зламатися. Явище резонансу може бути причиною руйнування мостів, будівель та інших споруд, якщо власні частоти їх коливань збігаються з частотою сили, що діє періодично, наприклад, через обертання незбалансованого мотору.

Але резонанс може бути не лише шкідливим. Корисні прояви резонансу спостерігаємо у підсиленні звуку музичних інструментів завдяки корпусу гітари та міхів баяну, налаштування радіоприймача на частоту радіостанції. Отже, головне – розрахувати і правильно обрати потрібну частоту.

ОБГОВОРЕННЯ

Побудова розглянутої математичної моделі «Явище резонансу», а також створення і аналіз багатьох інших моделей прикладного змісту, відбувається в процесі індивідуальної та пошуково-дослідної роботи зі здобувачами бакалаврського рівня з спеціальностей «Автомобільний транспорт» та «Агроінженерія», на засіданнях наукової проблемної групи під керівництвом викладача за тематичним напрямом «Математичні моделі у технічній та інженерній діяльності». Отримані розробки та результати досліджень демонструються та презентуються студентами на міжнародних науково-практичних конференціях (наприклад, Міжнародні НПК «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця» 2017 р., 2018 р. (м. Суми); І Міжнародна НПК «Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін» 2018 р. (м. Кропивницький); V Міжнародна НПК «Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі» 2019 р. (м. Тернопіль)), на студентських конференціях та конкурсах наукових робіт, а також на семінарах для викладачів математики Житомирської області.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Математичне моделювання технічних процесів є основою організації проблемного навчання та науково-дослідної роботи студентів, отже, невід’ємною складовою розвитку професійних компетенцій майбутніх інженерів.

Результатом студентської пошуково-дослідної роботи у напрямі математичного моделювання стає формування єдиного природничо-наукового підходу до висування гіпотез, постановки проблеми, до пошуку шляхів їх вирішення. При побудові математичних моделей студенти навчаються переходити до спрощеного, схематичного опису досліджуваного реального об'єкта.

Спираючись на індивідуальний підхід, акмеологічні засади, з метою всебічного розвитку майбутніх фахівців, для формування їх математичних, гуманітарних, граматичних, ораторських та інших професійних компетенцій, науковий керівник організовує пошукову, дослідницьку роботу. Уміння застосовувати математичні навички і знання при розв’язуванні реальних задач надає студентам значний стимулювальний вплив. Студенти при цьому вчаться правильно, за сучасними стандартами оформляти і демонструвати результати своїх досліджень. При цьому науковий керівник створює умови для публічних виступів на семінарах, для участі у конкурсах та презентації розробок на конференціях.

Використання математичного моделювання допомагає посилити пізнавальну мотивацію студентів при вивченні математичних дисциплін, забезпечує розуміння того, що математичний апарат – не просто інструмент для обчислення, а й засіб наукового дослідження та свідомої професійної діяльності інженера.

Список використаних джерел

1. Semenikhina O. et al. The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. *TEM Journal*. 2020. Volume 9(4). P. 1704-1710. DOI: 10.18421/TEM94-51
2. Semenikhina O., Drushlyak M., Yurchenko A., Udovychenko O., Budyanskiy D. The use of virtual physics laboratories in professional training: the analysis of the academic achievements dynamics*. ICT in Research, Education and Industrial Applications (ICTERI-2020)* : 16th International Conference. October, 06-10, 2020. Kharkiv. P. 423-429 URL: http://ceur-ws.org/Vol-2740/
3. Shamonia, V. H., Semenikhina, O. V., Proshkin, V. V., Lebid, O. V., Kharchenko, S. Y., & Lytvyn, O. S. Using the proteus virtual environment to train future IT professionals. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020. 2547, 24-36. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper02.pdf
4. Востриков И.В., Дарьин А.Н., Куржанский А.Б. Об успокоении многозвенной колебательной системы в условиях неопределенных возмущений. *Дифференц. уравнения*. Т. 42, № 11. Москва, 2006. С. 1452–1463.
5. Калаур С., Сорока О. Потенціал акмеології у професійній підготовці майбутніх менеджерів соціокультурної діяльності: методологічні та практичні акценти. *Social Work and Education*. Vol. 7, No. 1. Ternopil-Aberdeen, 2020. pp. 124-134.
6. Корнійчук О.Е. Дослідження диференційних моделей механічних систем. *Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2018»*. Дніпро, 2018. С. 345-349.
7. Корнійчук О.Е. Математика як складова в розвитку мислення сучасного економіста. *Педагогіка і психологія*. № 1. Київ, 2007. С. 70-78.
8. Корнійчук О.Е. Моделі динаміки у задачах менеджменту лісового та мисливського господарства. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*. Вип. 1(11). Суми, 2017. С. 62-67.
9. Корнійчук О.Е. Мотиваційні детермінанти в структурі методичної системи навчання математики для економістів. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць*. Вип. 7, т. 1. Кривий Ріг, 2008. С. 61-66.
10. Корнійчук О.Е. Формування професійного інтелекту в процесі моделювання систем штучного інтелекту. *Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського нац. ун-ту ім. І. Огієнка*. *Серія Педагогічна*. Вип. 20. Кам’янець-Подільський, 2014. С. 90-93.
11. Корнійчук О.Е., Єрмаков В.М. Комп’ютерні технології у вивченні математики для економістів. *Комп’ютер у школі та сім’ї*. № 8(40). Київ, 2004. С. 16-19.
12. Корнійчук О.Е., Єрмаков В.М. Напрямки інтеграції математики з інформатикою у процесі підготовки молодших спеціалістів економічного профілю. *Комп’ютер у школі та сім’ї*. № 6(38). Київ, 2004. С. 16-18.
13. Крупа Е.С., Недовесов В.А. Современное состояние программных комплексов CFD для численного исследования пространственного потока в гидромашинах. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units*. № 1. Харків, 2019. С. 98-103.

14. Шамоня В. Г., Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Використання середовища Proteus для візуального моделювання роботи базових елементів інформаційної системи. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 2(20). Ч.1. С. 160-165.

References

1. Semenikhina O. et al. (2020). The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. *TEM Journal.* 9(4), 1704-1710. DOI: 10.18421/TEM94-51 [in English].
2. Semenikhina O., Drushlyak M., Yurchenko A., Udovychenko O., Budyanskiy D. (2020). The use of virtual physics laboratories in professional training: the analysis of the academic achievements dynamics. *ICT in Research, Education and Industrial Applications (ICTERI-2020)* : 16th International Conference. October, 06-10, 2020. Kharkiv, 423-429 URL: http://ceur-ws.org/Vol-2740/[in English].
3. Shamonia, V. H., Semenikhina, O. V., Proshkin, V. V., Lebid, O. V., Kharchenko, S. Y., & Lytvyn, O. S. (2020). Using the proteus virtual environment to train future IT professionals. *CEUR Workshop Proceedings* , 2547, 24-36. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper02.pdf [in English].
4. Vostrikov I.V., Darin A.N., Kurzhanskiy A.B. (2006). Ob uspokoenii mnogozvennoy kolebatelnoy sistemyi v usloviyah neopredelennyih vozmuscheniy. *Differents. uravneniya.* T. 42, № 11. S. 1452–1463 [in Russia].
5. Kalaur C., Soroka O. (2020). Potentsial akmeolohii u profesiinii pidhotovtsi maibutnikh menedzheriv sotsiokulturnoi diialnosti: metodolohichni ta praktychni aktsenty. *Social Work and Education*. Vol. 7, No. 1. Ternopil-Aberdeen. pp. 124-134 [in Ukrainian].
6. Korniichuk O.E. (2018). Doslidzhennya diferentsiynih modeley mehanichnih system [Study of differential models of mechanical systems]. *Sbornik nauchnyih trudov mezhdunarodnoy konferentsii «Sovremennyie innovatsionnyie tehnologii podgotovki inzhenernyih kadrov dlya gornoy promyishlennosti i transporta 2018» – Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training forthe Mining and Transport Industry 2018. Conference Proceedings*, 345-349 [in Ukrainian].
7. Korniichuk O.E., Yermakov V.M. (2004). Kompiuterni tekhnolohii u vyvchenni matematyky dlia ekonomistiv. *Kompiuter u shkoli ta simi*. № 8(40). Kyiv. S. 16-19 [in Ukrainian].
8. Korniichuk O.E. (2007). Matematyka yak skladova v rozvytku myslennia suchasnoho ekonomista. *Pedahohika i psykholohiia*. № 1. Kyiv. S. 70-78 [in Ukrainian].
9. Korniichuk O.E. (2017). ModelI dinamiki u zadachah menedzhmentu lisovogo ta mislivskogo gospodarstva [Dynamic Models For Solving Problems In The Management Of Forestry And Hunting]. *Fiziko-matematichna osvita : naukoviy zhurnal – Physical and Mathematical Education : Scientific Journal*, 1(11), 62-67 [in Ukrainian].
10. Korniichuk O.E. (2008). MotivatsIyni determinanti v strukturi metodichnoyi sistemi navchannya matematiki dlya ekonomistiv [Motivational determinants in the structure of the methodological system of teaching mathematics for economists]. TeorIya ta metodika navchannya matematiki – Theory and methodology of teaching mathematics, 7, 61-66 [in Ukrainian].
11. Korniichuk O.E., Yermakov V.M. (2004). Napriamky intehratsii matematyky z informatykoiu u protsesi pidhotovky molodshykh spetsialistiv ekonomichnoho profiliu. Kompiuter u shkoli ta simi. № 6(38). Kyiv. S. 16-18 [in Ukrainian].
12. Korniichuk O.E. (2014) Formuvannia profesiinoho intelektu v protsesi modeliuvannia system shtuchnoho intelektu. Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho nats. un-tu im. I. Ohiienka. Seriia Pedahohichna. Vyp. 20. Kamianets-Podilskyi S. 90-93 [in Ukrainian].
13. Krupa E.S., Nedovesov V.A. (2019). Sovremennoe sostoyanie programmnyih kompleksov CFD dlya chislennogoissledovaniya prostranstvennogo potoka v gidromashinah. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seriia: Hidravlichni mashyny ta hidroahrehaty. № 1. Kharkiv. S. 98-103 [in Ukrainian].
14. Shamonia V. H., Semenikhina O. V., Drushliak M. H. Vykorystannia seredovyshcha Proteus dlia vizualnoho modeliuvannia roboty bazovykh elementiv informatsiinoi systemy. *Fizyko-matematychna osvita*. 2019. Vyp. 2(20). Ch.1. S. 160-165. [in Ukrainian].

FEATURES OF INTRODUCTION OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH INTO THE MATHEMATICAL DISCIPLINES` LEARNING PROCESS

Olena Korniichuk
Zhytomyr Agro-technical College, Ukraine

Abstract.
Formulation of the problem. *An important component of the training of future engineers is training in mathematical modeling of natural, technological, economic processes and phenomena associated with the design, construction, manufacture and operation of technical facilities and mechanical systems. Such training necessarily involves the use of scientific and technical research in mastering mathematical disciplines.*
Materials and methods. *To obtain the results used theoretical (analysis of scientific sources in the field of mathematical modeling of physical processes to solve scientific and technical problems) and empirical (observation of the educational process of training future engineers to determine the positive impact of scientific and technical research on the level of mastery of mathematical disciplines) search.*
Results*. It is substantiated that mathematical modeling is an influential means of intensifying the research activities of future engineers. On the example of the study of the resonance phenomenon, methodical recommendations determined for the support of scientific and technical research, which are based on students' mastery of the laws of physics, theory of differential equations and the use of computer graphical interpretation of the solution.*
Conclusions*. For successful mastering by future engineers of higher and applied mathematics it is effective to set and solve problems that have the character of scientific and technical research. Mathematical modeling of physical processes enhances awareness of students, and therefore is an effective tool for training future engineers. Solving applied problems, building mathematical models and their dynamic visualization is the basis for the organization of problem-based learning and research work of students.*
Key words: *mathematical modeling, research, engineer, professional development, mechanical system, non-damping vibrations, resonance.*